

**STUDI PERENCANAAN POLA OPERASI WADUK NGANCAR
KABUPATEN WONOGIRI PROVINSI JAWA TENGAH**

SKRIPSI

**TEKNIK PENGAIRAN
KONSENTRASI PEMANFAATAN DAN PENDAYAGUNAAN
SUMBER DAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**FARID ISLAM ZEN
NIM. 135060407111005**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2019**



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya, di dalam Naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam Naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK/Strata-1) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.
(Peraturan Menteri Pendidikan Nasional RI No. 17 Tahun 2010, Pasal 12 dan Pasal 13)

Malang, 22 Januari 2019

Mahasiswa,



Nama : Farid Islam Zen

NIM : 135060407111005

Jurusan: TEKNIK PENGAIRAN



LEMBAR PENGESAHAN

**STUDI PERENCANAAN POLA OPERASI WADUK NGANCAR
KABUPATEN WONOGIRI JAWA TENGAH**

SKRIPSI

**TEKNIK PENGAIRAN
KONSENTRASI PEMANFAATAN DAN PENDAYAGUNAAN
SUMBER DAYA AIR**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

FARID ISLAM ZEN

NIM. 135060407111005

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 22 Januari 2019

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Pengairan

Dosen pembimbing



[Handwritten signature of Dr. Ir. Ussy Andawayanti]

Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS.
NIP. 19610131 198609 2 001

[Handwritten signature of Dr. Eng. Donny Harisuseno]

Dr. Eng. Donny Harisuseno, ST., MT.
NIP. 19750227 199903 1 001

LEMBAR PENGESAHAN



STUDI PERENCANAAN POLA OPERASI WADUK NGANCAR KABUPATEN WONOGIRI JAWA TENGAH

SKRIPSI

TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI PEMANFAATAN DAN PENDAYAGUNAAN SUMBER DAYA AIR

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

FARID ISLAM ZEN

NIM. 135060407111005

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 22 Januari 2019

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Pengairan



Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS.

NIP. 19610131 198609 2 001

Dosen pembimbing

Dr. Eng. Donny Harisuseno, ST., MT.

NIP. 19750227 199903 1 001

*Skripsi ini saya persembahkan untuk Bapak, Ibu,
Kakak, Adik, Teman-teman, dan diriku di masa depan.*

*“When everything seems to be going against you, remember that
the airplane takes off against the wind, not with it.”*

-Henry Ford

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, segala puji dan rasa syukur tak henti-hentinya penulis ucapkan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya. Shalawat serta salam juga teriring kepada Nabi Muhammad SAW yang menjadi suri tauladan bagi setiap umat manusia. Atas ridha dan ijin-Nya, Skripsi yang berjudul **“Studi Perencanaan Pola Operasi Waduk Ngancar Kabupaten Wonogiri Provinsi Jawa Tengah”** dapat terselesaikan. Penyusunan Skripsi ini adalah untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan di Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Penyusunan Skripsi dapat terlaksana dengan baik berkat dukungan dan dari banyak pihak. Untuk itu, pada kesempatan kali ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Dr.Eng. Donny Harisuseno, ST., MT. Selaku dosen pembimbing yang telah memberikan banyak masukan dan arahan selama pengerjaan skripsi ini.
2. Bapak Dr. Very Dermawan, ST., MT., Bapak Dr.Ir. Widandi Soetopo, M.Eng., dan Bapak M. Amar Sajali, ST., MT. Selaku dosen penguji dalam pelaksanaan ujian Skripsi.
3. Kedua Orang Tua dan Saudara saya yang tidak berhenti memberi semangat, dukungan, serta doanya.
4. Teman-teman WRE 13, Oppy, Arthur, Herdiaz, Dimas, Nanda, Yoanita, Fauziyah N. dan semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu menyelesaikan laporan Skripsi dengan baik.

Walaupun demikian, dalam laporan ini penulis menyadari masih sangat banyak kekurangan yang terdapat pada penyusunan Skripsi ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan laporan ini. Namun demikian adanya, semoga Skripsi ini semoga dapat bermanfaat bagi kita semua terutama untuk Jurusan Teknik Pengairan.

Malang, Januari 2019

Penulis



Halaman ini sengaja dikosongkan

RINGKASAN

Farid Islam Zen, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Desember 2018, *Studi Perencanaan Pola Operasi Waduk Ngancar Kabupaten Wonogiri Provinsi Jawa Tengah*, Dosen Pembimbing: Donny Harisuseno.

Waduk Ngancar terletak di Kabupaten Wonogiri Provinsi Jawa Tengah. Waduk ini dibangun pada tahun 1944 untuk memenuhi kebutuhan irigasi seluas 637 ha, pola operasi yang dilakukan pada Waduk Ngancar selama ini merupakan pola operasi sederhana dimana kebutuhan air irigasi dipenuhi sampai tampungan waduk mengalami kekosongan tampungan. Untuk itu perlu dilakukan perencanaan pengoperasian waduk agar memenuhi kebutuhan yang direncanakan dan menjaga kondisi tampungan waduk diatas atau tepat berada pada batas minimum tampungan waduk.

Data-data yang digunakan dalam studi ini adalah data curah hujan stasiun hujan ngancar selama 21 tahun, data rencana tata tanam global (RTTG) kabupaten wonogiri, data klimatologi, dan data teknis Waduk Ngancar. Metode yang digunakan dalam studi ini adalah simulasi operasi waduk dengan kontinuitas tampungan menggunakan pedoman aturan lepasan berdasarkan tampungan waduk (*Rule Curve*). Data curah hujan selama 21 tahun diuji menggunakan uji RAPS, ketiadaan *trend*, uji stasioner, dan uji *run test*. Perhitungan debit menggunakan metode F.J. Mock, analisa debit andalan menggunakan metode *basic month*, dan perhitungan kebutuhan air irigasi menggunakan metode FPR-LPR. Dalam pengoperasian waduk menggunakan debit *inflow* dengan empat keandalan debit (26.02%, 50.68%, 75.34%, 97.30%), debit *outflow* sesuai kebutuhan irigasi metode FPR-LPR dan kapasitas tampungan waduk.

Dari perhitungan debit andalan, didapatkan debit rata-rata sebesar 0.2581 m³/detik. Untuk kebutuhan air irigasi metode FPR-LPR diperoleh debit rata-rata sebesar 313.127 lt/dt atau 0.313 m³/detik. Hasil simulasi pola operasi waduk eksisting selama 21 tahun dari total 504 periode, didapatkan jumlah periode sukses sebesar 347 periode, sedangkan jumlah periode gagal sebesar 157 periode atau periode sukses sebesar 68.85% dan periode gagal sebesar 31.15%. Hasil pola operasi waduk Ngancar berdasarkan debit andalan menghasilkan debit rata-rata sebesar 2.747 m³/detik dari berbagai kondisi keandalan (26.02%, 50.68%, 75.34%, 97.30%). Dengan debit lepasan sebesar 2.747 m³/detik mampu memenuhi kebutuhan irigasi rata-rata sebesar 323 ha atau 50.75 % dari luas daerah irigasi. Tinggi bukaan pintu rata-rata berdasarkan simulasi pola operasi waduk sebesar 0.1 m.

Kata kunci: *rule curve*, keandalan debit, pola operasi waduk, simulasi waduk, operasi pintu



Halaman ini sengaja dikosongkan

SUMMARY

Farid Islam Zen, Water Resources Engineering, Faculty of Engineering, University of Brawijaya, December 2018, Design Study of Ngancar Reservoir Rule Curve, Wonogiri Regency, Central Java Province, Academic Supervisor: Donny Harisuseno.

Ngancar Reservoir is located in Wonogiri Regency, Central Java. This reservoir is built in 1944 and expected to be able to meet the demand for irrigation water supply as wide as 637 hectares, the rule curve that being used on Ngancar reservoir during this time is simple rule curve where the irrigation water requirements are met until reservoir storage empty. Therefore, it is necessary to make new rule curve in order to meet the required needs and to maintain reservoir storage above or equal to minimum reservoir storage.

The data that used in this study are rainfall data for 21 years from Ngancar weather station, Wonogiri global planting system, climate data, and technical data of the reservoir. The method used in this study is to simulate the operation of reservoir by using storage continuity by the outflow rule guideline based on reservoir storage (Rule Curve). Rainfall data for 21 years is tested using Rescaled Adjusted Partial Sums (RAPS) test, spearman trend test, stationary test, and run test. Discharge calculation using F.J. Mock method, reliability discharge calculation using basic month method, and irrigation water requirement calculated using FPR-LPR method. In this rule curve reservoir simulation are using inflow discharge with four discharge reliability (26.02%, 50.68%, 75.34%, 97.30), outflow discharge based on irrigation water requirement using FPR-LPR method and reservoir storage capacity.

From the calculation of reliability discharge, obtained average discharge of 0.2581 m³/sec. therefore the irrigation water requirements using FPR-LPR method obtained an average discharge of 313.127 liters/sec or 0.313 m³/sec. The result of existing reservoir simulation during 21 years from the total of 504 periods, the total of success periods are 347 periods, while total of failure periods are 157 periods or the success rate is 68.85% and the failure rate is 31.15%. The average discharge result of rule curve based on reliability discharge from various condition (26.02%, 50.68%, 75.34%, 97.30) are 2.747 m³/sec. With the output discharge 2.747 m³/sec is be able to fill irrigation demand with an average as wide as 323 hectares or 50.75% from the total extensive irrigation. The average high of intake gateways based on reservoir pattern operation is 0.1 meters.

Keywords: rule curve, discharge reliability, reservoir pattern operation, reservoir simulation, gate operation



Halaman ini sengaja dikosongkan

TURNITIN



**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA**



SERTIFIKAT BEBAS PLAGIASI

Nomor : 7/UN10.F07.14.11/TU/2019

Sertifikat ini diberikan kepada :

FARID ISLAM ZEN

Dengan Judul Skripsi :

**STUDI PERENCANAAN POLA OPERASI WADUK NGANCAR KABUPATEN WONOGIRI
PROVINSI JAWA TENGAH**

Telah dideteksi tingkat plagiasinya dengan kriteria toleransi $\leq 20\%$, dan dinyatakan Bebas dari Plagiasi pada tanggal 4 FEBRUARI 2019



Ketua Jurusan Teknik Pengairan

Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS

NIP. 19610131 198609 2 001

Ketua Program Studi S1 Teknik Pengairan

Dr. Very Dermawan, ST., MT

NIP. 19730217 199903 1 001

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Lepasan Berdasarkan Tampang Waduk.....	10
Tabel 2.2	Nilai Statistik $Q\sqrt{n}$ dan $R\sqrt{n}$	15
Tabel 2.3	Hubungan antara T, ea, w dan f(t).....	19
Tabel 2.4	Angka Angot (Ra) (mm/hr) (Indonesia, antara 5 ⁰ LU - 10 ⁰ LS).....	20
Tabel 2.5	Angka Koreksi (c) Bulanan Untuk Rumus Penman.....	20
Tabel 2.6	Singkapan Lahan Sesuai Tata Guna Lahan.....	23
Tabel 2.7	Koefisien Infiltrasi Berdasarkan Jenis Batuan (Ci).....	24
Tabel 2.8	Angka Kedalaman Tanah.....	24
Tabel 2.9	Besarnya Andalan untuk Berbagai Kegunaan.....	26
Tabel 2.10	Nilai FPR berdasarkan Berat Jenis Tanah.....	28
Tabel 2.11	Koefisien Pembanding LPR.....	29
Tabel 3.1	Perolehan Data yang Dibutuhkan.....	37
Tabel 4.1	Rekapitulasi Data Curah Hujan Rerata Harian Stasiun Ngancar.....	47
Tabel 4.2	Perhitungan Uji Data Metode RAPS.....	48
Tabel 4.3	Uji Korelasi Peringkat Metode <i>Spearman</i> Bulan Januari.....	50
Tabel 4.4	Rekapitulasi Uji Korelasi Peringkat Metode <i>Spearman</i> Pos Hujan Ngancar.....	51
Tabel 4.5	Uji Stasioner Pos Hujan Ngancar Bulan Januari.....	52
Tabel 4.6	Rekapitulasi Uji Stasioner Bulanan Pos Hujan Ngancar.....	53
Tabel 4.7	Uji <i>Run Test</i> Bulan Januari Pos Hujan Ngancar.....	54
Tabel 4.8	Rekapitulasi Uji <i>Run Test</i> Pos Hujan Ngancar.....	55
Tabel 4.9	Koefisien Pembanding LPR.....	56
Tabel 4.10	Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Metode FPR – LPR.....	58
Tabel 4.11	Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi setiap Periode.....	59
Tabel 4.12	Data Klimatologi Stasiun Ngancar Tahun 2015.....	60
Tabel 4.13	Perhitungan Evaporasi Potensial.....	63
Tabel 4.14	Perhitungan Debit Andalan Bulanan Tahun 2012 dengan Metode F.J Mock.....	66
Tabel 4.15	Rekapitulasi Perhitungan Debit Bulanan dengan Metode F.J Mock.....	69
Tabel 4.16	Data Curah Hujan dan Hasil Perhitungan Debit F.J. Mock Tahun 1996....	72

Tabel 4.17	Perhitungan Model Regresi Linier Sederhana Data Curah Hujan dan Hasil Perhitungan Debit F.J. Mock Tahun 1996	73
Tabel 4.18	Rekapitulasi Hasil perhitungan korelasi determinasi Tahun 1996 – 2016...	74
Tabel 4.19	Perhitungan Korelasi Peringkat Data Curah Hujan dan Hasil Perhitungan Debit F.J. Mock Tahun 1996	75
Tabel 4.20	Rekapitulasi Perhitungan Korelasi Peringkat Tahun 1996-2016.....	76
Tabel 4.21	Data Debit Diurutkan dari Besar - Kecil.....	79
Tabel 4.22	Debit Andalan Berdasarkan Karakteristik Aliran Metode <i>Basic Month</i>	81
Tabel 4.23	Rekapitulasi Debit Andalan Per Periode Berdasarkan Karakteristik Aliran	83
Tabel 4.24	Simulasi Keandalan Tampungan Waduk Tahun 2012.....	87
Tabel 4.25	Rekapitulasi Keandalan Tampungan Waduk Ngancar	88
Tabel 4.26	Lepasan Berdasarkan Tampungan Waduk.....	89
Tabel 4.27	Lepasan Berdasarkan Tampungan Waduk dalam Notasi	90
Tabel 4.28	Lepasan Berdasarkan Tampungan Waduk Ngancar	91
Tabel 4.29	Simulasi Pola Operasi Waduk Berdasarkan Tampungan Kondisi Debit Cukup	95
Tabel 4.30	Simulasi Pola Operasi Waduk Berdasarkan Tampungan Kondisi Debit Normal	96
Tabel 4.31	Simulasi Pola Operasi Waduk Berdasarkan Tampungan Kondisi Debit Rendah	97
Tabel 4.32	Simulasi Pola Operasi Waduk Berdasarkan Tampungan Kondisi Debit Kering.....	98
Tabel 4.33	Rencana Pola Operasi Waduk Ngancar	107
Tabel 4.34	Contoh Penerapan Lepasan Berdasarkan Tampungan Waduk (<i>Rule Curve</i>).....	108
Tabel 4.35	Debit Intake Waduk Ngancar untuk Bukaannya 1 Pintu.....	112
Tabel 4.36	Tinggi Bukaannya Pintu Intake Waduk Ngancar Kondisi Debit Air Tahun Cukup.....	114
Tabel 4.37	Tinggi Bukaannya Pintu Intake Waduk Ngancar Kondisi Debit Air Tahun Normal	115
Tabel 4.38	Tinggi Bukaannya Pintu Intake Waduk Ngancar Kondisi Debit Air Tahun Rendah	116
Tabel 4.39	Tinggi Bukaannya Pintu Intake Waduk Ngancar Kondisi Debit Air Tahun Kering	117



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2. 1	Karakteristik tampungan waduk	6
Gambar 2.2	Lepasan Berdasarkan Tampungan Waduk.....	10
Gambar 2.3	Aliran di Bawah Pintu Sorong dengan Dasar Horizontal	31
Gambar 2.4	Koefisien K untuk Debit Tenggelam (dari <i>Schimdt</i>)	31
Gambar 2.5	Koefisien Debit μ Masuk Permukaan Pintu Datar atau Lengkung.....	32
Gambar 3.1	Peta Wilayah Administrasi Kabupaten Wonogiri.....	33
Gambar 3.2	Peta Lokasi Bendungan Ngancar	34
Gambar 3.3	Peta Stasiun Hujan Kabupaten Wonogiri	35
Gambar 3.4	Lengkung Kapasitas Waduk Ngancar.....	37
Gambar 3.5	Potongan Bendungan Ngancar.....	38
Gambar 3.6	Potongan Outlet Waduk Ngancar	38
Gambar 3.7	Diagram Alir Pengerjaan Skripsi	43
Gambar 3.8	Diagram Alir Perhitungan Debit FJ. Mock.....	44
Gambar 3.9	Diagram Alir Perhitungan Simulasi Waduk	45
Gambar 4.1	Grafik Debit Bulanan (Tahun 1996) Metode F.J. Mock.....	68
Gambar 4.2	Rekapitulasi Grafik Bulanan Metode F.J. Mock	71
Gambar 4.3	Grafik Korelasi Determinasi Data Hujan dengan Debit F.J. Mock Tahun 1996	73
Gambar 4.4	Grafik Elevasi Muka Air Waduk saat Tahun Cukup.....	99
Gambar 4.5	Grafik Elevasi Muka Air Waduk saat Tahun Normal	100
Gambar 4.6	Grafik Elevasi Muka Air Waduk saat Tahun Rendah	101
Gambar 4.7	Grafik Elevasi Muka Air Waduk saat Tahun Kering.....	102
Gambar 4.8	Grafik Elevasi Muka Air Waduk Tahun Kering dengan Rule Curve Berdasarkan Kapasitas Tampungan	103
Gambar 4.9	Grafik Aturan Lepasan Tahun Cukup.....	104
Gambar 4.10	Grafik Aturan Lepasan Tahun Normal	105
Gambar 4.11	Grafik Aturan Lepasan Tahun Rendah	105
Gambar 4.12	Grafik Aturan Lepasan Tahun Kering	106
Gambar 4.13	Diagram Alir Penerapan Pola Operasi Waduk di Lapangan	110
Gambar 4.14	Lengkung Debit Operasi Intake Pintu 1 Waduk Ngancar	113





Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Data Hujan Harian Waduk Ngancar	1
Lampiran 2	Uji Ketidadaan <i>Trend</i> Bulanan	22
Lampiran 3	Uji Stasioner Bulanan Stasiun Ngancar	34
Lampiran 4	Uji <i>Run Test</i> Stasiun Ngancar	46
Lampiran 5	Perhitungan Debit Metode F.J. Mock	58
Lampiran 6	Uji Korelasi Peringkat Tahun 1996 – 2016	100
Lampiran 7	Keandalan Tampungan Waduk Eksisting	121





Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	2
1.3 Rumusan Masalah.....	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Tujuan dan Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Umum.....	5
2.2 Karakteristik Waduk	5
2.3 Ciri – Ciri Fisik Waduk.....	6
2.4 Lengkung Kapasitas Waduk	7
2.5 Pola Operasi Waduk.....	7
2.5.1 Simulasi Tampung Waduk	11
2.5.2 Peluang Keandalan dan Kegagalan Waduk	12
2.5.3 Periode Kritis Waduk.....	12
2.6 Analisa Hidrologi.....	13
2.6.1 Daerah Aliran Sungai	13
2.6.2 Curah Hujan	13
2.6.3 Pengujian Data Hujan	14
2.6.4 Klimatologi	18
2.6.5 Model Hujan-Debit Metode F.J. Mock.....	20
2.6.6 Analisa Kesesuaian Metode	25
2.6.7 Debit Andalan	26
2.7 Analisa Kebutuhan Air Irigasi	28
2.7.1 Kebutuhan Air Irigasi Metode FPR-LPR.....	28

2.7.2 Jenis Tanah	29
2.8 Operasi Pintu.....	30
2.8.1 Perencanaan Hidrolis Pintu Sorong	30
BAB III METODE PENELITIAN	33
3.1 Lokasi Studi	33
3.1.1 Letak Geografis.....	33
3.1.2 Keadaan Topografi	33
3.1.3 Batas Wilayah Administratif	34
3.1.4 Lokasi Objek Studi	34
3.2 Data-data yang diperlukan	35
3.3 Tahapan Penyelesaian Studi	38
3.2.1 Analisa Data Curah Hujan	38
3.2.2 Analisa Debit	38
3.2.3 Analisa Debit Andalan.....	39
3.2.4 Analisa Data Klimatologi	40
3.2.5 Analisa Kebutuhan Air Irigasi	40
3.2.6 Analisa Simulasi Operasi Waduk	40
3.2.7 Pedoman Operasi Waduk.....	42
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
4.1 Analisa Curah Hujan.....	47
4.1.1 Uji Data Hujan	48
4.2 Kebutuhan Air Irigasi	56
4.2.1 Analisa Kebutuhan Air Irigasi Metode FPR-LPR	56
4.2.2 Evapotranspirasi Potensial.....	60
4.3 Analisa Debit	64
4.3.1 Analisa Pola Ketersediaan Debit Metode F.J. Mock	64
4.3.2 Uji Regresi Linier	72
4.3.3 Perhitungan Debit Andalan.....	76
4.4 Simulasi Keandalan Tampung Waduk.....	84
4.5 Pedoman Lepas Pola Operasi Waduk	88
4.6 Simulasi Pola Operasi Waduk	91
4.7 Rencana Pola Operasi Waduk Ngancar	104
4.8 Penerapan Pola Pengoperasian Waduk di Lapangan	108
4.9 Perhitungan Pola Operasi Pintu Intake Waduk Ngancar	111



BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 119

 5.1 Kesimpulan 119

 5.2 Saran..... 122

DAFTAR PUSTAKA





Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Waduk merupakan bangunan rekayasa sungai yang dibangun melintang pada sungai, yang memiliki fungsi sebagai penampung air pada saat musim hujan dan menyuplai air pada musim kemarau agar stabilitas distribusi air merata sesuai dengan keperuntukannya.

Adanya dua musim di Indonesia yaitu musim hujan dan musim kemarau mempunyai pengaruh terhadap ketersediaan air. Di musim kemarau air dalam jumlah sedikit sedangkan di musim hujan air dalam jumlah banyak. Sehingga kebutuhan air pada musim kemarau banyak yang tidak terpenuhi secara optimal dikarenakan pengelolaan sumber daya yang kurang baik. Salah satu untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan melakukan pembangunan waduk.

Dengan direncanakan dan direalisasikan sarana pembangunan waduk, maka tampungan air pada musim kemarau bisa dimanfaatkan untuk menyuplai air dengan berbagai kebutuhan seperti kebutuhan air minum, pembangkit listrik, dan pengembangan irigasi daerah hilir sehingga dapat mewujudkan ketahanan air, pangan, dan energi. Disamping itu pembangunan waduk diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai sarana untuk mengendalikan banjir, melestarikan air tanah, dan pengendalian erosi.

Salah satu cara untuk menyuplai air secara merata dan optimal diperlukan simulasi operasi waduk. Maksudnya adalah sebagai pedoman pengaturan air untuk memenuhi berbagai kebutuhan air dan pengendali banjir, dengan tujuan untuk memanfaatkan air secara optimal dengan cara mengalokasikan secara proporsional sedemikian sehingga tidak terjadi konflik antar kepentingan dan pengendalian banjir pada musim hujan.

Waduk Ngancar merupakan salah satu wadu di Kabupaten Wonogiri yang menjadi hulu sungai Bengawan Solo. Waduk Ngancar yang membendung sungai Belik atau sungai Jarak terletak di Desa Selopuro, Batuwarno, Wonogiri (Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo, 2011). Waduk Ngancar dibangun oleh pemerintah Belanda pada tahun 1942 hingga 1944, yang kemudian pada tahun 1966 oleh pemerintah Indonesia dipulihkan kembali fungsinya (Wibagiyo et al, 1998, p.21).

1.2 Identifikasi Masalah

Waduk Ngancar memberi manfaat irigasi untuk 637 ha pertanian disekitar Kecamatan Batuwarno. Secara geografis terletak di hulu DAS Bengawan Solo dan memiliki topografi yang secara umum berbukit hingga bergunung dengan ketinggian maksimum 626 mdpl dan elevasi waduk setinggi 218 mdpl. Waduk Ngancar membendung sungai Jarak, dan suplesi dari Sungai Bening. Luas Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Ngancar yaitu Sub-DAS Temon adalah 7.2 km². Volume normal waduk menurut informasi Balai Pengelolaan Sumberdaya Air (PSDA) Bengawan Solo sebesar 2,05 juta m³ dan volume banjir sebesar 2,87 juta m³.

Waduk Ngancar merupakan salah satu waduk yang memiliki permasalahan kekeringan secara umum disebabkan oleh kerusakan *inlet* dan pengaruh musim. Hasil penelitian dari Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Bengawan Solo, volume Waduk Ngancar pada musim kemarau rata-rata sebesar 170.820 m³ untuk mengairi lahan pertanian seluas 10 ha yang berlangsung pada bulan September hingga awal desember. Sedangkan volume waduk normal sebesar 2,05 juta untuk mengairi irigasi lahan pertanian seluas 637 ha.

Dikutip dari halaman berita merdeka bahwa pada bulan Juli tahun 2015 terjadi kekeringan di Kabupaten Wonogiri. Pada wilayah selatan Kabupaten Wonogiri terdapat tujuh waduk yang dikelola oleh Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Bengawan Solo, ketujuh waduk tersebut mengalami penyusutan debit air, bahkan beberapa diantaranya sudah kering. Ketujuh waduk didaerah selatan Kabupaten Wonogiri tersebut diantaranya adalah Waduk Ngancar, Waduk Songputri, Waduk Plumbon, Waduk Parangjoho, Waduk Krisak, Waduk Kedung Uling, Waduk Ngancar.

Selain permasalahan yang terjadi diatas menurut juru Waduk Ngancar, selama ini pola pengoperasian waduk hanya berdasarkan permintaan dari Gabungan Perkumpulan Petani Pemakai Air (GP3A). Hal itu mengakibatkan tidak optimalnya pengoperasian Waduk Ngancar, sehingga pada saat musim kemarau ada beberapa periode yang tidak terpenuhi, bahkan volume Waduk Ngancar menjadi kering/kosong. Maka dengan adanya permasalahan seperti di atas pada Waduk Ngancar dibutuhkan adanya perencanaan pola operasi pada waduk untuk mengoptimalkan penyuplaian air dan memanfaatkan air secara optimal sesuai dengan kebutuhannya.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan batasan masalah di atas, maka dapat dibuat suatu rumusan masalah diantaranya sebagai berikut:

1. Berapa besarnya debit andalan untuk kondisi debit air cukup dengan keandalan 26.02%, kondisi debit air normal dengan keandalan 50.68%, kondisi debit air rendah dengan keandalan 75.34%, kondisi debit air kering dengan keandalan 97.30%, pada Waduk Ngancar?
2. Berapa besarnya kebutuhan air irigasi eksisting yang dilayani oleh Waduk Ngancar menggunakan metode FPR-LPR?
3. Bagaimana keandalan tampungan eksisting Waduk Ngancar selama tahun 1996 sampai tahun 2016?
4. Bagaimana hasil simulasi pola operasi Waduk Ngancar berdasarkan kapasitas tampungan waduk dan kebutuhan yang akan dilayani untuk tiap keandalan debit yang sudah direncanakan?
5. Bagaimana aturan lepasan pola operasi dengan menggunakan metode *rule curve* berdasarkan kebutuhan air irigasi?
6. Bagaimana pola operasi pintu yang dilakukan berdasarkan simulasi operasi waduk untuk tiap keandalan debit?

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi permasalahan maka diperlukan pembatasan masalah agar pembatasan sesuai dengan permasalahan pokok yang ada dalam studi ini. Adapun batasan-batasan masalah tersebut meliputi:

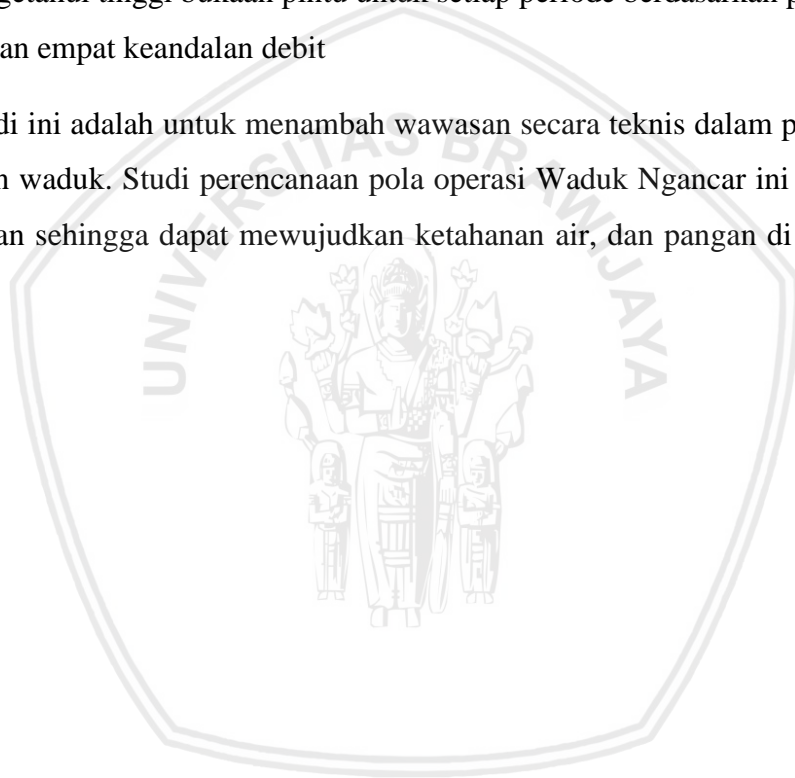
1. Perencanaan pola operasi waduk dengan menggunakan metode simulasi dengan persamaan kontinuitas tampungan.
2. Data hujan yang digunakan sebanyak 21 tahun.
3. Stasiun hujan yang digunakan sebanyak 1 stasiun hujan.
4. Data kebutuhan air irigasi berdasarkan RTTG Kabupaten Wonogiri tahun 2017
5. Aturan lepasan menggunakan metode *rule curve*.

1.5 Tujuan dan Manfaat

Tujuan studi perencanaan pola operasi Waduk Ngancar ini adalah:

1. Mengetahui besarnya debit andalan berdasarkan empat kondisi keandalan untuk perencanaan pola operasi waduk
2. Mengetahui besarnya kebutuhan air irigasi eksisting yang dilayani oleh waduk Ngancar sesuai RTTG kabupaten Wonogiri
3. Mengetahui kondisi tampungan eksisting waduk selama tahun 1996 – 2016 untuk dijadikan evaluasi perencanaan operasi
4. Mengetahui berapa besarnya kebutuhan irigasi yang mampu dipenuhi dengan pola operasi waduk sesuai dengan keandalan debit
5. Mengetahui aturan lepasan pola operasi menggunakan metode *rule curve*
6. Mengetahui tinggi bukaan pintu untuk setiap periode berdasarkan pola operasi dengan empat keandalan debit

Manfaat studi ini adalah untuk menambah wawasan secara teknis dalam perencanaan dan pengoperasian waduk. Studi perencanaan pola operasi Waduk Ngancar ini diharapkan dapat direalisasikan sehingga dapat mewujudkan ketahanan air, dan pangan di Kabupaten Wonogiri.



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Waduk merupakan bangunan rekayasa sungai yang dibangun melintang pada sungai, yang memiliki fungsi sebagai menampung air pada saat musim hujan dan menyalurkan air pada musim kemarau agar kestabilan distribusi air merata sesuai dengan keperluannya. Waduk dapat dimanfaatkan antara lain sebagai berikut:

1. Irigasi

Pada saat musim penghujan, hujan yang turun di daerah tangkapan air sebagian besar akan mengalir ke sungai. Kelebihan air yang terjadi dapat ditampung waduk sebagai persediaan, sehingga pada saat musim kemarau tiba air tersebut dapat digunakan untuk keperluan irigasi lahan pertanian.

2. PLTA

Dalam menjalankan fungsinya sebagai PLTA, waduk dikelola untuk mendapatkan kapasitas listrik yang dibutuhkan. Pembangkit Listrik Tenaga Air (PLTA) adalah suatu sistem pembangkit listrik yang biasanya terintegrasi dalam bendungan dengan memanfaatkan energi mekanis aliran air untuk memutar turbin yang kemudian akan diubah menjadi tenaga listrik oleh generator.

3. Penyediaan air baku

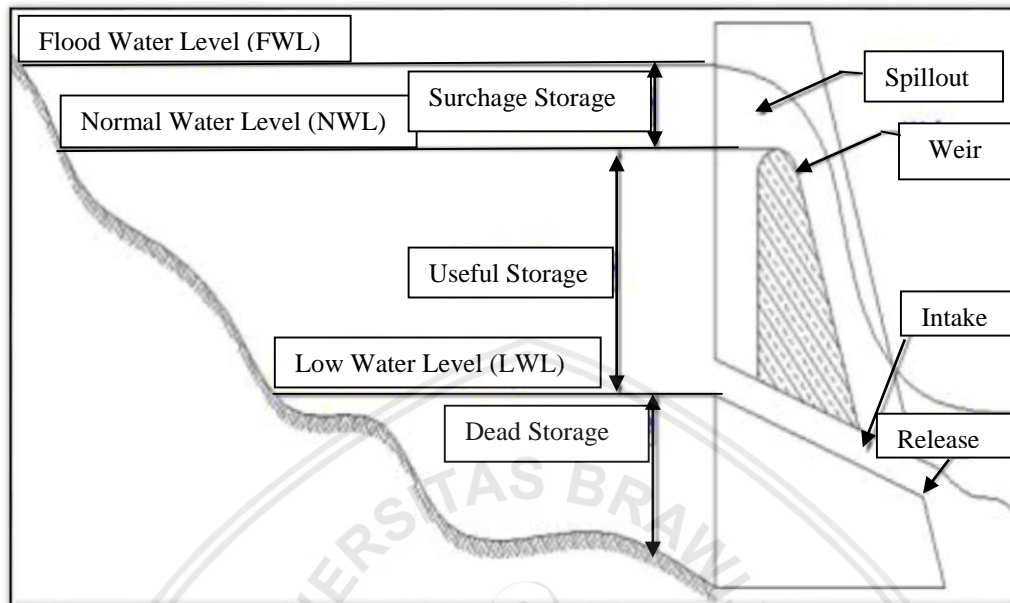
Air baku adalah air bersih yang dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan air minum dan air rumah tangga. Waduk selain sebagai sumber pengairan persawahan juga dimanfaatkan sebagai sumber penyediaan air baku untuk bahan baku air minum dan air rumah tangga. Air yang dipakai harus memenuhi persyaratan sesuai kegunaannya.

2.2 Karakteristik Waduk

Karakteristik suatu waduk merupakan bagian pokok dari waduk yaitu tampungan normal (*Normal Storage*), tampungan mati (*Dead Storage*), muka air maksimum, muka air minimum, tinggi mercu bangunan pelimpah. Dari karakteristik fisik waduk tersebut didapatkan hubungan antara elevasi dan volume tampungan yang disebut lengkung kapasitas waduk. Lengkung kapasitas tampungan waduk merupakan data yang menggambarkan volume tampungan air didalam waduk pada setiap ketinggian muka air.

2.3 Ciri – Ciri Fisik Waduk

Bagian - bagian pokok sebagai ciri fisik suatu waduk adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 1 Karakteristik tampungan waduk
Sumber: Sudjarwadi, (1988,p.4)

1. Tampungan berguna (*usefull storage*), menurut Seyhan (Seyhan, 1979, p.24), adalah volume tampungan diantara permukaan genangan minimum (*Low Water Level = LWL*) dan permukaan genangan normal (*Normal Water Level = NWL*).
2. Tampungan tambahan (*surchage storage*) adalah volume air diatas genangan normal selama banjir. Untuk beberapa saat debit meluap melalui pelimpah. Kapasitas tambahan ini biasanya tidak terkendali, dengan pengertian adanya hanya pada waktu banjir dan tidak dapat dipertahankan untuk penggunaan selanjutnya (Linsey, 1985, p.65).
3. Tampungan mati (*daed storage*) adalah volume air yang terletak dibawah permukaan genangan minimum, dan air ini tidak dimanfaatkan dalam pengoperasian waduk.
4. Permukaan genangan normal (*normal water level/NWL*), adalah elevasi maksimum yang dicapai oleh permukaan air waduk.
5. Permukaan genangan minimum (*low water level/LWL*), adalah elevasi terendah bila tampungan dilepaskan pada kondisi normal, permukaan ini dapat ditentukan oleh elevasi dari bangunan pelepasan yang terendah.
6. Permukaan genangan pada banjir rencana adalah elevasi air selama banjir maksimum direncanakan terjadi (*flood water level/FWL*).

7. Pelepasan (*realese*), adalah volume air yang dilepaskan secara terkendali dari suatu waduk selama kurun waktu tertentu.
8. Limpasan (*spillout*), dianggap aliran tidak terkendali dari waduk dan hanya terjadi kalau air yang di tampung dalam waduk melebihi tinggi muka air maksimum crest pelimpah.
9. Periode kritis (*critical periode*), adalah periode dimana sebuah waduk berubah dari kondisi penuh ke kondisi kosong tanpa melimpah selama periode itu. Awal periode kritis adalah keadaan waduk penuh dan akhir periode kritis adalah ketika waduk pertama kali kosong.

2.4 Lengkung Kapasitas Waduk

Lengkung kapasitas waduk (*storage capacity curve of reservoir*) merupakan suatu kurva yang menggambarkan hubungan antara luas muka air (*reservoir area*), volume (*storage capacity*) dengan elevasi (*reservoir water level*). Dari lengkung kapasitas waduk ini akan diketahui berapa besarnya tampungan pada elevasi tertentu, sehingga dapat ditentukan ketinggian muka air yang diperlukan untuk mendapatkan besarnya volume tampungan pada suatu elevasi tertentu.

2.5 Pola Operasi Waduk

Pola Operasi waduk adalah patokan operasional bulanan suatu waduk dimana debit air yang dikeluarkan oleh waduk harus sesuai dengan ketentuan agar elevasinya terjaga sesuai dengan rencana. Pola operasi waduk disepakati bersama oleh para pemanfaat air dan pengelola melalui Panitia Tata Pengaturan Air (PTPA). Tujuan dari disusunnya pola operasi waduk adalah untuk memanfaatkan air secara optimal demi tercapainya kemampuan maksimal waduk dengan cara mengalokasikan secara proporsional sehingga tidak terjadi konflik antar kepentingan.

Kebijakan pola pengoperasian waduk dapat dibedakan menjadi 3, yaitu:

1. *Standard Operating Policy (SOP)*

Kebijakan pola pengoperasian waduk berdasarkan SOP adalah dengan menentukan *outflow* terlebih dahulu berdasarkan ketersediaan air di waduk dikurangi kehilangan air. Sejauh mungkin *outflow* yang dihasilkan dapat memenuhi seluruh kebutuhan / *demand* dengan syarat air berada dalam zona kapasitas / tampungan efektif. Besarnya pelepasan dapat ditentukan sebagai berikut:

$$RL_t = I_t + S_{t-1} - E_t - S_{maks}, \text{ apabila } I_t + S_{t-1} - E_t - D_t > S_{maks} \dots\dots\dots (2-1)$$

$$RL_t = I_t + S_{t-1} - E_t - S_{min}, \text{ apabila } I_t + S_{t-1} - E_t - D_t < S_{min} \dots\dots\dots (2-2)$$

$$RL_t = D_t, \text{ apabila } S_{min} < I_t + S_{t-1} - E_t - D_t < S_{maks} \dots\dots\dots (2-3)$$

Keterangan:

I_t : debit inflow waduk pada bulan ke-t (juta m³/bulan).

RL_t : release waduk pada bulan ke-t (juta m³/bulan).

$St-1$: tampungan waduk awal bulan ke-t (juta m³/bulan).

D_t : demand pada waktu ke-t.

E_t : Evaporasi pada bulan ke-t (juta m³/bulan).

$Smaks$: tampungan waduk maksimum (juta m³/bulan).

$Smin$: tampungan waduk minimum (juta m³/bulan).

t : bulan (1,2,3,.....,12).

2. Linier Program

Program Linier banyak dipakai dalam program optimasi pendayagunaan sumber daya air, baik untuk permasalahan operasi dan pengelolaan yang sederhana sampai permasalahan yang kompleks. Teknik program linier dapat dipakai apabila terdapat hubungan linier antara variabel-variabel yang dioptimasi, baik dalam fungsi tujuan (*objective function*) maupun kendala (*constraint function*).

Jika ada sejumlah m ketidaksamaan atau persamaan linier dari r variable, dan akan dicari nilai non negatif dari variable-variable ini yang memenuhi *constraints* (persamaan atau ketidaksamaan tadi) serta memaksimumkan atau meminimumkan suatu fungsi linier dari variable-variable tersebut, maka secara matematis bisa dirumuskan sebagai berikut (Limantara & Soetopo, 2011, p.19):

a). Fungsi tujuan (*objective function*) :

$$\text{Memaksimumkan atau meminimumkan } Z = C_1X_1 + C_2X_2 + \dots + C_rX_r \dots\dots (2-4)$$

b). Fungsi kendala (*constraint function*) :

$$a_{i1} X_1 + a_{i2}X_2 + \dots + a_{ir}X_r (\geq, =, \leq) b_i \dots\dots\dots (2-5)$$

Syarat *non negative* : $X_r \geq 0$ untuk $r = 1, 2, 3, \dots, n$

Dimana:

C_r = Koefisien fungsi tujuan variabel ke-r

a_{ir} = Koefisien fungsi kendala ke-i variabel ke-r

b_i = Nilai ruas kanan dari persamaan kendala ke-m yang menunjukkan nilai syarat kendala tersebut

X_r = Variabel keputusan ke-r

Z = Fungsi Tujuan

i = 1, 2, . . . , m (indeks untuk jumlah variabel kendala)

$r = 1, 2, \dots, n$ (indeks untuk jumlah variabel putusan)

3. Rule Curve

Rule curve adalah ilmu yang menunjukkan keadaan waduk pada akhir periode pengoperasian yang harus dicapai pada suatu nilai *outflow* tertentu. *Rule curve* pengoperasian waduk adalah kurva atau grafik yang menunjukkan hubungan antara prosentase pemenuhan kebutuhan (sumbu tegak), sementara besarnya tampungan di ukur dengan prosentase tampungan waduk terhadap kapasitas tampungan aktual (sumbu aktual) (Mahon, 1978, p.16). *Rule Curve* ini digunakan sebagai pedoman pengoperasian waduk dalam menentukan pelepasan yang diijinkan dan sebagai harapan memenuhi kebutuhan.

Parameter yang digunakan dalam penerapan pedoman lepasan pola operasi waduk berdasarkan tampungan adalah sebagai berikut:

a) Tampungan Waduk (%)

Besarnya tampungan waduk diukur dengan prosentase tampungan terhadap kapasitas tampungan efektif.

b) Lepasn (%)

Besarnya pemenuhan kebutuhan di ukur dengan melihat kondisi tampungan waduk. Artinya, apabila kondisi tampungan waduk menurun maka prosentase lepasan sesuai kebutuhan juga menurun.

Kebijakan *release* waduk dalam penerapan pedoman pola operasi (Soetopo, 2010, p.34), adalah sebagai berikut:

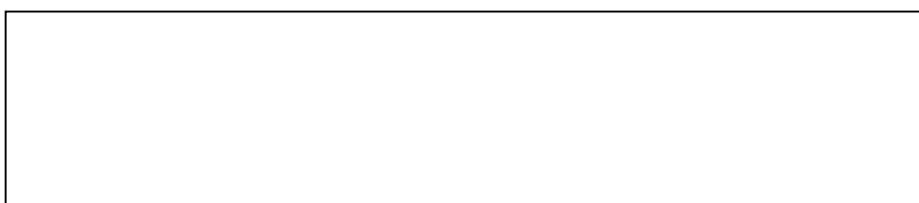
- 1) Untuk operasi waduk aturan lepasan berdasarkan tampungan diterapkan pembatasan minimum tampungan waduk dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut:

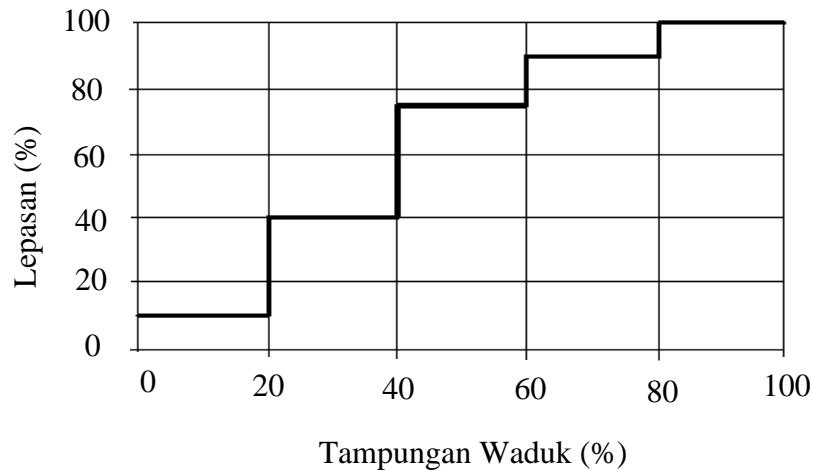
Tabel 2.1 Lepasn Berdasarkan Tampungan Waduk

No. Kisaran	Batas Minimum Tampungan Waduk (%)	Lepasn (%)
1	0	10
2	20	40
3	40	75
4	60	90
5	80	100

Sumber: Soetopo, (2010,p.34)

Apabila dinyatakan dalam bentuk grafik, maka aturan lepasn berdasarkan tampungan waduk ini dapat dilihat pada Gambar 2.2 berikut:





Gambar 2.2 Lepasan Berdasarkan Tampungan Waduk
Sumber: Soetopo, (2010,p.34)

2) Untuk menentukan prosentase pemenuhan kebutuhan, lepasan (%) dapat diganti dengan cara coba-coba. Dalam proses penentuan lepasan dengan coba-coba untuk mempermudah perhitungan dibuat suatu formula dalam simulasi waduk, misalnya pada pedoman pola operasi waduk (Tabel 2.1) maka proses pengerjaannya sebagai berikut:

- Jika (S_{akhir}) < 20 %, maka lepasan 10 %
- Jika (S_{akhir}) < 40 %, maka lepasan 40 %
- Jika (S_{akhir}) < 60 %, maka lepasan 75 %
- Jika (S_{akhir}) < 80 %, maka lepasan 90 %
- Jika (S_{akhir}) > 80 %, maka lepasan 100 %

2.5.1 Simulasi Tampungan Waduk

Tampungan waduk tergantung dari kebutuhannya, maka lingkup waktu dari simulasi mencakup 1 tahun operasi atau lebih. Salah satu operasi dibagi-bagi menjadi sejumlah periode, misalnya bulanan, 15 harian, 10 harian, mingguan, maupun harian. Persamaan umum simulasi operasi waduk adalah Neraca Keseimbangan Air (*water balance*).

Simulasi operasi waduk bertujuan untuk meninjau sejauh mana tingkat keandalan atau kegagalan yang terjadi dari perilaku sistem pengoperasian waduk dalam memenuhi kebutuhan pelayanannya. Model simulasi akan menganalisis probabilitas keandalan atau kegagalan rencana operasi yang telah ditetapkan.

Secara umum beberapa pendekatan simulasi waduk dapat dilakukan sebagai berikut:

1. Simulasi dilakukan sepanjang beberapa tahun menurut urutan tahun inflow.
2. Awal pengoperasian pada bulan pertama atau sesuai dengan pola tanam di daerah irigasi.

3. Kehilangan air bulanan (evaporasi) merupakan fungsi dari luas genangan waduk dengan data ketinggian evaporasi yang ada (luas permukaan \times tinggi evaporasi \times koefisien bulan).
4. Tampungannya waduk di akhir bulan tidak diperkenankan kurang dari kapasitas minimum dan melebihi kapasitas maksimum.
5. Limpasan terjadi jika volume tampungan akhir waduk melebihi kapasitas maksimum.
6. Luas genangan dan elevasi waduk dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan lengkung teoritis waduk.
7. Volume tampungan awal sama dengan volume tampungan akhir waduk bulan sebelumnya.
8. Pada perhitungan unjuk kerja digunakan asumsi bahwa waduk dianggap gagal apabila tidak bisa memenuhi seluruh kebutuhan.

Persamaan yang digunakan adalah kontinuitas tampungan (*mass storage equation*) yang memberi hubungan antara masukan, keluaran dan perubahan tampungan.

Persamaan secara matematika dinyatakan, sebagai berikut (Mahon, 1978, p.24)

$$S_{t+I} = S_t + Q_t - D_t - E_t - L_t \dots\dots\dots (2-6)$$

Dengan:

- t = interval waktu yang digunakan
- S_t = tampungan waduk pada awal interval waktu
- S_{t+I} = tampungan waktu pada akhir interval waktu
- Q_t = aliran masuk selama interval waktu t
- D_t = lepasan air selama interval waktu t
- E_t = evaporasi selama interval waktu t
- L_t = kehilangan - kehilangan air lain dari waduk selama interval waktu t , mempunyai harga yang kecil dan dapat diabaikan
- C = tampungan aktif (tampungannya efektif)

Keuntungan menggunakan metode ini adalah prosedurnya sangat sederhana dan dengan jelas menunjukkan perilaku air yang di tampung, selain itu cara ini dapat diterapkan pada data yang didasarkan pada segala interval waktu.

2.5.2 Peluang Keandalan dan Kegagalan Waduk

Peluang kegagalan sebuah tampungan waduk adalah perbandingan antara jumlah satuan waktu waduk kosong dengan jumlah satuan total yang digunakan dalam proses analitis (Mahon, 1978, p.17).

$$Pe = \frac{P}{N} \times 100\% \dots\dots\dots (2-7)$$

Sedangkan definisi keandalan adalah indikator seberapa sering waduk untuk memenuhi kebutuhan yang ditargetkan selama masa pengoperasiannya adalah:

$$Re = 100\% - Pe \dots\dots\dots (2-8)$$

Dengan:

Pe = Peluang Kegagalan (%)

Re = Peluang Keandalan (%)

P = Jumlah Kejadian Gagal

N = Jumlah Total Kejadian

2.5.3 Periode Kritis Waduk

Periode kritis (*critical period*), yaitu periode dimana sebuah waduk berubah dari kondisi penuh ke kondisi kosong tanpa melimpah selama periode tersebut. Awal periode kritis adalah waduk dalam keadaan penuh, akhir periode kritis adalah ketika waduk pertama kali kosong. Jadi hanya satu kali kegagalan yang bisa terjadi selama periode kritis. Definisi tersebut tidak diterima sepenuhnya, misalnya *U.S. Army Corps of Engineer (1975)* menetapkan periode kritis mulai dari kondisi penuh melewati kekosongan dan kembali ke kondisi penuh serta memakai istilah periode muka air surut kritis (*Critical drawdown period*) terhadap perubahan tingkat penuh ke tingkat kosong. Selanjutnya yang dipakai dalam analisa adalah definisi dari *U.S. Army Corps of Engineer*.

2.6 Analisa Hidrologi

Data hidrologi adalah kumpulan keterangan atau fakta mengenai fenomena hidrologi (*hydrologic phenomenon*). Data hidrologi merupakan bahan informasi yang sangat penting dalam pelaksanaan inventarisasi sumber-sumber air yang tepat dan rehabilitasi sumber-sumber alam. Seperti besarnya curah hujan, temperatur, penguapan, lamanya penyinaran matahari, kecepatan angin, debit sungai, tinggi muka air sungai, kecepatan aliran, konsentrasi sedimen sungai akan selalu berubah terhadap waktu (Soewarno, 1995, p.1).

2.6.1 Daerah Aliran Sungai

Daerah Aliran Sungai (DAS) (*catchment, basin, watershed*) merupakan daerah dimana semua airnya mengalir ke dalam suatu sungai yang dimaksudkan. Daerah ini umumnya dibatasi oleh batas topografi, yang berarti ditetapkan berdasar aliran air permukaan. Batas ini tidak ditetapkan berdasar air bawah tanah karena permukaan air tanah selalu berubah sesuai dengan musim dan tingkat kegiatan pemakaian.

Nama sebuah DAS ditandai dengan nama sungai yang bersangkutan dan dibatasi oleh titik kontrol, yang umumnya merupakan stasiun hidrometri. Memperhatikan hal tersebut berarti sebuah DAS dapat merupakan bagian dari DAS lain (Harto, 2009, p.17). Dalam sebuah DAS kemudian dibagi dalam area yang lebih kecil menjadi sub DAS. Penentuan batas-batas sub DAS berdasarkan kontur, jalan dan rel KA yang ada di lapangan untuk menentukan arah aliran air.

Dari peta topografi, ditetapkan titik-titik tertinggi disekeliling sungai utama (*main stream*) yang dimaksudkan, dan masing-masing titik tersebut dihubungkan satu dengan lainnya sehingga membentuk garis utuh yang bertemu ujung pangkalnya. Garis tersebut merupakan batas DAS dititik kontrol tertentu (Harto, 2009, p.17).

2.6.2 Curah Hujan

Untuk mendapatkan gambaran mengenai penyebaran hujan di seluruh daerah, di beberapa tempat tersebar pada Daerah Aliran Sungai (DAS) dipasang alat penakar hujan. Pada daerah aliran yang kecil kemungkinan hujan terjadi merata di seluruh daerah, tetapi tidak pada daerah aliran yang besar. Hujan yang terjadi pada daerah aliran yang besar tidak sama, sedangkan pos-pos penakar hujan hanya mencatat hujan di suatu titik tertentu. Sehingga akan sulit untuk menentukan beberapa hujan yang turun di seluruh areal. Hal ini akan menyulitkan dalam menentukan hubungan antara debit banjir dan curah hujan yang mengakibatkan banjir tersebut.

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau curah hujan daerah yang dinyatakan dalam satuan millimeter (Sosrodarsono, 2003, p.27).

2.6.3 Pengujian Data Hujan

Data Hujan yang kita peroleh perlu diuji kelayakannya terlebih dahulu sebelum diolah. Beberapa kemungkinan kesalahan dapat terjadi dan kesulitan yang biasa dialami dalam upaya memperoleh data adalah sebagai berikut:

1. Akses untuk memperoleh data tidak mudah karena masalah administrasi institusi pemilik data.
2. Data tahun terakhir sering belum dipublikasikan (pengarsipan data).
3. Bentuk laporan dan tatacara pencatatan yang kurang seragam.
4. Alat pernah mengalami kerusakan atau perpindahan lokasi.

Untuk pengujian data hujan sendiri terdapat beberapa metode yang sering digunakan khususnya pada satu lokasi stasiun hujan. Dalam suatu rangkaian data pengamatan hujan, dapat timbul ketidak konsistenan, yang dapat mengakibatkan penyimpangan dalam perhitungan.

Ketidak konsistenan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain :

- a. Perubahan letak stasiun
- b. Perubahan sistem pendataan
- c. Perubahan iklim
- d. Perubahan dalam lingkungan sekitar

Apabila data hujan tersebut tidak konsisten, maka dapat dilakukan koreksi dengan menggunakan rumus:

$$C = Fk \times C' \dots\dots\dots(2-9)$$

$$Fk = \left[\frac{\tan \alpha}{\tan \alpha_c} \right] \dots\dots\dots(2-10)$$

Dengan:

C : Data hujan yang diperbaiki (mm)

C' : Data hujan hasil pengamatan (mm)

$Tg \alpha$: Kemiringan sebelum ada perubahan ($^{\circ}$)

$Tg \alpha_c$: Kemiringan setelah ada perubahan ($^{\circ}$)

Uji konsistensi ini dapat diselidiki dengan cara membandingkan curah hujan tahunan kumulatif dari stasiun yang diteliti dengan harga kumulatif curah hujan rata-rata dari suatu jaringan stasiun dasar yang bersesuaian. Pada umumnya, metode ini di susun dengan urutan kronologis mundur dan di mulai dari tahun yang terakhir atau data yang terbaru hingga data terakhir.

2.6.3.1 Metode RAPS

Pengujian kelayakan data hujan dengan hanya satu lokasi pencatatan data hujan (stasiun hujan) adalah dengan menggunakan metode RAPS (Sri Harto, 2010, p.57). Bulan yang didapat lebih kecil dari nilai kritik, maka data dinyatakan pangkah. Uji kepanggahan dilakukan dengan menggunakan persamaan-persamaan berikut.

$$S_0^* = 0 \dots\dots\dots(2-11)$$

$$S_k^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) \dots\dots\dots(2-12)$$

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{D_y} \dots\dots\dots(2-13)$$

$$D_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n} \dots\dots\dots(2-14)$$

Dengan:

$$k = 1,2,3,\dots,n$$

$$Q_{maks} | S_k^{**} | \text{ untuk } 0 \leq k \leq n \dots\dots\dots(2-15)$$

$$R = \text{maks } S_k^{**} - \text{min } S_k^{**} \dots\dots\dots(2-16)$$

Dengan melihat nilai statistic di atas maka dapat dicari nilai $Q\sqrt{n}$ dan $R\sqrt{n}$. Hasil yang didapat dibandingkan dengan nilai $Q\sqrt{n}$ syarat dan $R\sqrt{n}$ syarat, jika lebih kecil maka data masih dalam batasan konsisten.

Tabel 2.2 Nilai Statistik $Q\sqrt{n}$ dan $R\sqrt{n}$

n	$Q/n^{0.5}$			$R/n^{0.5}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1.05	1.14	1.29	1.21	1.28	1.38
20	1.1	1.22	1.42	1.34	1.43	1.6
30	1.12	1.24	1.48	1.4	1.5	1.7
40	1.14	1.27	1.52	1.44	1.55	1.78
100	1.17	1.29	1.55	1.5	1.62	1.85
	1.22	1.36	1.63	1.62	1.75	2

Sumber: Sri Harto, (1993,p.168)



2.6.3.2 Uji Ketidakadaan Trend

Suatu rangkaian data hidrologi yang disajikan secara kronologis sebagai fungsi dari waktu dengan interval waktu yang sama disebut deret berkala. Deret berkala yang nilainya menunjukkan gerakan yang berjangka panjang dan mempunyai kecenderungan menuju kesatu arah disebut pola atau *trend* (Soewarno,1995, p.85).

Apabila dalam deret berkala menunjukkan adanya *trend* dan maka datanya tidak disarankan untuk digunakan dalam analisa hidrologi, misalnya analisis peluang dan simulasi. Salah satu cara untuk menguji ketidakadaan *trend* dalam deret berkala menggunakan koefisien korelasi peringkat metode Spearman, yang dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)}{n^3 - n} \dots \dots \dots (2-17)$$

$$t = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{1/2} \dots \dots \dots (2-18)$$

Keterangan:

- KP = Koefisien korelasi peringkat dari Spearman
- n = Jumlah data
- dt = $R_t - T_t$
- T_t = Peringkat dari waktu
- R_t = Peringkat dari variable hidrologi
- t = Nilai distribusi t dengan derajat kepercayaan 5%
- dk = Derajat kebebasan (n-2)

2.6.3.3 Uji Stasioner

Perlu dipastikan tentang keandalan data sebelum dilakukan perhitungan dan analisis. Untuk itu dilakukan pengujian - pengujian secara statistik. Pengujian dilakukan untuk memastikan ketepatannya agar hasil perhitungan itu dapat digunakan untuk proses lebih lanjut.

Pengujian statistik lebih ditujukan untuk menguji parameter – parameternya, antara lain dapat dilakukan dengan membandingkan rerata, variansi, kovariansi, korelasi dan sebagainya. Uji Stasioner dimaksudkan untuk menguji kestabilan nilai varian dan kestabilan rata-rata dari variable hidrologi. Pengujian varian dapat dilakukan dengan uji F sedangkan pengujian kestabilan rata – rata dapat dilakukan dengan uji T.

2.6.3.3.1 Uji F

Uji Analisa Variansi pada dasarnya adalah menghitung nilai F. Kemudian nilai F ini dibandingkan dengan nilai F kritis (F_{cr}) dari Tabel F. Adapun yang di uji adalah

kestabilan data atau keseragaman (homogenitas). Jika hasil pengujian ditolak, berarti nilai kestabilan variannya tidak stabil atau tidak homogen (Soewarno,1995, p.96). Rumus yang di pakai dalam pengujian ini adalah:

$$F = \frac{n_1 x S_1^2 x (n_2 - 1)}{n_2 x S_2^2 x (n_1 - 1)} \dots\dots\dots(2-19)$$

$$dk_1 = n_1 - 1$$

$$dk_2 = n_2 - 1$$

Dengan:

dk_1 = derajat kebebasan kelompok sampel 1

dk_2 = derajat kebebasan kelompok sampel 2

s_1 = simpangan baku dari sampel 1

s_2 = simpangan baku dari sampel 2

n_1 = ukuran dari sampel 1

n_2 = ukuran dari sampel 2

Hipotesa:

H_0 = Data sampel 1 dan data sampel 2 berasal dari populasi yang sama

H_1 = Data sampel 1 dan data sampel 2 tidak berasal dari populasi yang sama

2.6.3.3.2 Uji T

Menurut Soetopo. W. (2013, p.27), Uji t termasuk jenis uji untuk sampel kecil, yaitu kurang dari 30 data. Untuk mengetahui apakah dua sampel berasal dari populasi yang sama maka dihitung t score dengan rumus:

$$t = \frac{|\mu_1 - \mu_2|}{\sigma \cdot \sqrt{\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}}} \dots\dots\dots(2-20)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{(N_1 - 1) \times s_1^2 + (N_2 - 1) \times s_2^2}{N_1 + N_2 - 2}} \dots\dots\dots(2-21)$$

Dengan:

μ_1 = rerata dari sampel 1

μ_2 = rerata dari sampel 2

s_1 = simpangan baku dari sampel 1

s_2 = simpangan baku dari sampel 2

N_1 = ukuran dari sampel 1

N_2 = ukuran dari sampel 2

Hipotesa:

H_0 = Data sampel 1 dan data sampel 2 berasal dari populasi yang sama

H_1 = Data sampel 1 dan data sampel 2 tidak berasal dari populasi yang sama

2.6.3.4 Uji Run Test

World Meteorological Organization dalam *Technical Note no. 81 Some Methods of Climatological Analysis* menyatakan untuk menguji homogenitas data iklim dengan tes non parametrik yang lebih sering digunakan adalah dengan metode Run Test. Run Test merupakan uji deret untuk melihat keacakan. Tujuan dari uji deret adalah untuk menentukan apakah dalam suatu data terdapat pola tertentu atau apakah data tersebut merupakan sampel yang acak. Dalam kaitannya dengan uji homogenitas data klimatologi, dalam Run Test ini akan didapatkan 2 kemungkinan. Yaitu jika data bersifat acak (*Random*) terhadap median maka data tersebut homogen, sedangkan jika data memiliki kecenderungan (*Trend*) lebih banyak diatas median atau dibawah median maka data tersebut tidak homogen.

2.6.4 Klimatologi

Klimatologi yang diperlukan dalam perencanaan adalah besarnya evapotranspirasi potensial. Evapotranspirasi potensial adalah penguapan yang disebabkan oleh evaporasi air bebas dan transpirasi oleh tumbuhan (evapo dan transpirasi). Kondisi klimatologi di lokasi studi diantaranya dapat digambarkan oleh beberapa parameter iklim, antara lain temperatur udara.

Besaran evapotranspirasi dihitung memakai cara Penman modifikasi (FAO), dengan masukan data iklim berikut: letak lintang, temperatur, kelembaban relatif, kecepatan angin dan lama penyinaran matahari.

Untuk mendapatkan besaran evapotranspirasi diperlukan data klimatologi: suhu, kelembaban relatif, penyinaran matahari dan kecepatan angin. Rumus yang digunakan untuk menghitung evapotranspirasi adalah rumus Penman Modifikasi yang dinyatakan dengan:

$$E_{T0} = c \times E_T^* \dots\dots\dots(2-22)$$

$$E_T^* = w (0,75 R_s - R_{n1}) + (1 - w) f(u) (e_a - e_d) \dots\dots\dots(2-23)$$

Dimana :

w = faktor yang berhubungan dengan temperatur (T) dan elevasi daerah. Untuk daerah Indonesia dengan elevasi antara 0 - 500 m, hubungan harga T dan w seperti pada Tabel 2.3.

$$R_s = \text{Radiasi gelombang pendek dalam satuan evaporasi (mm/hari)} \\ = (0,25 + 0,54 n/N) R_a \dots\dots\dots(2-24)$$

R_a = Radiasi gelombang pendek yang memenuhi batas luar atmosfer (angka angot) yang dipengaruhi oleh letak lintang daerah. Harga R_a seperti (Tabel 2.4).

$$R_{nl} = \text{Radiasi bersih gelombang panjang (mm/hari)} \\ = f(t) \times f(e_d) \times f(n/N) \dots\dots\dots(2-25)$$

$f(t)$ = Fungsi suhu (Tabel 2.3)

$$f(e_d) = \text{Fungsi tekanan uap} \\ = 0,34 - 0,44 \times \sqrt{e_d} \dots\dots\dots(2-26)$$

$$f(n/N) = \text{Fungsi kecerahan} \\ = 0,1 + 0,9 n/N \dots\dots\dots(2-27)$$

$$f(u) = \text{Fungsi dari kecepatan angin pada ketinggian 2 m dalam satuan (m/dt)} \\ = 0,27 (1 + 0,864 u) \dots\dots\dots(2-28)$$

U = Kecepatan angin (m/dt)

$(e_a - e_d)$ = Perbedaan tekanan uap jenuh dengan tekanan uap yang sebenarnya

$$e_d = e_a \times R_H \dots\dots\dots(2-29)$$

R_H = Kelembaban udara relatif (%)

e_a = Tekanan uap jenuh (mbar) (Tabel 2.3)

e_d = Tekanan uap sebenarnya (mbar)

c = Angka koreksi Penman yang memasukkan harga perbedaan kondisi cuaca siang dan malam (Tabel 2.5)

Tabel 2.3 Hubungan antara T , e_a , w dan $f(t)$

T (°C)	E_a (Mbar)	W	$F(t)$
24.00	29.50	0.74	15.40
25.00	31.69	0.75	15.65
26.00	33.62	0.76	15.90
27.00	35.66	0.77	16.10
28.00	37.81	0.78	16.30
28.60	39.14	0.78	16.42
29.00	40.06	0.79	16.50

Sumber: Limantara, (2010,p.31)

Tabel 2.4 Angka Angot (Ra) (mm/hr) (Indonesia, antara 5⁰ LU - 10⁰ LS)

Bulan	Lintang Utara				Lintang Selatan				
	5	4	2	0	2	4	6	8	10
Januari	13.00	14.30	14.70	15.00	15.30	15.50	15.80	16.10	16.10
Februari	14.00	15.00	15.30	15.50	15.70	15.80	16.00	16.10	16.00
Maret	15.00	15.50	15.60	15.70	15.70	15.60	15.60	15.50	15.30
April	15.10	15.50	15.30	15.30	15.10	14.90	14.70	14.40	14.00
Mei	15.00	14.90	14.60	14.40	14.10	13.80	13.40	13.10	12.60
Juni	15.00	14.40	14.20	13.90	13.50	13.20	12.80	12.40	12.60
Juli	15.10	14.60	14.30	14.10	13.70	13.40	13.10	12.70	11.80
Agustus	15.30	15.10	14.90	14.80	14.50	14.30	14.00	13.70	12.20
September	15.10	15.30	15.30	15.30	15.20	15.10	15.00	14.90	13.30
Oktober	15.70	15.10	15.30	15.40	15.50	15.60	15.70	15.80	14.60
Nopember	14.80	14.50	14.80	15.10	15.30	15.50	15.80	16.00	15.60
Desember	14.60	14.10	14.40	14.80	15.10	15.40	15.70	16.00	16.00

Sumber: Limantara, (2010,p.27)

Tabel 2.5 Angka Koreksi (c) Bulanan Untuk Rumus Penman

Bulan	C	Bulan	C
Januari	1.10	Juli	0.90
Februari	1.10	Agustus	1.00
Maret	1.10	September	1.10
April	0.90	Oktober	1.10
Mei	0.90	Nopember	1.10
Juni	0.90	Desember	1.10

Sumber: Limantara, (2010,p.30)

2.6.5 Model Hujan-Debit Metode F.J. Mock

2.6.5.1 Konsep Dasar

Dr. F.J. Mock dalam makalahnya *Land Capability Appraisal and Water Availability Appraisal*, Indonesia, FAO, Bogor, 1973, memperkenalkan cara perhitungan simulasi aliran sungai dari data hujan, evapotranspirasi dan karakteristik hidrologi daerah aliran sungai. Model ini dihasilkan dari penelitian empiris dengan memasukkan data hujan bulanan, evapotranspirasi potensial bulanan dan parameter-parameter fisik lainnya yang sifatnya juga bulanan, sehingga menghasilkan debit aliran simulasi bulanan (Hadisusanto, N. 2010, p.30).

Metode ini mempunyai dua prinsip pendekatan perhitungan aliran permukaan yang terjadi di sungai, yaitu neraca air diatas permukaan tanah dan neraca air bawah tanah yang semua berdasarkan hujan, iklim dan kondisi tanah.

Kriteria perhitungan dan asumsi yang digunakan dalam analisis diuraikan sebagai berikut:

1. Evapotranspirasi Aktual (E_a)

Evapotranspirasi Aktual dihitung dari evapotranspirasi potensial metode penman standart FAO (E_{To}). Hubungan antara Evapotranspirasi potensial dan Evapotranspirasi actual dihitung dengan rumus:

$$E_a = E_{To} - E \dots \dots \dots (2-30)$$

$$E = E_{To} \times d/20 \times m \dots \dots \dots (2-31)$$

Dengan:

m = Presentase lahan yang tidak tertutup tanaman, ditaksir dari peta tata guna lahan

m = 0 untuk lahan hutan lebat

m = 0 untuk lahan dengan hutan sekunder pada akhir musim hujan dan bertambah 10% setiap bulan kering berikutnya

m = 10 – 40% untuk lahan yang tererosi

m = 30 – 50% untuk lahan pertanian yang diolah (misal: sawah, ladang)

n = Jumlah hari hujan dalam sebulan

2. Keseimbangan Air di Permukaan Tanah

a. Air hujan yang mencapai permukaan tanah dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$D_s = P - E_t \dots \dots \dots (2-32)$$

Bila harga D_s positif ($P > E_t$) maka air akan masuk ke dalam tanah bila kapasitas kelembaban tanah belum terpenuhi, dan sebaiknya akan melimpas bila kondisi tanah jenuh. Bila harga D_s negatif ($P < E_t$), sebagian air tanah akan keluar dan terjadi kekurangan (*deficit*), P = curah hujan.

b. Perubahan kandungan air tanah (*Soil Storage*) tergantung dari harga D_s . Bila harga D_s negatif maka kapasitas kelembaban tanah berkurang dan bila D_s positif akan menambah kekurangan kapasitas kelembaban tanah bulan sebelumnya.

c. Kapasitas kelembaban tanah (*Soil Moisture Capacity*) perkiraan kapasitas kelembaban tanah awal diperlukan pada saat dimulainya simulasi dan besarnya tergantung dari kondisi porositas lapisan tanah atas dari daerah pengaliran. Biasanya diambil 50-250 mm, yaitu kapasitas kandungan air dalam tanah per m^3 . Jika porositas tanah lapisan atas tersebut makin besar, maka kapasitas kelembaban tanah akan makin besar pula. Bilamana pemakaian model dimulai bulan Januari, yaitu

pertengahan musim hujan, maka tanah dianggap berada pada kapasitas lapangan (*field capacity*). Untuk pemakaian model dimulai musim kemarau akan terdapat kekurangan dan kelembaban tanah awal seharusnya di bawah kapasitas lapangan.

3. Limpasan dan Penyimpanan Air Tanah (*Run Off & Groundwater Storage*)

a. Koefisien Infiltrasi (*i*)

Koefisien infiltrasi ditaksir berdasarkan kondisi porositas tanah kemiringan daerah pengairan. Lahan yang porus misalnya pasir halus mempunyai infiltrasi lebih tinggi dibandingkan tanah lempeng berat. Lahan yang termal dimana air tidak sempat infiltrasi ke dalam tanah maka koefisien infiltrasi akan kecil. Batasan koefisien infiltrasi adalah 0.2 – 0.5.

b. Penyimpanan Air Tanah (*Groundwater Storage*)

Pada permulaan simulasi harus ditentukan penyimpanan awal (*initial Storage*) yang besarnya tergantung dari kondisi geologi setempat dan waktu, sebagai contoh dalam daerah pengaliran kecil dimana kondisi geologi lapisan bawah adalah tidak tembus air dan mungkin tidak ada air di sungai pada musim kemarau, maka penyimpanan air tanah menjadi nol.

Rumus-rumus yang digunakan:

$$DV_n = V_n - V_{n-1} \dots\dots\dots(2-33)$$

Dengan:

$$\begin{aligned} V_n &= \text{volume air bulan ke-n} \\ &= k \cdot V_{n-1} + 0.5 (1+k) \times I_n \dots\dots\dots(2-34) \end{aligned}$$

$$V_{n-1} = \text{volume air tanah bulan ke (n-1)}$$

$$\begin{aligned} k &= \text{faktor resesi aliran air tanah (catchment area recession factor)} \\ &= qt/q_0 \end{aligned}$$

$$qt = \text{aliran air tanah pada waktu t (bulan ke t)}$$

$$q_0 = \text{aliran air tanah pada awal (bulan ke 0)}$$

$$I_n = \text{infiltrasi bulan ke n}$$

$$DV_{n-1} = \text{perubahan volume aliran air tanah}$$

c. Limpasan (*Run Off*)

Aliran Dasar : infiltrasi dikurangi perubahan volume aliran air dalam tanah

Limpasan langsung : kelebihan air (*water surplus*) – infiltrasi

Limpasan : aliran dasar + limpasan langsung

Debit andalan : aliran sungai dinyatakan dalam m³/bulan

2.6.5.2 Parameter Karakteristik DAS

Pada model F.J. Mock ada lima parameter yang menggambarkan karakteristik DAS yang besar pengaruhnya terhadap keluaran sistem, yaitu:

1. Singkapan Lahan (m)

Singkapan lahan disesuaikan dengan penggunaan tata guna lahan. Prosentasi singkapan lahan ini berpengaruh terhadap evapotranspirasi aktual yang terjadi, yang membedakan dengan evapotranspirasi potensial.

Tabel 2.6 Singkapan Lahan Sesuai Tata Guna Lahan

No	Jenis Penggunaan Lahan	m (%)
1	Hutan Lebat	0
2	Lahan Tererosi	10-40
3	Lahan Pertanian (Sawah Ladang)	30-50

Sumber: Hadisusanto (2010,p.89)

2. Koefisien Infiltrasi

Infiltrasi yaitu proses masuknya air hujan ke dalam permukaan tanah/batuan melalui gaya gravitasi dan kapiler. Jumlah air yang masuk tersebut bergantung pada jenis atau macam tanah/batuan. Kemampuan untuk memasukkan air hujan ini dinyatakan dalam infiltrasi (i). Sedangkan kapasitas untuk memasukkan air hujan ini dinyatakan sebagai factor infiltrasi/kapasitas infiltrasi (k).

Faktor-faktor yang mempengaruhi infiltrasi adalah (Sosrodarsono, S. 1987, p.77-79):

- Dalamnya genangan diatas permukaan tanah
- Kelembaban tanah
- Pemampatan oleh curah hujan
- Penyumbatan oleh bahan-bahan halus
- Pemampatan oleh orang dan hewan
- Struktur tanah
- Tanaman penutup tanah
- Udara yang terdapat dalam tanah

Infiltrasi yang tinggi terjadi pada permulaan terjadi hujan dan mengecil setelah kandungan air pada tanah meningkat. Nilai infiltrasi dapat dihitung dengan rumus:

$$I_n = Ws_n \times I \dots\dots\dots(2-35)$$

Dengan:

$$I_n = \text{Infiltrasi (mm), dalam per bulan tertentu dalam luas } 1 \text{ m}^3$$

W_{s_n} = *water surplus* (mm), dalam per bulan tertentu dalam luas m^2

I = Koefisien infiltrasi

Indeks n menyatakan perhitungan dalam bulan tertentu n .

Koefisien infiltrasi ditentukan berdasarkan porositas tanah, kemiringan daerah pengaliran dan keadaan geologi. Koefisien infiltrasi merupakan banyaknya porositas tanah yang bias mengalirkan air bila infiltrasi merupakan aliran melewati pipa-pipa kecil dalam jumlah banyak. Dalam situasi Mock, infiltrasi tinggi pada permulaan hujan dan mengecil setelah kandungan air pada tanah meningkat pada satu kejadian hujan. Infiltrasi yang diperhitungkan adalah beberapa kejadian hujan dalam satu bulan. Pada Tabel 2.7 menyajikan besarnya koefisien infiltrasi berdasarkan jenis batuan.

Tabel 2.7 Koefisien Infiltrasi Berdasarkan Jenis Batuan (C_i)

No	Jenis Batuan	C_i
1	Vulkanik Muda	0.3 – 0.5
2	Vulkanik tua, muda, dan sedimen	0.15 – 0.25
3	Batu Pasir	0.15
4	Sedimen lanau, Batu cukup kedap	0.15
5	Batu gamping	0.3 – 0.5

Sumber: Suhardjono, (1989,p.91)

3. Kapasitas Kelembaban Tanah (*Soil Moisture Capacity*)

Kapasitas kelembaban tanah adalah banyaknya air yang dapat dikandung oleh tanah (Sosrodarsono, S. 1987, p.72). Besarnya kapasitas ditentukan berdasarkan kondisi porositas lapisan tanah atas per $1 m^2$. Pada simulasi Mock besarnya kapasitas kelembaban tanah ditentukan berdasarkan kelembaban maksimum tanah tersebut. Misalnya untuk tanah dengan kelembaban tanah maksimum 25% maka kapasitas tanah tersebut 25 cm air pada tanah seluas $1 m^2$. Biasanya kelembaban tanah ditaksir berkisar antara 50 sampai dengan 250 mm per m^2 . Perubahan kandungan air tanah di daerah lengas tanah (*soil storage*) adalah selisih antara kelembaban tanah (*soil moisture capacity*) bulan sekarang dengan bulan sebelumnya.

Tabel 2.8 Angka Kedalaman Tanah

No	Tipe Vegetasi	SMC (mm)
1	Padang Rumput	75
2	Umbi Akar (a.i Kentang)	100
3	Tanaman Padi, Gandum, dan sejenisnya	140
4	Tegalan Hutan	200

Sumber: Asdak (2004,p.139)

4. *Initial Storage*

Initial storage adalah besarnya volume air yang ada saat awal perhitungan

5. Faktor Resensi Air Tanah

Dalam perhitungan kandungan air tanah (*Ground Water Storage*) terdapat faktor resensi air tanah (k), yaitu perbandingan air tanah pada suatu bulan dengan aliran air tanah pada awal bulan. Nilai k diambil antara: 0.4 – 0.7

6. Aliran Sungai

Aliran Dasar = infiltrasi – volume air tanah ($m^3/10$ hari)(2-36)

Aliran Langsung = *water surplus* – infiltrasi ($m^3/10$ hari)(2-37)

Aliran = aliran dasar + aliran langsung(2-38)

Debit Aliran = aliran sungai dinyatakan dalam ($m^3/10$ hari)(2-39)

2.6.6 Analisa Kesesuaian Metode

Analisa kesesuaian metode dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perbedaan yang terjadi antara debit hasil perhitungan dengan data debit aliran sungai. Analisa kesesuaian metode ini dilakukan dengan melakukan pengujian koefisien korelasi.

2.6.6.1 Koefisien korelasi

Koefisien korelasi adalah suatu analisis yang membahas tentang derajat asosiasi dalam regresi yang memiliki hubungan sebab akibat. Nilai koefisien korelasi berkisar antara $-1,0 \leq r \leq 1$. Dalam analisis hidrologi hubungan antara fenomena berdasar nilai koefisien korelasi dapat dinyatakan sebagai berikut (Soewarno, 1995, p.159):

- a. $r = 1$: hubungan positif sempurna
- b. $0,6 < r < 1$: hubungan langsung positif baik
- c. $0 < r < 0,6$: hubungan langsung positif lemah
- d. $r = 0$: tidak terdapat hubungan linier
- e. $-0,6 < r < 0$: hubungan langsung negative lemah
- f. $-1,0 < r < -0,6$: hubungan langsung negative baik
- g. $r = -1,0$: hubungan negative sempurna

Besarnya koefisien korelasi yang menunjukkan derajat hubungan antara variabel X dan Y dapat dihitung menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$r = \frac{(n)(\sum xy) - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{(n \times \sum x^2 - (\sum x)^2) \times (n \times \sum y^2 - (\sum y)^2)}} \dots\dots\dots (2-40)$$

Dengan:

- \bar{x} : rerata dari Xi
 \bar{y} : rerata dari Yi
 n : jumlah data

2.6.7 Debit Andalan

Debit andalan diartikan sebagai debit yang tersedia untuk keperluan tertentu (seperti irigasi, PLTA, air minum dan lain - lain) sepanjang tahun, dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan. Menurut pengamatan, besarnya andalan yang diambil untuk mengoptimalkan penggunaan air di beberapa macam proyek adalah sebagai berikut (Soemarto,1986, p.214)

Tabel 2.9 Besarnya Andalan untuk Berbagai Kegunaan

Kegunaan	Keandalan
1. Penyediaan air minum	99 %
2. Penyediaan air indutri	95 – 98 %
3. Penyediaan air irigasi untuk	
- Daerah iklim setengah lembab	75 – 85 %
- Daerah iklim kering	80 – 95 %
4. Pembangkit listrik tenaga air (PLTA)	85 – 90 %

Sumber: Soemarto, (1986,p.214)

Untuk menentukan besarnya debit andalan ada beberapa metode. Masing-masing metode mempunyai ciri khas sendiri-sendiri. Metode tersebut antara lain:

1. Metode Q rerata minimum

Debit andalan yang dianalisis dengan metode ini ditentukan berdasarkan debit rata - rata bulanan yang minimum dari tiap-tiap tahun data yang tersedia. Metode ini biasanya digunakan untuk daerah pengaliran sungai (DPS) dengan fluktuasi debit maksimum dan minimum tidak terlalu besar dari tahun ke tahun.

2. Metode tahun penentu (*basic year*)

Penentuan debit andalan menggunakan metode ini antara lain dengan menentukan suatu tahun tertentu sebagai dasar perencanaan. Umumnya dipakai Q_{80} , artinya debit yang terjadi < dari Q_{80} adalah 20 %, sedang yang > atau = Q_{80} .

Rumus yang di pakai :

$$Q_{80} = (n / 5) + 1 \dots\dots\dots(2-41)$$

$$Q_{90} = (n / 10) + 1 \dots\dots\dots(2-42)$$

Dengan

n = kala ulang pengamatan yang di inginkan.

3. Metode tahun penentu (*basic month*)

Metode ini seperti pada karakteristik aliran tetapi hanya dipilih bulan tertentu sebagai dasar perencanaan.

4. Metode Karakteristik Aliran

Perhitungan debit andalan dengan metode ini antara lain memakai data yang didapatkan berdasar karakteristik alirannya. Metode ini umumnya dipakai untuk daerah pengaliran sungai (DPS) dengan fluktuasi maksimum dan minimumnya relatif besar dari tahun ke tahun dan data yang tersedia cukup panjang. Karakteristik aliran dalam hal ini dihubungkan dengan kriteria sebagai berikut:

- Tahun normal, jika debit rata - rata tahunannya sama dengan atau mendekati debit rata - rata dari tahun ke tahun.
- Tahun kering, jika debit rata - rata tahunannya di bawah debit rata - rata dari tahun ketahun.
- Tahun basah, jika debit rata - rata tahunannya diatas debit rata - rata dari tahun ketahun.

Prosedur yang digunakan antara lain :

- Menghitung debit rata – rata bulanan untuk semua tahun (n)
- Menentukan debit rata – rata bulanan yang minimum untuk masing – masing tahun.
- Merangking data (sebanyak n tersebut) mulai yang terbesar sampai terkecil dan menghitung probabilitas untuk masing – masing data dengan menggunakan persamaan Weibull.

$$Pe = \frac{m}{n+1} \times 100\% \dots\dots\dots(2-43)$$

Dalam hal ini:

m = Nomor urut data

n = Jumlah data

Secara umum debit sungai dapat dibagi menjadi empat karakteristik (Sosrodarsono, 1980: 204). Pembagian karakteristik debit sungai tersebut antara lain:

- a. Debit air cukup (*affluent*), yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 95 hari dalam setahun (P = 26,02 %)
- b. Debit air normal, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 185 hari dalam setahun (P = 50,68 %)
- c. Debit air rendah, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 275 hari dalam setahun (P = 75,34 %)
- d. Debit air musim kering, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 355 hari dalam setahun (P = 97,30 %)

2.7 Analisa Kebutuhan Air Irigasi

Air irigasi adalah sejumlah air yang umumnya diambil dari sungai atau waduk dan dialirkan melalui sistem jaringan irigasi, guna menjaga keseimbangan air di lahan pertanian (Suhardjono, 1994, p.6).

Perhitungan kebutuhan air pada daerah irigasi ini didasarkan pada neraca air (*waterbalance*) dan kebutuhan air di sawah. Hal ini dimaksudkan agar terciptanya pola tanam akhir yang sesuai untuk daerah irigasi, (KP-01 Hal 28).

2.7.1 Kebutuhan Air Irigasi Metode FPR-LPR

2.7.1.1 Metode FPR (Faktor Palawija Relatif)

Faktor Palawija Relatif merupakan metode perhitungan kebutuhan air irigasi yang berkembang di Jawa Timur. Dalam situasi menipisnya sumber daya air di Jawa Timur khususnya, perencanaan kebutuhan air merupakan factor yang mempengaruhi pengambilan keputusan dalam pengelolaan air yang tersedia.

$$FPR = \frac{Q}{LPR} \dots\dots\dots(2-44)$$

Dengan:

FPR = Faktor Palawija Relatif (lt/det/ha.pol)

Q = Debit yang mengalir di sungai (lt/det)

LPR = Luas Palawija Relatif (ha.pol)

Tabel 2.10 Nilai FPR berdasarkan Berat Jenis Tanah

Jenis Tanah	FPR (lt/dt) ha. Palawija		
	Air Kurang	Air Cukup	Air Memadai
Alluvial	0.18	0.18 - 0.36	0.36
Latosol	0.12	0.12 - 0.23	0.23
Grumosol	0.06	0.06 - 0.12	0.12
Giliran	Perlu	Mungkin	Tidak

Sumber: DPU Tingkat I Jawa Timur, 1997 dalam Amrina, (2013)

2.7.1.2 Metode Nilai LPR (Luas Palawija Relatif)

Pada dasarnya nilai LPR adalah perbandingan kebutuhan air antara jenis tanaman satu dengan jenis tanaman lainnya. Tanaman pembanding yang digunakan adalah palawija yang memounyai nilai 1 (satu). Semua kebutuhan tanaman yang akan dicari terlebih dahulu dikonversikan dengan kebutuhan air palawija yang akhirnya didapatkan satu angka sebagai factor konversi untuk setiap jenis tanaman (Huda, 2012, p.14). Koefisien pembanding ditunjukkan pada Tabel 2.11

Tabel 2.11 Koefisien Pembanding LPR

Jenis Tanaman	Koefisien Pembanding
Palawija	1
Padi Rendeng	
a. Persemaian/pembibitan	20
b. Garap/pengolahan tanah	6
c. Pertumbuhan/pemeliharaan	4
Padi Gadu ijin	Sama dengan padi rendeng
Padi Gadu tidak ijin	1
Tebu	
a. Bibit/muda	1.5
b. Tua	0
Tembakau/Rosela	1
Pengisian Tambak (Tambak Sawah)	3

Sumber: DPU Tingkat I Jawa Timur, 1997 dalam amrina, (2013)

2.7.2 Jenis Tanah

Jenis - jenis tanah di Indonesia:

1. Tanah Andosol

Tanah ini kaya akan unsur hara dan bahan organik, tapi kurang tahan terhadap erosi, struktur batuaninya terdiri dari lempung sedang. Jenis tanah ini baik untuk tanaman padi, tebu, lading rumput maupun buah-buahan.

2. Mediteran dan Grumusol

Jenis tanah ini pada umumnya berwarna coklat kemerahan, bahan induknya adalah batuan vulkan intermediary dengan kandungan kimianya mempunyai zat organik yang sangat rendah, begitu juga dengan endapan mineralnya. Sifat tanah ini umumnya kurang subur, tekstur tanahnya liat yang berat, struktur tanahnya menggumpal dan konsistensinya teguh, umumnya mengandung jenis kapur. Sifat fisiknya mempunyai kemampuan drainase yang sangat lambat demikian juga permeabilitasnya. Jenis tanaman yang cocok adalah tumbuhan hutan dan tanaman tegalan, akan tetapi lebih sesuai untuk penggunaan perkebunan.

3. Regosol dan Latosol

Lapisan tanah ini ada yang tipis, kadang-kadang tebal berwarna kelabu hingga kuning, teksturnya kasar seperti pasir, lempung berpasir atau lempung liat. Sifatnya kurang tahan terhadap air, dalam keadaan basah atau kering mudah dikerjakan. Tanah ini cocok untuk persawahan, perkebunan dan tegalan. Kondisi tanah pada daerah studi termasuk tanah latosol.

2.8 Operasi Pintu

Pembukaan dan penutupan pintu pengambilan yang terkoordinir akan menyebabkan debit air dapat dialirkan sesuai dengan kebutuhan. Pada saat banjir atau pada saat kandungan endapan di waduk tinggi, pintu pengambilan ditutup. Air yang tinggi akan dialirkan melalui spillway.

Debit yang masuk ke saluran dicatat setiap kali terjadi perubahan. Bangunan pengambilan dilengkapi pintu dengan tujuan sebagai berikut:

- Untuk mengatur air yang masuk ke dalam saluran.
- Untuk mencegah endapan yang masuk ke dalam saluran.
- Untuk mencegah air banjir masuk ke dalam saluran.

Apabila pintu pengambilan lebih dari satu buah maka selama operasi berlangsung tinggi bukaan pintu harus sama besar, kecuali ada salah satu pintu yang diperbaiki. Pada waktu banjir atau kandungan endapan di waduk terlalu besar, pintu pengambilan harus ditutup dan pengaliran air di saluran dihentikan. Jika di depan pintu pengambilan dipasang saringan sampah (*trash rack*), pembersihan dilakukan setelah pintu pengambilan ditutup.

2.8.1 Perencanaan Hidrolis Pintu Sorong

Rumus debit yang dapat dipakai untuk pintu sorong adalah:

$$Q = K \times \mu \times a \times b \sqrt{2gh_1} \dots \dots \dots (2-45)$$

Dimana :

Q = debit (m^3/dt)

K = faktor aliran tenggelam (Gambar 2.4)

μ = koefisien debit (Gambar 2.5)

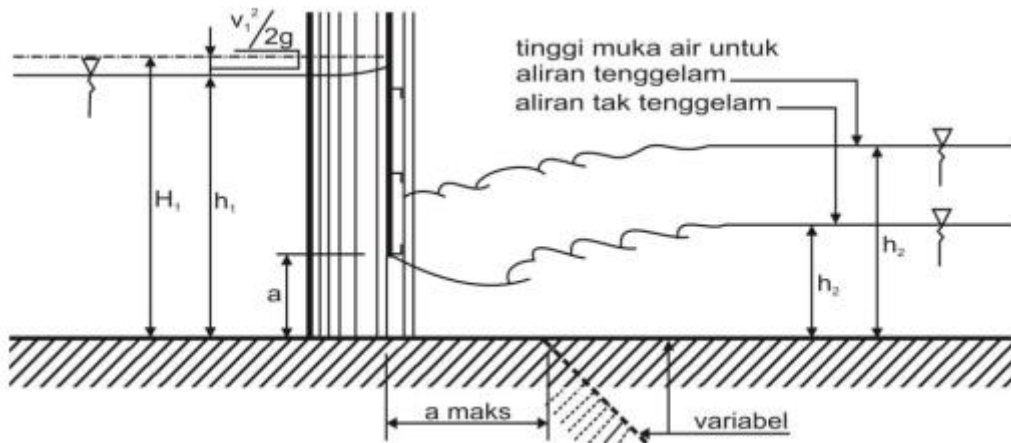
a = bukaan pintu (m)

b = lebar pintu (m)

g = percepatan gravitasi (m/dt^2)

h_1 = kedalaman air di depan pintu diatas ambang (m)

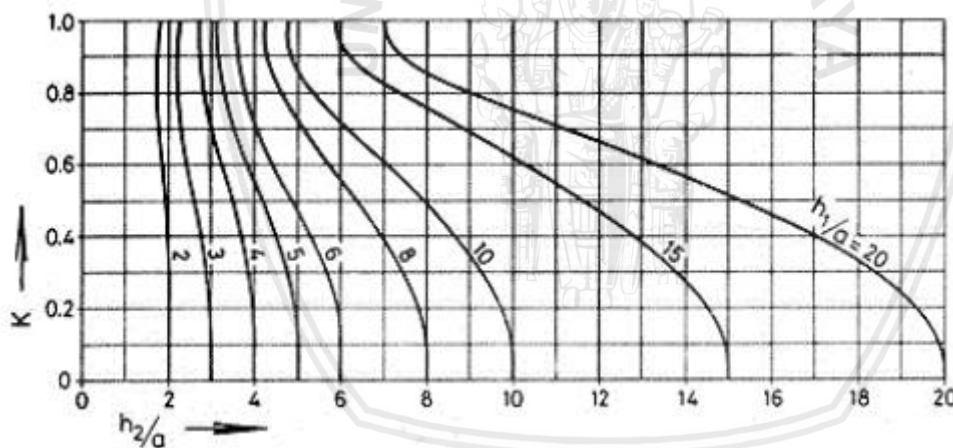
Lebar standar untuk pintu pembilas bawah (*undersluice*) adalah 0.50 ; 0.75 ; 1.00 ; 1.25 dan 1.50 m. kedua ukuran yang terakhir memerlukan dua setang pengangkat.



Gambar 2.3 Aliran di Bawah Pintu Sorong dengan Dasar Horizontal
Sumber: Kriteria Perencanaan 04 Bangunan Irigasi (2013)

Kelebihan-kelebihan yang dimiliki pintu pembilas bawah:

- Tinggi muka air hulu dapat dikontrol dengan tepat
- Pintu bilas kuat dan sederhana
- Sedimen yang diangkat oleh saluran hulu dapat melewati pintu bilas



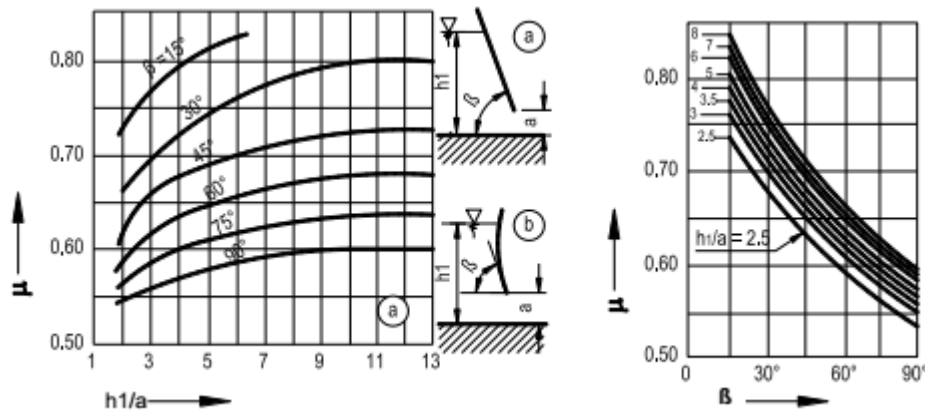
Gambar 2.4 Koefisien K untuk Debit Tenggelam (dari Schimdt)

Sumber: Kriteria Perencanaan 04 Bangunan Irigasi (2013)

Kelemahan-kelemahannya:

- Kebanyakan benda-benda hanyut bisa tersangkut di pintu
- Kecepatan aliran dan muka air hulu dapat dikontrol dengan baik jika aliran modular

Pintu khusus dari pintu sorong adalah pintu radial. Pintu ini dapat dihitung dengan persamaan (2-36).



Gambar 2.5 Koefisien Debit μ Masuk Permukaan Pintu Datar atau Lengkung
Sumber: Kriteria Perencanaan 04 Bangunan Irigasi

Kelebihan-kelebihan yang dimiliki pintu radial:

- Hampir tidak ada gesekan pada pintu
- Alat pengangkatnya ringan dan mudah dieksploitasi
- Bangunan dapat dipasang di saluran yang lebar

Kelemahan-kelemahan yang dimiliki pintu radial

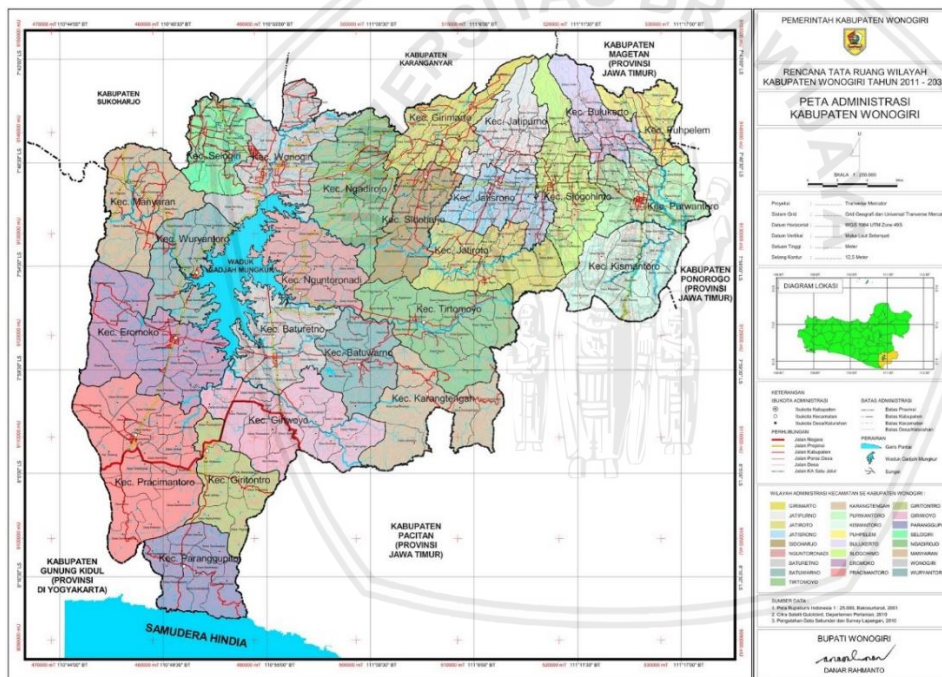
- Biaya pembuatan bangunan mahal
- Bangunan tidak kedap air
- Paksi (*pivot*) pintu memberi tekanan horizontal besar jauh di atas pondasi.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Studi

3.1.1 Letak Geografis

Kabupaten Wonogiri merupakan dataran tinggi yang berbukit. Wilayah Kabupaten Wonogiri terletak pada 7° 32' – 8° 15' Lintang selatan dan Garis Bujur 110° 41' – 111° 18' Bujur Timur. Posisi Kabupaten Wonogiri sangat strategis karena terletak di ujung selatan Propinsi Jawa Tengah dan diapit oleh Propinsi Jawa Timur dan Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Luas wilayah Kabupaten Wonogiri adalah 182.236,02 ha. Secara administratif terbagi menjadi 25 Kecamatan, 43 Kelurahan dan 251 Desa.



Gambar 3.1 Peta Wilayah Administrasi Kabupaten Wonogiri
Sumber: Peraturan Daerah Nomor 9 Tahun 2011 Kabupaten Wonogiri (2011)

3.1.2 Keadaan Topografi

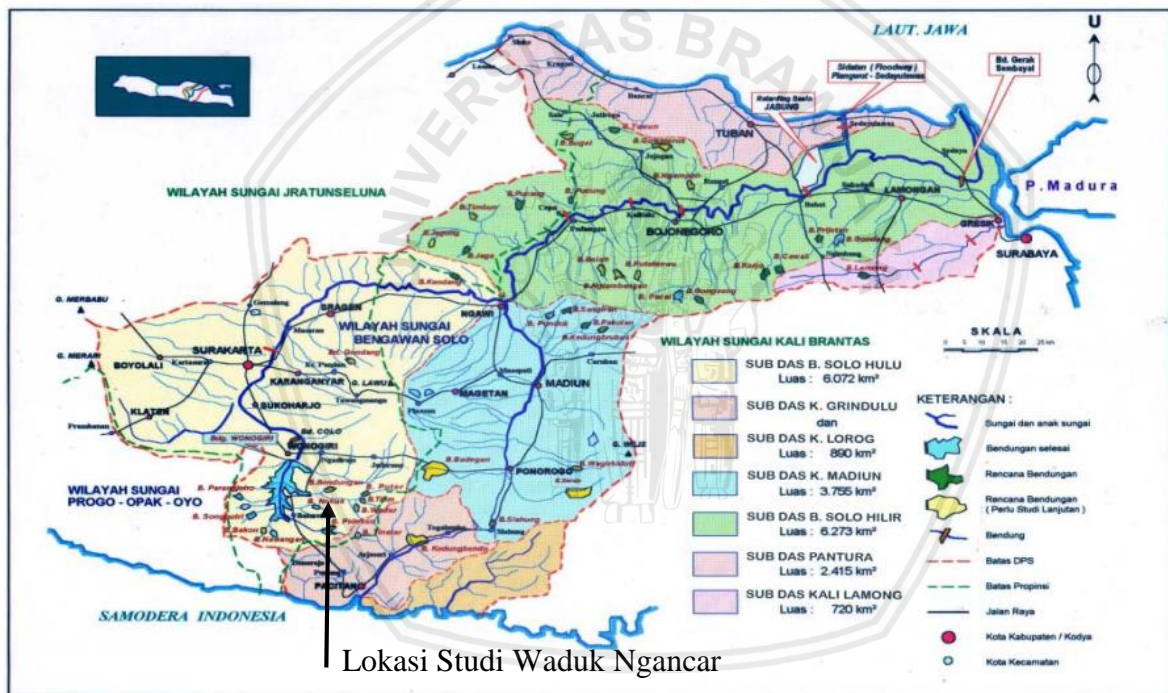
Secara topografis, sebagian besar wilayah Kabupaten Wonogiri merupakan dataran rendah dengan ketinggian antara 100-300 meter di atas permukaan air laut (dpl). Sedangkan sebagian lagi merupakan dataran tinggi yaitu berada pada 500 m atau lebih dari permukaan air laut. Wilayah ini meliputi Kecamatan Jatiroto dan Karangtengah. Fisiografi wilayah Kabupaten Wonogiri sebagian besar berupa perbukitan bergelombang. Sedangkan fisiografi dataran sangat terbatas hanya di beberapa tempat terutama pada bentuk lahan aluvial.

3.1.3 Batas Wilayah Administratif

Kondisi alamnya sebagian besar berupa pegunungan berbatu gamping, terutama di bagian selatan, yang termasuk jajaran Pegunungan Seribu dan merupakan mata air dari Bengawan Solo Adapun batas-batas wilayah Kabupaten Wonogiri adalah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Kabupaten Sukoharjo dan Kabupaten Karanganyar (Jawa Tengah)
- Sebelah Selatan : Kabupaten Pacitan (Jawa Timur) dan Samudera Indonesia
- Sebelah Timur : Kabupaten Karanganyar (Jawa Tengah) dan Kabupaten Ponorogo (Jawa Timur)
- Sebelah Barat : Berbatasan dengan Daerah Istimewa Yogyakarta

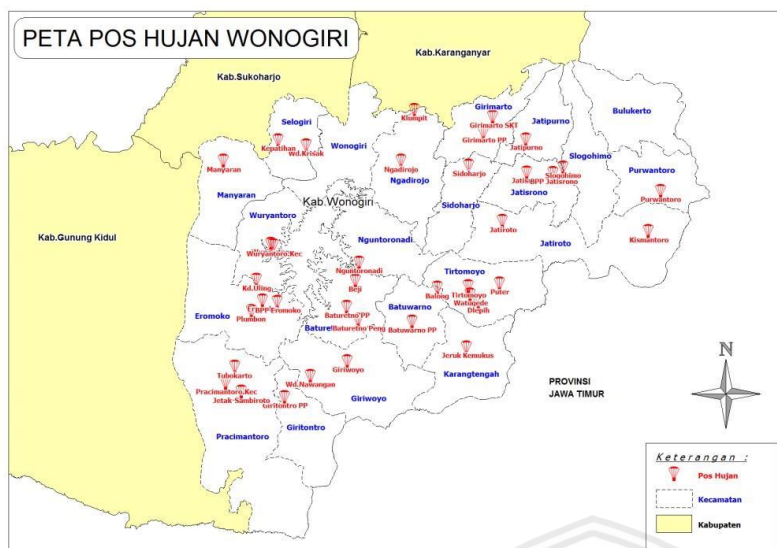
3.1.4 Lokasi Objek Studi



Gambar 3.2 Peta Lokasi Bendungan Ngancar

Sumber: Pola Pengelolaan SDA WS Bengawan Solo (2010)

Bendungan Ngancar secara administratif terletak di Desa Selopuro, Kecamatan Batuwarno, Kabupaten Wonogiri. Lokasi Bendungan Ngancar bisa di tempuh dengan kendaraan roda empat maupun roda dua selama kurang lebih 1 jam 44 menit dengan jarak tempuh 70,5 Km dari Kota Surakarta Jawa Tengah. Secara kedinasan Bendungan Ngancar dikelola oleh Balai Wilayah Sungai Bengawan Solo (BBWS Bengawan Solo).



Gambar 3.3 Peta Stasiun Hujan Kabupaten Wonogiri
Sumber: Balai PUSDA dan Penataan Ruang Provinsi Jawa Tengah (2016)

3.2 Data-data yang diperlukan

Data yang diperlukan dalam pengerjaan studi ini berupa data sekunder dan data teknis Waduk Ngancar.

1. Data Teknis

a. Umum

- Lokasi : Desa Ngancar, Kecamatan Batuwarno Kabupaten Wonogiri
- Manfaat : Irigasi dengan luas 1300 Ha
- Manfaat lain : Pariwisata
- Tahun Konstruksi : 1944-1946
- Pengelola : Balai Wilayah Sungai Bengawan Solo

b. Hidrologi

- Anak Sungai : Kali Beling
- Sungai Induk : Kali Jarak
- Luas daerah aliran : 12.41 km²
- Curah hujan tahunan : 1732 mm

c. Waduk

- Elevasi dan luas muka air waduk
 - MA. Banjir : Elv + 249.50 m , 35.6 Ha
 - MA. Normal : Elv + 248.50 m , 34.0 Ha

MA. Minimum : Elv + 236.73 m , 5.20 Ha
 Dasar : Elv + - m

- Volume Waduk

MA. Banjir : 2.87 juta m³
 MA. Normal/Efetif : 2.05 juta m³
 MA. Minimum : - m³

d. Bendungan

- Tipe : Urugan batu dengan inti tanah
- Elevasi Puncak : + 250.50 m
- Lebar Puncak : 5.00 m
- Tinggi Puncak : 19.40 m
- Kemiringan Hulu : 1 : 3
- Kemiringan Hilir : 1 : 1.5
- Panjang Puncak : 181 m
- Volume : 120,000 m³

e. Pelimpah

- Tipe : Pelimpah ambang lebar tanpa pintu
- Panjang Mercu : m
- Elevasi Mercu : Elv + 245.18 m P = 33.90 m L = 3 m
- Banjir Desain : - m³/dt

f. Bangunan Pengeluaran Irigasi

Intake Utama

- Tipe : Konduit
- Bentuk : Lingkaran
- Ukuran : L = 1.5 m P = 142 m
- Kapasitas : - m³/dt
- Jumlah : 2 buah
- Tipe alat ukur : Pintu Sorong
- Luas layanan irigasi : 1300 Ha

g. Instrumensi

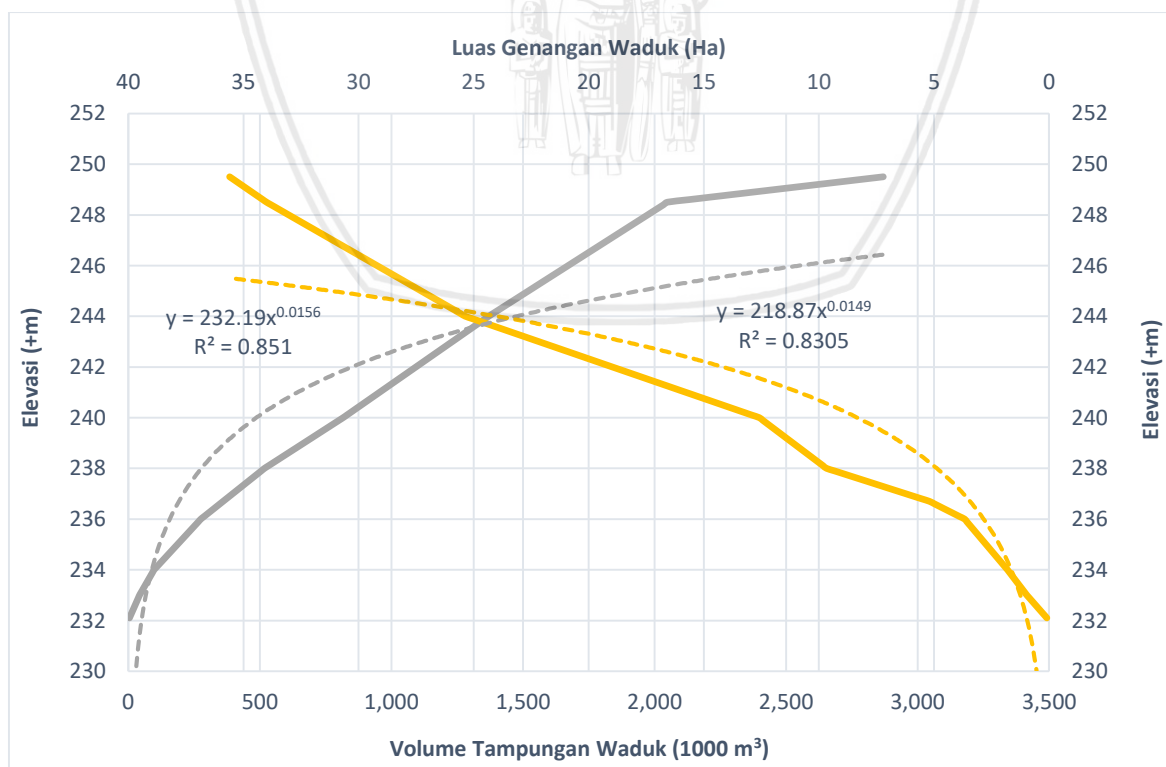
- Patok Geser : 5 Buah
- Peizometer : 14 Buah
- Peilschaal : 4 Buah
- V-notch : 2 buah

Data sekunder tersebut terdiri dari data curah hujan, klimatologi, pola tata tanam dan data teknis waduk Ngancar yang disajikan pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Perolehan Data yang Dibutuhkan

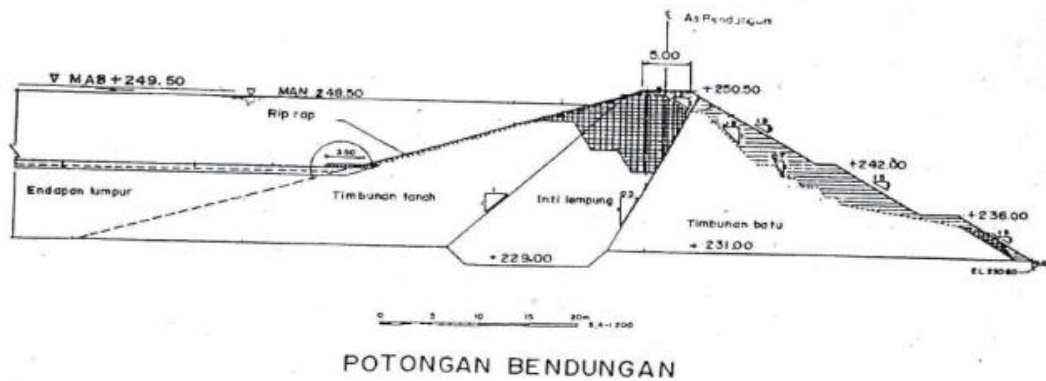
No	Nama Data	Sumber	Keterangan
1	Data Curah Hujan	Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo	Data ini berisi data harian curah hujan mulai tahun 1997-2016 diambil dari stasiun hujan yang ada di lokasi studi, yaitu stasiun hujan Ngancar. Data ini digunakan untuk menghitung curah hujan efektif tanaman padi dan palawija, dan untuk melakukan analisa Metode FJ. Mock
2	Data Klimatologi	Stasiun Klimatologi	Data ini berisi catatan data klimatologi bulanan tahun 2015 yang terdiri dari data kecepatan angin, kelembaban Relatif, Kecerahan Matahari, dan Suhu Udara. Data ini digunakan untuk menghitung Evapotranspirasi Potensial
3	Data Rencana Tata Tanam Global	Dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Wonogiri	Data ini berisikan rencana tata tanam dan jenis tanaman yang digunakan oleh petani di sekitar waduk Ngancar
4	Data Teknis Waduk Ngancar	Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo	Data ini berisi tentang elevasi dasar, elevasi pelimpah, elevasi crest bendungan dan kapasitas tampungan mati waduk, tampungan efektif waduk, lengkung kapasitas waduk. Data ini digunakan untuk proses perhitungan simulasi waduk

Sumber: Hasil Analisa (2018)

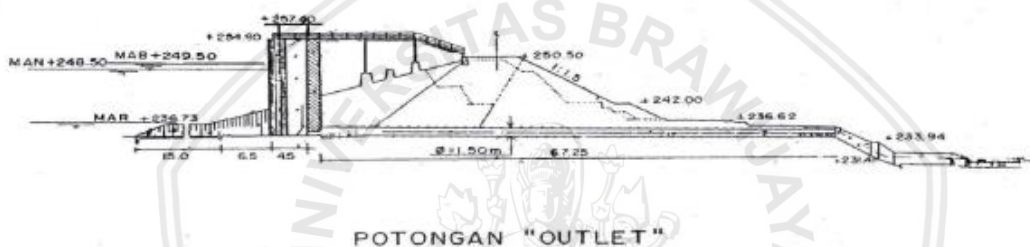


Gambar 3.4 Lengkung Kapasitas Waduk Ngancar

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)



Gambar 3.5 Potongan Bendungan Ngancar
Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo (2016)



Gambar 3.6 Potongan Outlet Waduk Ngancar
Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo (2016)

3.3 Tahapan Penyelesaian Studi

3.3.1 Analisa Data Curah Hujan

Sebelum diolah menjadi data debit aliran sungai (FJ. Mock) dan curah hujan efektif, dilakukan pengujian data curah hujan. Dengan data yang tersedia selama 21 tahun pada satu lokasi stasiun hujan maka pada studi ini dilakukan pengujian data menggunakan uji RAPS, Uji Ketiadaan *Trend*, Uji Stasioner, Uji *Run Test*, dan *Inlier-Outlier*. Setelah dilakukan pengujian data hujan, barulah data hujan diolah menjadi debit F.J Mock.

3.3.2 Analisa Debit

Untuk analisa debit FJ. Mock perlu diketahui terlebih dahulu curah hujan harian, jumlah hari hujan dan curah hujan maksimal. Ketersediaan debit aliran F.J Mock juga memperhatikan kondisi tata guna lahan, koefisien infiltrasi, kapasitas kelembapan tanah (*Soil Moisture Capacity*), *Initial Storage* (besarnya volume air), dan faktor resesi air tanah (kandungan air tanah). Debit F.J Mock inilah yang nantinya digunakan untuk menghitung debit andalan (*inflow*).

Langkah-langkah perhitungan debit F.J. Mock:

- 1) Mempersiapkan data-data yang dibutuhkan, antara lain: rerata hujan daerah (P), evapotranspirasi potensial (Eto), jumlah hari hujan (n), faktor resesi aliran air tanah (k), dan angka koefisien infiltrasi (i)
- 2) Menentukan evapotranspirasi terbatas
- 3) Menentukan besar hujan di permukaan tanah (Δs)
- 4) Menentukan harga kelembaban tanah (SMC)
- 5) Menentukan infiltrasi (i), dengan koefisien antara 0,2 – 0,5
- 6) Menentukan air lebih tanah (*water surplus*)
- 7) Menentukan kandungan air bawah tanah (Vn)
- 8) Menentukan perubahan kandungan air bawah tanah (dVn)
- 9) Menentukan aliran dasar dan aliran langsung
- 10) Menentukan debit yang tersedia di sungai.

Diagram alir langkah perhitungan debit FJ. Mock ada pada Gambar 3.8.

Untuk dapat mengetahui debit hasil perhitungan FJ. Mock akurat dan bisa digunakan maka perlu dilakukan pengujian dengan kalibrasi dengan data debit pengukuran di DAS. Namun dalam studi ini tidak terdapat data debit pengukuran maka pengujian debit hasil perhitungan F.J Mock menggunakan metode koefisien korelasi.

3.3.3 Analisa Debit Andalan

Debit andalan merupakan debit yang tersedia untuk keperluan irigasi sepanjang tahun dengan resiko kegagalan yang telah diperhitungkan.

Langkah-langkah untuk menentukan debit andalan adalah sebagai berikut:

1. Mengurutkan data debit per periode dari besar ke kecil.
2. Menghitung probabilitas untuk setiap data yang terurut dengan menggunakan persamaan *Weibull*.
3. Menentukan debit andalan berdasarkan karakteristik aliran.

Menurut Sosrodarsono (1980:204), secara umum debit sungai dapat dibagi menjadi empat karakteristik debit sungai antara lain:

1. Debit air cukup, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 95 hari dalam setahun (P = 26.02%)
2. Debit air normal, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 185 hari dalam setahun (P = 50.68%)

3. Debit air rendah, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 275 hari dalam setahun ($P = 75.34\%$)
4. Debit air kering, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 355 hari dalam setahun ($P = 97.30\%$)

3.3.4 Analisa Data Klimatologi

Pengolahan data klimatologi diperlukan untuk menghitung nilai evaporasi potensial dengan menggunakan metode yang sesuai dengan data yang tersedia. Adapun dalam studi ini digunakan metode *Penman* karena menggunakan banyak parameter yang dianggap menambah kevalidan dari perhitungan. Akan tetapi perlu ketelitian dalam menggunakan metode ini agar mengurangi kesalahan yang terjadi pada saat menentukan parameter.

3.3.5 Analisa Kebutuhan Air Irigasi

Jumlah kebutuhan air guna memenuhi kebutuhan air irigasi dapat ditentukan dengan langkah sebagai berikut.

1. Menentukan luas lahan untuk padi dan palawija pada musim tanam 1, musim tanam 2, dan musim tanam 3 dari data Rencana Tata Tanam Global Kabupaten Wonogiri
2. Menentukan luas tanaman dalam masa pembibitan
3. Menentukan luas pengolahan tanah (garap tanah)
4. Menentukan nilai FPR berdasarkan jenis tanah di lokasi studi
5. Menghitung koefisien LPR untuk setiap fase tanaman
6. Menghitung kebutuhan irigasi padi dan palawija berdasarkan koefisien LPR setiap fase dengan nilai FPR berdasarkan jenis tanah
7. Menentukan kebutuhan air irigasi di *intake* untuk setiap periode.

3.3.6 Analisa Simulasi Operasi Waduk

Pola operasi waduk menggunakan simulasi tampungan dengan prosedur sebagai berikut.

1. Menentukan tampungan awal bulan atau tampungan awal operasi, dalam studi ini tampungan awal yang digunakan adalah tampungan efektif maksimum dari waduk.
2. Elevasi awal bulan diambil pada saat muka air normal
Elevasi air yang didasarkan dari luas tampungan total yaitu tampungan efektif ditambah tampungan mati. Elevasi ini digunakan untuk mengontrol apakah mampu mensuplai atau tidak. Jika elevasi lebih dari elevasi tampungan mati (LWL) maka waduk mampu mensuplai air irigasi dan air baku, begitupun sebaliknya.
3. Luas genangan waduk diambil dari data karakteristik waduk

Luas genangan berdasarkan tampungan total waduk. Luas genangan diperlukan untuk memperoleh nilai kehilangan air di waduk akibat evaporasi.

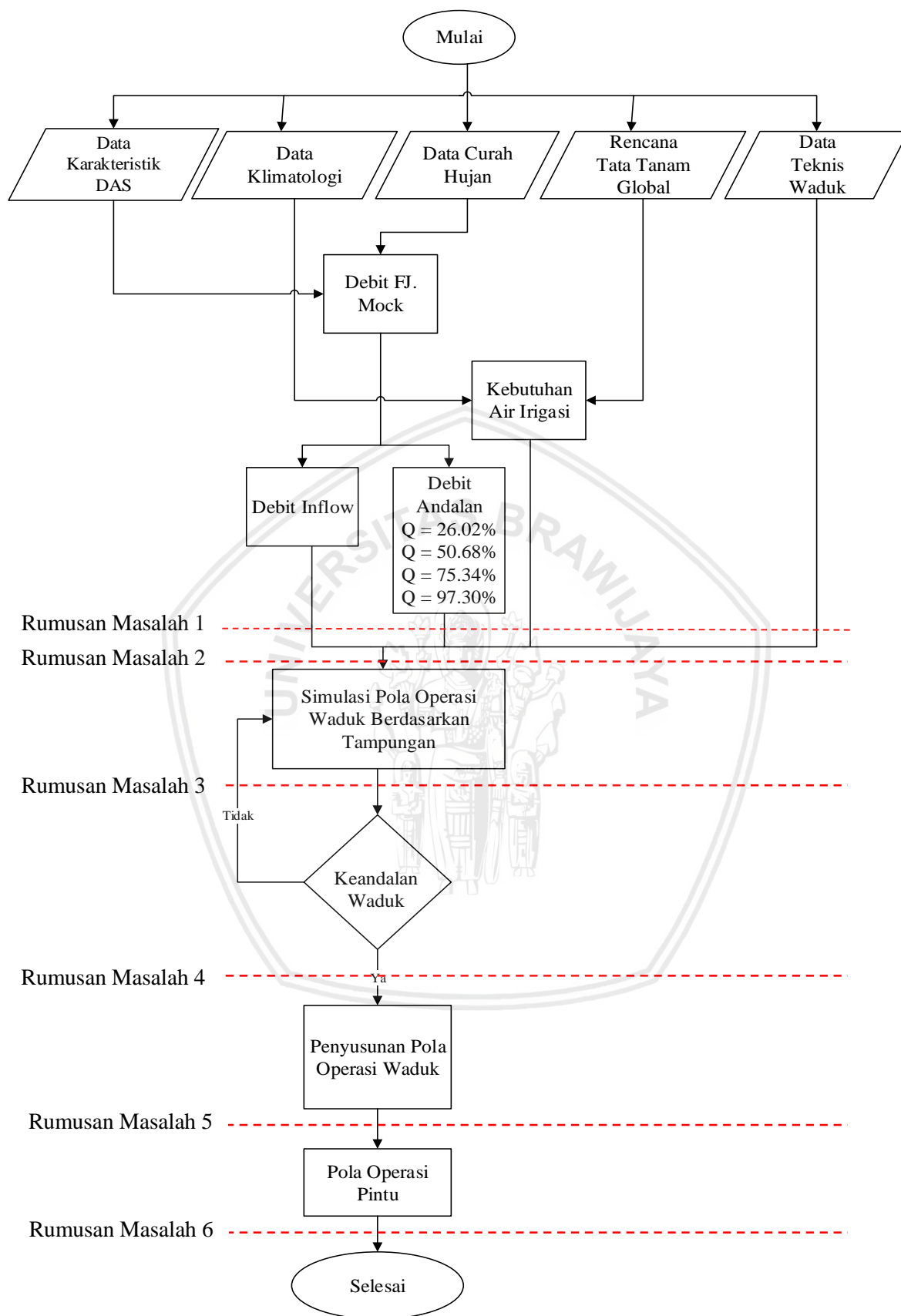
4. Menentukan debit *inflow* di waduk
Debit *inflow* didapatkan dari besarnya debit andalan pada bulan-bulan yang bersangkutan. Debit andalan yang digunakan merupakan debit andalan 26,02%, 50,68%, 75,34%, 97,30%.
5. Menentukan kehilangan air di waduk akibat evaporasi.
Kehilangan di waduk sangat dipengaruhi oleh luas tampungan. Makin luas tampungan makin besar penguapan yang terjadi.
6. Menentukan debit keluaran (*outflow minimum*) dari waduk
Diperoleh dari besarnya kebutuhan air irigasi ditambah dengan evaporasi di waduk. Total debit yang dikeluarkan dari waduk (*outflow maksimum*) = *outflow minimum* ditambah dengan kebutuhan air baku.
7. Menentukan tampungan akhir maksimum
Merupakan tampungan maksimum sementara yang berada di waduk sebelum dikurangi kebutuhan sir baku, yang besarnya = tampungan awal waduk + debit masukan – *outflow minimum*.
8. Menentukan bagian kebutuhan air baku
Merupakan banyaknya kebutuhan air baku untuk penduduk Kabupaten Mamuju Tengah yang dapat dipenuhi oleh waduk.
9. Menentukan bagian kebutuhan air untuk irigasi
Merupakan banyaknya kebutuhan air untuk lahan irigasi yang dapat dipenuhi oleh waduk.
10. Menghitung besarnya volume tampungan akhir
Volume tampungan akhir merupakan nilai dari volume tampungan akhir waduk ditambah dengan volume tampungan mati. Dan untuk bulan selanjutnya nilai tampungan akhir bulan sebelumnya digunakan sebagai tampungan awal pada bulan itu. Jika tampungan awal kurang dari 0 maka berarti debit *inflow* tidak dapat memenuhi debit *outflow*.
11. Cek apakah $St+1 < \text{tampungan efektif}$ atau di bawah di batas tampungan mati, maka dianggap tidak terjadi limpasan.
12. Jika $St + 1 > \text{tampungan efektif}$, maka hitung limpasan dimana limpasan = $St + 1$ dikurangi dengan tampungan efektif.
13. Proses tersebut berulang hingga tampungan akhir periode ini (1 tahun).

Selanjutnya berdasarkan rumusan masalah dan tujuan yang diinginkan dalam penyelesaian skripsi ini akan disajikan daftar alir seperti pada Gambar 3.7.

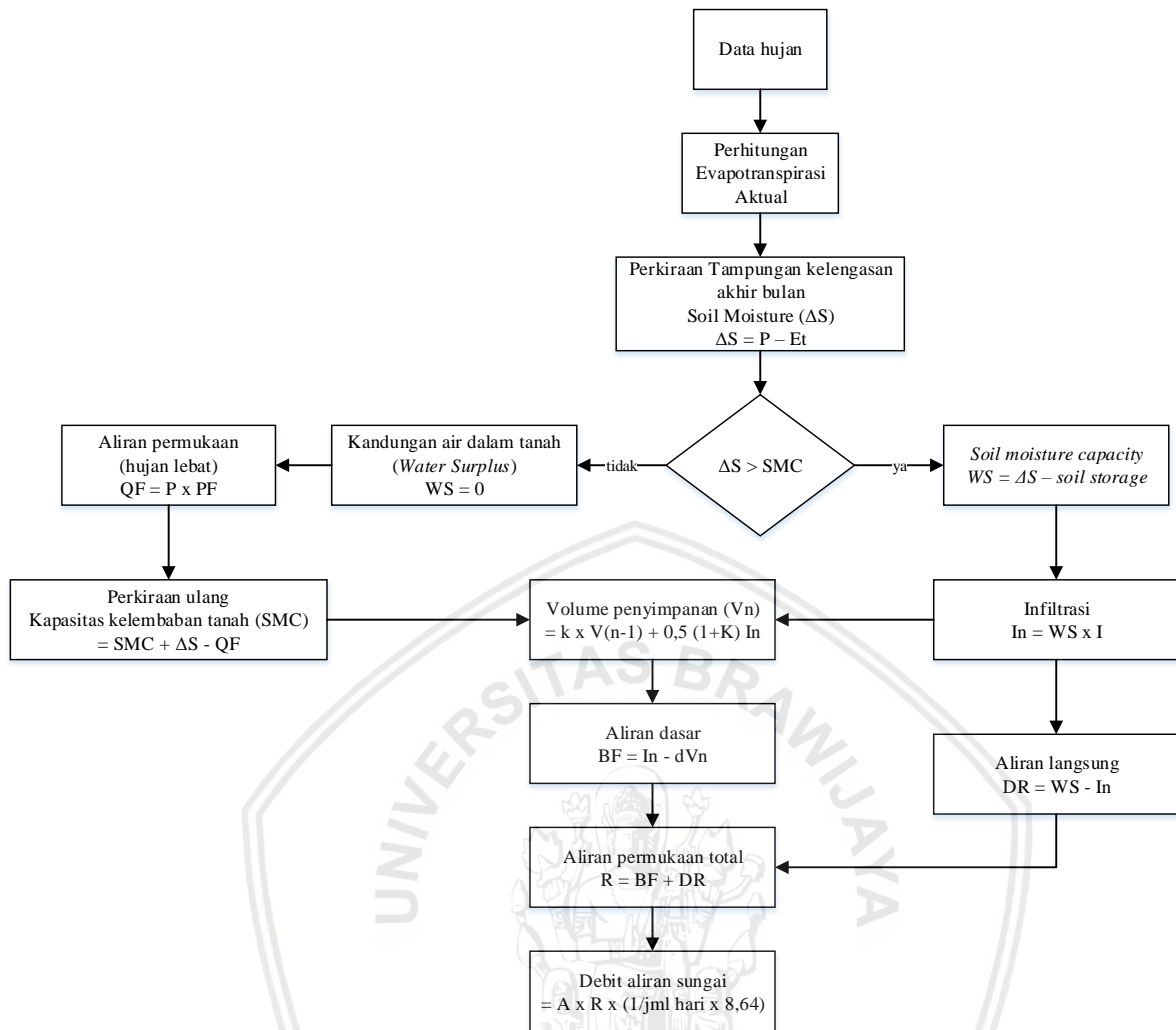
3.3.7 Pedoman Operasi Waduk

Pedoman operasi waduk diperoleh dari hasil simulasi dengan debit *inflow* dan debit untuk tiap keandalan. Pedoman operasi inilah yang merupakan *output* dari studi ini yang diharapkan menjadi patokan operasional bulanan pada Waduk Ngancar. Nantinya debit air yang harus dikeluarkan oleh waduk harus sesuai dengan ketentuan agar elevasinya sesuai dengan rencana.

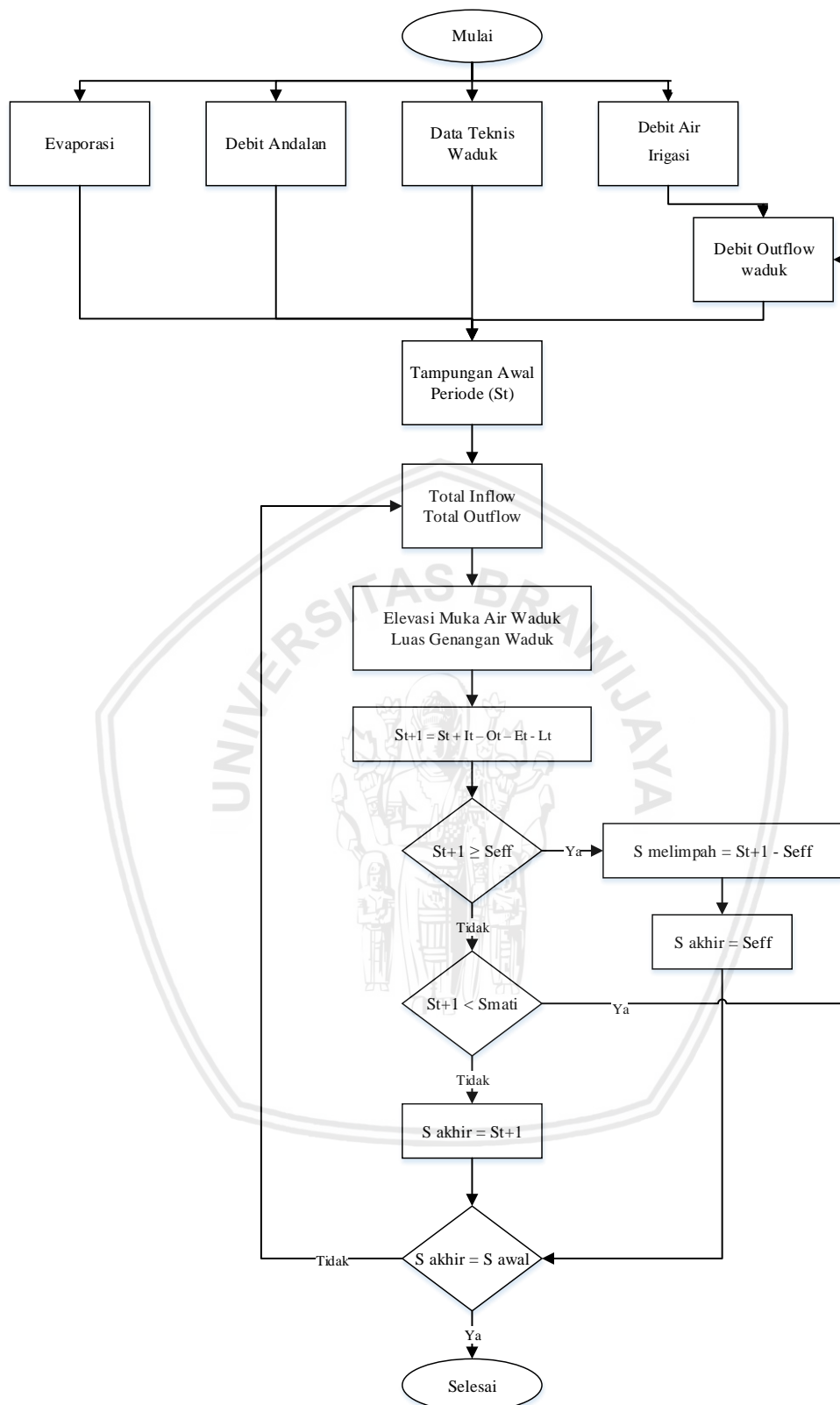




Gambar 3.7 Diagram Alir Pengerjaan Skripsi
Sumber: Hasil Analisa (2018)



Gambar 3.8 Diagram Alir Perhitungan Debit FJ. Mock
Sumber: Hasil Analisa (2018)



Gambar 3.9 Diagram Alir Perhitungan Simulasi Waduk
Sumber: Hasil Analisa (2018)



Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Curah Hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam menganalisa curah hujan efektif tanaman padi dan palawija adalah curah hujan rata-rata harian. Data curah hujan tersebut didapatkan dari stasiun-stasiun pos penakar hujan yang terdapat di sekitar daerah aliran sungai (DAS), yang dapat mewakili distribusi sebaran curah hujan yang jatuh di dalam daerah tangkapan hujan. Banyaknya data hujan yang dipakai untuk keperluan curah hujan efektif tanaman padi dan palawija direncanakan 15 tahun data curah hujan sedangkan menurut (KP-01 hal 77) data curah hujan yang dipakai sedikitnya 10 tahun. Dalam studi ini data curah hujan yang digunakan sejumlah 21 tahun. Rekapitulasi data curah hujan rerata harian selama 21 tahun ditampilkan pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Data Curah Hujan Rerata Harian Stasiun Ngancar

Tahun	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1996	16.67	0.00	8.86	17.70	21.00	5.50	0.00	31.33	0.00	0.00	11.71	13.23
1997	14.74	13.96	8.33	14.08	22.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.25	15.36
1998	12.50	17.74	18.80	16.90	9.17	16.00	9.50	5.00	11.80	14.50	8.45	0.00
1999	23.90	14.29	17.37	16.40	9.70	0.00	0.00	0.00	0.00	16.50	23.55	23.59
2000	11.17	23.39	18.62	10.32	9.00	15.33	0.00	0.00	0.00	17.67	29.20	34.00
2001	15.57	20.47	13.70	17.58	11.50	14.50	4.00	0.00	0.00	0.00	22.45	0.00
2002	0.00	0.00	0.00	17.85	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.86	12.28
2003	22.19	23.91	18.56	4.00	12.33	3.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2004	0.00	0.00	0.00	0.00	7.63	22.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2005	13.86	17.41	15.79	11.08	0.00	15.44	22.33	0.00	7.00	11.00	0.00	17.32
2006	0.00	20.76	0.00	16.72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	23.22
2007	8.27	15.13	18.44	25.43	3.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.32
2008	15.11	26.54	17.57	14.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.94
2009	12.80	17.39	0.00	25.43	12.00	10.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.58	10.92
2010	12.08	25.64	27.38	5.47	16.00	8.67	9.29	7.75	30.40	18.69	17.78	16.50
2011	17.44	17.14	11.08	8.83	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	12.14
2012	15.70	22.50	21.64	0.00	19.56	0.00	0.00	0.00	0.00	7.25	24.31	16.29
2013	17.00	16.50	11.11	13.92	3.08	13.83	8.50	0.00	0.00	0.00	12.18	26.53
2014	19.04	11.69	23.40	11.94	12.13	18.80	12.00	0.00	0.00	0.00	15.92	19.04
2015	19.96	22.00	20.50	12.00	6.50	13.75	0.00	0.00	0.00	0.00	22.06	12.05
2016	14.80	13.71	14.83	15.10	13.08	11.22	8.25	11.00	20.50	24.72	14.29	14.09

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Dari Tabel 4.1 rekapitulasi data curah hujan rerata harian pos hujan ngancar selama 21 tahun dapat diketahui rerata maksimum dari 21 tahun data hujan harian sebesar 34 mm yang terjadi pada bulan Desember tahun 2000.

4.1.1 Uji Data Hujan

4.1.1.1 Uji Konsistensi Menggunakan Metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*)

Uji konsistensi data hujan dengan metode RAPS digunakan pada kondisi data hujan yang diperoleh hanya dari satu stasiun hujan dan terdapat minimal 10 tahun data. Uji ini dilakukan untuk mengetahui kepenggahan data hujan. Perhitungan uji data hujan menggunakan metode RAPS ditampilkan pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Perhitungan Uji Data Metode RAPS

No	Tahun	Hujan			
		Tahunan	Sk*	Dy	Sk**
1	1996	1244	625.00	18601.19	5.49
2	1997	1295	574.00	15689.33	5.04
3	1998	2038	169.00	1360.05	1.48
4	1999	2123	254.00	3072.19	2.23
5	2000	1411	458.00	9988.76	4.02
6	2001	1698	171.00	1392.43	1.50
7	2002	1648	221.00	2325.76	1.94
8	2003	1755	114.00	618.86	1.00
9	2004	1633	236.00	2652.19	2.07
10	2005	1882	13.00	8.05	0.11
11	2006	1072	797.00	30248.05	7.00
12	2007	1813	56.00	149.33	0.49
13	2008	1781	88.00	368.76	0.77
14	2009	1317	552.00	14509.71	4.85
15	2010	2932	1063.00	53808.05	9.33
16	2011	1528	341.00	5537.19	2.99
17	2012	2163	294.00	4116.00	2.58
18	2013	2228	359.00	6137.19	3.15
19	2014	1948	79.00	297.19	0.69
20	2015	2616	747.00	26571.86	6.56
21	2016	3124	1255.00	75001.19	11.02
Jumlah		39249	8466.00	272453.33	74.33
Rerata		1869.00	403.14	12973.97	3.54
		Sk** maks			11.02
		Sk** min			0.11

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Contoh perhitungan tahun 1996:

Hujan tahunan di tahun 1996 adalah 1244 mm/tahun.

$$S_k^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) \quad S_k^* = 472$$

$$S_k^* = ABS(1244 - 1716)$$

$$D_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y})^2}{n} \qquad D_y^2 = 18601.2$$

$$S_k^{**} = \frac{S_k^*}{D_y} \qquad S_k^{**} = 5.49$$

$$D_y^2 = \frac{(625)^2}{21}$$

Berdasarkan Tabel 2.2 nilai statistik $Q\sqrt{n}$ dan $R\sqrt{n}$ diperoleh nilai sebagai berikut:

n	=	21	
$(Q/n)^{0.5}$ 99%	=	1.426	
$(R/n)^{0.5}$ 99%	=	1.61	
$Q_{maks} = S_k^{**}$ maks	=	11.02	
R	=	10.90	
$(Q/n)^{0.5}$	=	0.7243	Diterima
$(R/n)^{0.5}$	=	0.7205	Diterima

Dilihat dari hasil uji diatas, nilai $(Q/n)^{0.5}$ dan $(R/n)^{0.5}$ hasil pengujian data hujan 21 tahun lebih kecil dibandingkan nilai $(Q/n)^{0.5}$ dan $(R/n)^{0.5}$ pada tabel nilai statistik sehingga bisa disimpulkan bahwa data dari stasiun hujan Ngancar layak dipakai.

4.1.1.2 Uji Ketiadaan *Trend*

Uji ketiadaan *trend* digunakan untuk melihat ada tidaknya *trend* atau variasi dalam data. Metode yang digunakan dalam studi ini adalah Uji Korelasi Peringkat *Spearman*. Langkah perhitungan uji ketiadaan *trend* dengan Korelasi Peringkat *Spearman* adalah sebagai berikut:

1. Mengurutkan data sesuai deret waktu
2. Membuat peringkat berdasarkan data hujan yang terbesar sampai terkecil (R_t) dan peringkat berdasarkan urutan tahun (T_t)

$$Ch = 300 \text{ (tahun 1996)}$$

$$R_t = 10$$

$$T_t = 1$$

3. Hitung nilai dt (selisih antara R_t dengan T_t)

$$dt = R_t - T_t = 10 - 1 = 9$$

4. Hitung nilai kuadrat dari dt dan total kuadrat dari dt

$$dt^2 = (9)^2 = 81$$

$$\sum dt^2 = 1378$$

5. Hitung nilai KP (Korelasi Peringkat) berdasarkan Persamaan (2-35)

$$\begin{aligned}
 KP &= 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} \\
 &= 1 - \frac{6 \times 1378}{21^3 - 21} \\
 &= 0.105
 \end{aligned}$$

6. Hitung nilai distribusi t (t_{hitung}) berdasarkan Persamaan (2-36)

$$\begin{aligned}
 t &= KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} \\
 &= 0.105 \times \left[\frac{21-2}{1-(0.105)^2} \right]^{\frac{1}{2}} = 0.461
 \end{aligned}$$

Perhitungan uji korelasi peringkat menggunakan metode *spearman* pada bulan januari ditampilkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Uji Korelasi Peringkat Metode *Spearman* Bulan Januari

No.	Tahun	CH Tahunan	Rt	dt	dt ²
1	1996	300	10	9	81
2	1997	339	8	6	36
3	1998	175	17	14	196
4	1999	478	2	-2	4
5	2000	134	18	13	169
6	2001	218	16	10	100
7	2002	274	15	8	64
8	2003	355	7	-1	1
9	2004	284	14	5	25
10	2005	291	12	2	4
11	2006	0	21	10	100
12	2007	91	19	7	49
13	2008	18	20	7	49
14	2009	320	9	-5	25
15	2010	290	13	-2	4
16	2011	471	4	-12	144
17	2012	361	6	-11	121
18	2013	459	5	-13	169
19	2014	476	3	-16	256
20	2015	479	1	-19	361
21	2016	296	11	-10	100
Jumlah					1378
n					21
KP					0.105
t					0.461

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Dengan pengujian dua sisi menggunakan derajat kepercayaan $\alpha = 1\%$ dan $dk = n - 2 = 21 - 2 = 19$ maka diperoleh nilai t_{kritis} yaitu $-t_{0.01} = -2.539$ dan $t_{0.01} = 2.539$. dari perhitungan maka nilai t terletak $-2.539 < 0.461 < 2.539$. Jadi dapat disimpulkan hipotesis nol diterima

atau data tidak menunjukkan tidak adanya *trend* pada pos hujan Ngancar. Rekapitulasi uji ketidakhadiran *trend* bulanan Pos Hujan Ngancar terdapat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Rekapitulasi Uji Korelasi Peringkat Metode *Spearman* Pos Hujan Ngancar

No.	Bulan	KP	t hitung	t kritis	Kesimpulan
1	Januari	0.105	0.461		Tidak ada <i>trend</i>
2	Februari	0.377	1.776		Tidak ada <i>trend</i>
3	Maret	0.221	0.987		Tidak ada <i>trend</i>
4	April	0.499	2.508		Tidak ada <i>trend</i>
5	Mei	0.156	0.688		Tidak ada <i>trend</i>
6	Juni	0.362	1.695	2.539	Tidak ada <i>trend</i>
7	Juli	0.381	1.797		Tidak ada <i>trend</i>
8	Agustus	0.357	1.667		Tidak ada <i>trend</i>
9	September	0.405	1.928		Tidak ada <i>trend</i>
10	Oktober	0.420	2.018		Tidak ada <i>trend</i>
11	Nopember	0.154	0.679		Tidak ada <i>trend</i>
12	Desember	0.254	1.144		Tidak ada <i>trend</i>

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Dari Tabel 4.4 diketahui bahwa dari pengujian ketidakhadiran *trend* selama 21 tahun untuk bulan Januari sampai dengan Desember memiliki nilai t_{hitung} diantara t_{kritis} . Dari hasil itu disimpulkan bahwa data hujan pada pos hujan Ngancar selama 21 tahun tidak memiliki *trend*.

4.1.1.3 Uji Stasioner Data Hujan

Uji stasioner bertujuan untuk menguji kestabilan nilai varian dan rata-rata dari deret berkala dengan derajat kepercayaan tertentu. Deret berkala disebut stasioner jika nilai parameter statistiknya (varian dan rata-rata) relative tidak berubah dalam rangkaian data dengan runtut waktu yang telah ditentukan. Dalam uji stasioner terdapat dua pengujian yaitu uji distribusi F dan uji distribusi t. uji F digunakan untuk menguji kestabilan nilai varian. Sedangkan uji t digunakan untuk menguji kestabilan nilai rata-rata. Perhitungan uji stasioner pos hujan Ngancar untuk bulan Januari disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Uji Stasioner Pos Hujan Ngancar Bulan Januari

No	Kelompok I		No	Kelompok II	
	Tahun	Ch		Tahun	Ch
1	1996	300.00	12	2007	91.00
2	1997	339.00	13	2008	18.00
3	1998	175.00	14	2009	320.00
4	1999	478.00	15	2010	290.00
5	2000	134.00	16	2011	471.00
6	2001	218.00	17	2012	361.00
7	2002	274.00	18	2013	459.00
8	2003	355.00	19	2014	476.00
9	2004	284.00	20	2015	479.00
10	2005	291.00	21	2016	296.00
11	2006	0.00			
N ₁	=	11	N ₂	=	10
Ch ₁	=	258.91	Ch ₂	=	326.10
S ₁	=	125.927	S ₂	=	162.675
dk ₁	=	10	dk ₂	=	9
Uji Kestabilan Varian			Kesimpulan		
$F = \frac{N_1 \cdot S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 \cdot S_2^2 (N_1 - 1)} =$					
0.593 0.593 < 5.257					
F Tabel 1% Fc = 5.257 Ho diterima varian data stasioner/homogen					
Uji Kestabilan Rata-rata			Kesimpulan		
$\sigma = \left(\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} =$					
152.015 1.012 < 2.861					
$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} =$					
1.012 Ho diterima varian data stasioner/homogen					
dk = N ₁ + N ₂ - 2 = 19					
uji dua arah, ± α/2 = 0.01%					
t tabel 1% tc = 2.861					

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Contoh perhitungan uji stasioner pos hujan Ngancar:

Uji kestabilan Varian

Berdasarkan Uji-F, persamaan 2-37 pada Bab II:

$$F = \frac{n_1 S_1^2 (n_2 - 1)}{n_2 S_2^2 (n_1 - 1)}$$

$$F = \frac{11 (125.927)^2 (10-1)}{10 (162.675)^2 (11-1)}$$

$$F = 0.593$$

Uji Kestabilan nilai rata-rata

Berdasarkan Uji-t, Persamaan (2-38) dan (2-39) pada Bab II:

$$\sigma = \left(\frac{n_1 S_1^2 + n_2 S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma = \left(\frac{11 (125.927)^2 + 10 (162.675)^2}{11 + 10 - 2} \right)^{\frac{1}{2}}$$

$$\sigma = 152.015$$

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)^{\frac{1}{2}}}$$

$$t = \frac{|258.91 - 326.10|}{152.015 \left(\frac{1}{11} + \frac{1}{10} \right)^{\frac{1}{2}}}$$

$$t = 1.012$$

Untuk Uji-F pada derajat kebebasan $dk_1 = n_1 - 1 = 10$, $dk_2 = n_2 - 1 = 9$ dan derajat kepercayaan 1% dari tabel (terlampir) diperoleh nilai $F_{\text{tabel}} (1\%) = 5.257$. Berdasarkan perhitungan Uji-F pos hujan Ngancar didapatkan $F_{\text{hitung}} < F_{\text{tabel}}$, maka hipotesis nol diterima.

Untuk Uji-t pada derajat kebebasan $dk = n_1 + n_2 - 2 = 19$ dan derajat kepercayaan 1% pada uji dua arah (harus dibagi kedalam dua sisi, masing-masing $-t_{0.005}$ dan $+t_{0.005}$) diperoleh nilai $t_{\text{tabel}} (1\%) = 2.861$. berdasarkan perhitungan Uji-t pos hujan Ngancar didapatkan $t_{\text{hitung}} < t_{\text{tabel}}$, maka hipotesis nol diterima. Dengan demikian nilai varian dan nilai rata-rata kedua kelompok pos hujan Ngancar bulan Januari adalah stasioner. Rekapitulasi Uji Stasioner bulanan pos hujan Ngancar ditampilkan pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Rekapitulasi Uji Stasioner Bulanan Pos Hujan Ngancar

No.	Bulan	F	F tabel	Kesimpulan	t	t Tabel	Kesimpulan
1	Januari	0.593		Data Homogen	1.012		Data Homogen
2	Februari	0.907		Data Homogen	0.113		Data Homogen
3	Maret	0.328		Data Homogen	0.770		Data Homogen
4	April	0.280		Data Homogen	0.280		Data Homogen
5	Mei	0.171		Data Homogen	1.902		Data Homogen
6	Juni	0.928	5.257	Data Homogen	0.068	2.861	Data Homogen
7	Juli	1.966		Data Homogen	0.088		Data Homogen
8	Agustus	0.535		Data Homogen	0.099		Data Homogen
9	September	0.010		Data Homogen	1.213		Data Homogen
10	Oktober	0.166		Data Homogen	0.302		Data Homogen
11	Nopember	0.315		Data Homogen	0.703		Data Homogen
12	Desember	0.726		Data Homogen	1.111		Data Homogen

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Dari Tabel 4.6 rekapitulasi uji stasioner bulanan pos hujan Ngancar dapat nilai F hitung dan t hitung bulan Januari sampai dengan Desember berada dibawah nilai F tabel dan t tabel. Hasil pengujian stasioner bulanan pos hujan Ngancar menunjukkan data bulan Januari sampai bulan Desember selama 21 tahun Homogen.

4.1.1.4 Uji *Run Test* Data Hujan

World Meteorological Organization dalam *Technical Note No. 81 Some Methods of Climatological Analysis* menyatakan untuk menguji homogenitas data iklim dengan tes non parametric yang lebih sering digunakan adalah dengan metode *Run Test*. *Run Test* merupakan uji deret untuk melihat keacakan. Tujuan dari uji deret adalah untuk menentukan apakah dalam suatu data terdapat pola tertentu atau apakah data tersebut merupakan sampel yang acak. Dalam kaitannya dengan uji homogenitas data klimatologi, dalam run test ini akan didapat 2 kemungkinan, yaitu jika data bersifat acak (*Random*) terhadap median maka data tersebut homogen, sedangkan jika data memiliki kecenderungan (*trend*) lebih banyak diatas median atau dibawah median maka data tersebut tidak homogen. Pengujian run test bulan Januari ditampilkan pada Tabel 4.7.

Tabel 4.7 Uji *Run Test* Bulan Januari Pos Hujan Ngancar

No	Tahun	CH Tahunan	Hasil Run	Run
1	1996	300	B	
2	1997	339	B	1
3	1998	175	K	2
4	1999	478	B	3
5	2000	134	K	
6	2001	218	K	4
7	2002	274	K	
8	2003	355	B	5
9	2004	284	K	
10	2005	291	K	
11	2006	0	K	6
12	2007	91	K	
13	2008	18	K	
14	2009	320	B	7
15	2010	290	K	8
16	2011	471	B	
17	2012	361	B	
18	2013	459	B	
19	2014	476	B	9
20	2015	479	B	
21	2016	296	B	
Median				296
N1				10
N2				11
Jumlah Run				9

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Contoh perhitungan uji Run Test bulan januari pos hujan Ngancar:

Median	= 296
N1 merupakan jumlah data yang lebih kecil (K) dari median	= 10 data
N2 merupakan jumlah data yang lebih besar (B) dari median	= 11 data
Jumlah <i>Run</i>	= 9

Nilai r_a dan r_b dari tabel run didapatkan:

α	= 1%
r_a	= 5
r_b	= 18

Berdasarkan uji run test untuk derajat kepercayaan 1% pada $N_1 = 10$ dan $N_2 = 11$ dari tabel (terlampir), maka diperoleh $r_a = 5$ dan $r_b = 18$. dari perhitungan maka nilai run terletak $5 < 9 < 18$. Jadi dapat disimpulkan hipotesis nol diterima atau dari hasil pengujian dinyatakan bahwa data hujan bulan januari pos hujan ngancar merupakan data yang acak. Rekapitulasi Uji *Run Test* bulanan pos hujan Ngancar ditampilkan pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Rekapitulasi Uji *Run Test* Pos Hujan Ngancar

No.	Bulan	Median	N_1	N_2	Jumlah Run	r_a	r_b	Kesimpulan
1	Januari	296	10	11	9	5	18	Data Random
2	Februari	321	10	11	12			Data Random
3	Maret	266	10	11	14			Data Random
4	April	178	10	11	14			Data Random
5	Mei	55	10	11	12			Data Random
6	Juni	44	10	11	11			Data Random
7	Juli	4	10	11	8			Data Random
8	Agustus	0	8	13	11			Data Random
9	September	0	9	12	8			Data Random
10	Oktober	44	10	11	7			Data Random
11	Nopember	152	10	11	13			Data Random
12	Desember	255	10	11	9			Data Random

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Dari Tabel 4.8 Rekapitulasi uji *Run Test* pos hujan Ngancar dari 12 bulan yang diuji semua hasil jumlah *run* berada diantara batas bawah dan batas dari nilai tabel. Dapat disimpulkan data hujan pos ngancar selama bulan Januari sampai Desember bersifat *random*.

4.2 Kebutuhan Air Irigasi

Analisa kebutuhan air irigasi yang dilayani Waduk Ngancar berdasarkan Data Rencana Tata Tanam Global (RTTG) 2016/2017 Kabupaten Wonogiri yang dibuat oleh Dinas PU Pengairan Kabupaten Wonogiri. Waduk Ngancar melayani satu daerah irigasi yaitu Daerah Irigasi (D.I) Temon dengan total luas lahan sebesar 637 Ha dengan masa tanam yang berlaku di Kabupaten Wonogiri yaitu Musim Tanam 1, Musim Tanam 2, dan Musim Tanam 3.

4.2.1 Analisa Kebutuhan Air Irigasi Metode FPR-LPR

Kebutuhan air irigasi dapat dihitung dengan menggunakan metode FPR (Faktor Palawija Relatif) – LPR (Luas Palawija Relatif). Analisa berikut untuk mengetahui berapa kebutuhan air irigasi pada daerah irigasi Temon sesuai dengan pola tata tanam yang diterapkan oleh petani yaitu Padi – Padi – Palawija dengan awal tanam pada bulan November. Berikut contoh perhitungan kebutuhan air irigasi metode FPR – LPR musim tanam 1 bulan November:

Diketahui:

- Luas Lahan yang diolah padi = 505 ha
- Luas lahan yang diolah palawija = 132 ha
- Masa pembibitan dengan perbandingan luas tanaman 5% selama ± 30 hari = 0.05
- Masa pengolahan tanah (garap tanah) dengan perbandingan luas tanaman 95% selama ± 30 hari = 0.95
- Masa pemeliharaan tanaman (fase vegetatif dan generatif) dengan perbandingan luas tanaman 100% selama ± 90 hari = 1
- Nilai LPR = Luas tanam \times koefisien pembanding LPR

Tabel 4.9 Koefisien Pembanding LPR

Jenis Tanaman	Koefisien Pembanding
Palawija	1
Padi Rendeng	
a. Persemaian / Pembibitan	20
b. Garap / Pengolahan Tanah	6
c. Pertumbuhan / Pemeliharaan	4
Padi Gadu ijin	Sama dengan padi rendeng
Padi Gadu Tidak ijin	1
Tebu	
a. Bibit/ Muda	1.5
b. Tua	0
Tembakau / Rosela	1
Pengisian tambak (sawah tambak)	3

Sumber: DPU Tingkat I Jawa Timur (1997)

- Koefisien FPR (jenis tanah latosol dan kondisi air cukup) = 0.16 liter/det/ha

Perhitungan kebutuhan air irigasi:

- Nilai LPR pembibitan = koef. Pembibitan \times Luas pembibitan
= $20 \times (0.05 \times 505)$
= 505 ha
- Nilai LPR garap tanah = koef. Garap tanah \times Luas garap tanah
= $6 \times (0.95 \times 505)$
= 2878.5 ha
- Nilai LPR vegetatif = koef. vegetatif \times Luas vegetative
= 4×505
= 2020 ha
- Nilai LPR generatif = koef. generatif \times Luas generative
= 4×505
= 2020 ha
- Nilai LPR palawija = koef. Palawija \times Luas palawija
= 1×132
= 132 ha
- Total LPR = $505 + 2878.5 + 2020 + 2020 + 132$
= 7555.5 ha
- FPR = Koefisien FPR (jenis tanah latosol dan kondisi air – cukup)
= 0.16 l/det/ha
- Fase pembibitan = FPR \times koef. Pembibitan \times Luas pembibitan
= $0.16 \times 20 \times 0.05 \times 505$
= 80.8 liter/dt
- Fase garap tanah = FPR \times koef. Garap tanah \times Luas garap tanah
= $0.16 \times 6 \times 0.95 \times 505$
= 460.56 liter/dt
- Fase vegetatif = FPR \times koef. vegetatif \times Luas vegetatif
= $0.16 \times 4 \times 505$
= 323.2 liter/dt
- Fase generatif = FPR \times koef. generatif \times Luas generatif

$$= 0.16 \times 4 \times 505$$

$$= 323.2 \text{ liter/dt}$$

- Kebutuhan irigasi palawija = FPR \times koef. Palawija \times Luas palawija

$$= 0.16 \times 1 \times 132$$

$$= 21.12 \text{ liter/dt}$$

Untuk perhitungan kebutuhan air irigasi metode FPR – LPR pada musim tanam kedua dan ketiga ditampilkan pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi Metode FPR – LPR

Musim Tanam	Uraian	Nilai LPR	Nilai FPR	Kebutuhan Air Irigasi (lt/dt)	Total Keb. Air Irigasi (lt/dt/ha)
MT I	a. Pembibitan	505		80.8	0.160
	b. Garap Tanah	2878.5		460.56	0.756
	c. Pemeliharaan Fase Vegetatif	2020	0.16	323.2	0.541
	d. Pemeliharaan Fase Generatif	2020		323.2	0.541
	e. Palawija	132		21.12	0.033
	Total	7555.5		1208.88	
MT II	a. Pembibitan	600		96	0.160
	b. Garap Tanah	3420		547.2	0.868
	c. Pemeliharaan Fase Vegetatif	2400	0.16	384	0.612
	d. Pemeliharaan Fase Generatif	2400		384	0.612
	e. Palawija	37		5.92	0.019
	Total	8857		1417.12	2.234
MT III	a. Palawija	637	0.16	101.92	0.160
	Total	637		101.92	

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Dari Tabel 4.10 diatas diketahui bahwa total kebutuhan air irigasi pada MT I sebesar 1208.88 lt/dt, untuk kebutuhan air irigasi pada MT II sebesar 1417.12 lt/dt, dan kebutuhan air irigasi pada MT III sebesar 101.92 lt/dt.

Dari hasil Tabel 4.10 telah diketahui kebutuhan air irigasi pada tiap fase, selanjutnya dilakukan perhitungan kebutuhan air irigasi setiap periode selama satu tahun, dimana setiap periode adalah 15 hari. Berikut contoh perhitungan kebutuhan air irigasi pada periode I bulan November.

- Fase Periode I = Penyiapan lahan, Bero, Palawija
- Fase Penyiapan lahan = $\{(1/3) \times \text{keb. Irigasi pembibitan MT I}\} + \{(1/3) \times \text{keb. Irigasi garap tanah MT I}\} + \{(1/3) \times \text{keb. Irigasi palawija MT III}\}$

$$= \left(\frac{1}{3} \times 80.8\right) + \left(\frac{1}{3} \times 460.56\right) + \left(\frac{1}{3} \times 101.92\right)$$

$$= 214.427 \text{ lt/dt}$$

Untuk perhitungan kebutuhan air irigasi setiap periode selama satu tahun ditampilkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi setiap Periode

Bulan	Periode	PTT			Kebutuhan Air Padi (lt/dt)
		Golongan I			
		Konvensional			
[1]	[2]	[3]			[4]
Nov	I	PL	B	P	214.427
	II	PL	PL	B	367.947
Des	I	V	PL	PL	482.720
	II	V	V	PL	417.040
Jan	I	V	V	V	344.320
	II	G	V	V	344.320
Feb	I	G	G	V	344.320
	II	G	G	G	344.320
Mar	I	PL	G	G	443.947
	II	PL	PL	G	545.547
Apr	I	V	PL	PL	560.747
	II	V	V	PL	476.320
Mei	I	V	V	V	389.920
	II	G	V	V	389.920
Jun	I	G	G	V	389.920
	II	G	G	G	389.920
Jul	I	P	G	G	293.920
	II	P	P	G	197.920
Agu	I	P	P	P	101.920
	II	P	P	P	101.920
Sep	I	P	P	P	101.920
	II	P	P	P	101.920
Okt	I	P	P	P	101.920
	II	B	P	P	67.947

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Keterangan:

PL	=	Persemaian dan Pengolahan Lahan
V	=	Pemeliharaan Fase Vegetatif
G	=	Pemeliharaan Fase Generatif
P	=	Palawija
B	=	Bero

Dari Tabel 4.11 dapat diketahui kebutuhan air irigasi maksimum terletak pada bulan April periode pertama, dimana pada saat itu terjadi fase vegetatif musim tanam 2 dan fase persiapan lahan musim tanam 2, kebutuhan air irigasinya sebesar 560.747 lt/dt. Sedangkan untuk kebutuhan air irigasi terkecil terletak pada bulan Oktober periode kedua, dimana saat itu terjadi fase bero dan palawija musim tanam 3, kebutuhan air irigasinya sebesar 67.947 lt/dt.

4.2.2 Evapotranspirasi Potensial

Evapotranspirasi potensial adalah besarnya air yang diperlukan oleh tanaman untuk proses evaporasi dan transpirasi pada perakaran tanaman. Besarnya evapotranspirasi dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu suhu (t), kelembaban relatif (Rh), kecerahan matahari (n/N), kecepatan angin (u), dan posisi geografi lokasi yang ditinjau. Data Klimatologi di Stasiun Ngancar pada Tahun 2015 ditampilkan pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12 Data Klimatologi Stasiun Ngancar Tahun 2015

Bulan	Suhu (t) (°C)	Kelembaban Relatif (Rh) (%)	Kecepatan Angin (u) (m/dt)	kecerahan matahari (n/N) (%)	Letak Lintang
Januari	31.6	95.1	13.639	5.5	8°LS
Februari	30.1	95	0.583	6	8°LS
March	30	96.2	0.806	5.1	8°LS
April	29.8	95.4	4.028	5.5	8°LS
May	29.9	96.6	0.750	6.1	8°LS
June	29.2	97.2	0.472	2.5	8°LS
July	29.5	96.3	0.500	7.6	8°LS
August	29.3	96.1	0.444	8.1	8°LS
September	29.9	96.4	0.667	9.1	8°LS
October	31.9	96.2	0.361	8.7	8°LS
November	31.2	96.4	0.917	6.7	8°LS
December	30	95.8	6.278	5.9	8°LS

Sumber: Data Klimatologi (2015)

Besarnya evapotranspirasi potensial pada studi ini dihitung menggunakan metode penman modifikasi, sebagai contoh perhitungan diambil data Klimatologi pada bulan Januari sebagai berikut:

- Suhu Rerata (t) = 31.6

Untuk suhu tersebut dari Tabel 2.3 diperoleh :

- $ea = 46.13$
- $w = 0.78$

$$- f(t) = 17.02$$

- Kelembaban relatif (Rh) = 95.1 %
- Kecepatan angin (u) = 13.639 m/detik
- Kecerahan matahari (n/N) = 5.50%
- Radiasi gelombang pendek yang memasuki batas luar atmosfer atau angka angot (Ra) untuk kedudukan dari Tabel 2.4 Diperoleh 16.1 mm/hari.

Dari data-data tersebut dapat dihitung besarnya evapotranspirasi potensial dengan langkah-langkah sebagai berikut:

$$1. \quad ea = 46.13$$

$$2. \quad ed = ea \times Rh \\ = 46.13 \times (95.1/100) \\ = 43.870 \text{ mbar}$$

3. perbedaan tekanan uap jenuh dengan tekanan uap yang sebenarnya adalah:

$$(ea-ed) = 46.13 - 43.87 \\ = 2.26 \text{ mbar}$$

4. Fungsi angin $f(u)$ adalah:

$$f(u) = 0.27 \times (1 + (0.864 \times u)) \\ = 0.27 \times (1 + (0.864 \times 13.639)) \\ = 3.452 \text{ m/dt}$$

5. Faktor pembobot ($1 - W$) adalah:

$$1 - w = 1 - 0.788 \\ = 0.212$$

6. Radiasi ekstra terestrial adalah :

$$Ra = 16.1$$

7. Besarnya nilai radiasi gelombang pendek adalah :

$$Rs = 0.25 + (0.54 \times (n/N)) \times Ra \\ = 0.25 + (0.54 \times (5.5 / 100)) \times 16.1 \\ = 0.25 + 0.0297 \times 16.1 \\ = 0.728$$

8. Radiasi netto gelombang pendek (Rns) adalah:

$$Rns = Rs \times (1 - 0.25) \\ = 0.728 \times 0.75$$

$$= 0.546$$

9. Radiasi netto gelombang panjang (R_{nl}) adalah:

$$\begin{aligned} R_{nl} &= 17.02 \times (0.34 - 0.044 \times ed^{0.5}) \times (0.1 + 0.9 \times (n/N/100)) \\ &= 17.02 \times (0.34 - 0.044 \times 43.870^{0.5}) \times (0.1 + 0.9 \times (5.50/100)) \\ &= 0.124 \end{aligned}$$

10. Radiasi netto (R_n):

$$\begin{aligned} R_n &= R_{ns} - R_{nl} \\ &= 0.546 - 0.124 \\ &= 0.423 \end{aligned}$$

11. Faktor Pembobot untuk R_n , W :

$$W = 0.788$$

12. Faktor koreksi penman dari Tabel 2.5: 1.1

13. Mencari nilai E_{to}^* adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} E_{to}^* &= w \times (R_n) + ((1-w) \times f(u) \times (ea - ed)) \\ &= 0.788 \times (0.423) + ((1-0.788) \times 3.452 \times 2.26) \\ &= (0.788 \times 0.423) + 1.654 \\ &= 1.987 \end{aligned}$$

14. Angka koreksi penman c pada bulan Januari adalah 1.1 (Tabel 2.5) sehingga besarnya evapotranspirasi potensial adalah :

$$\begin{aligned} E_{to} &= c \times E_{to}^* \\ &= 1.1 \times 1.987 \\ &= 2.186 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

Perhitungan selanjutnya ditampilkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13 Perhitungan Evaporasi Potensial

No	Parameter	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des
I Data														
1	Suhu, T	(°C)	31.60	30.10	30.00	29.80	29.90	29.20	29.50	29.30	29.90	31.90	31.20	30.00
2	Kelembaban Relatif, RH	(%)	95.10	95.00	96.20	95.40	96.60	97.20	96.30	96.10	96.40	96.20	96.40	95.80
3	Lama Penyinaran, n/N	(%)	5.50	6.00	5.10	5.50	6.10	2.50	7.60	8.10	9.10	8.70	6.70	5.90
4	Kecepatan angin, u	(km/hr)	49.10	2.10	2.90	14.50	2.70	1.70	1.80	1.60	2.40	1.30	3.30	22.60
		(m/dt)	13.639	0.583	0.806	4.028	0.750	0.472	0.500	0.444	0.667	0.361	0.917	6.278
5	Letak Lintang													
II Perhitungan														
		° LS	8° LS	8° LS	8° LS	8° LS	8° LS	8° LS	8° LS	8° LS	8° LS	8° LS	8° LS	8° LS
1	Tekanan uap nyata, ea	(mbar)	46.13	42.545	42.31	41.86	42.085	40.51	41.185	40.735	42.085	46.865	45.15	42.31
2	Tekanan uap jenuh, ed	(mbar)	43.870	40.418	40.702	39.934	40.654	39.376	39.661	39.146	40.570	45.084	43.525	40.533
3	Perbedaan tekanan uap, ea - ed	(mbar)	2.260	2.127	1.608	1.926	1.431	1.134	1.524	1.589	1.515	1.781	1.625	1.777
4	Fungsi angin, f(u)	(m/dt)	3.452	0.406	0.458	1.210	0.445	0.380	0.387	0.374	0.426	0.354	0.484	1.734
5	Faktor pembobot (1 - W)		0.212	0.2195	0.22	0.221	0.2205	0.224	0.2225	0.2235	0.2205	0.2105	0.214	0.22
6	Radiasi ekstra terestrial, Ra		16.1	16.1	15.5	14.4	13.1	12.4	12.7	13.7	14.9	15.8	16	16
7	Radiasi gelombang pendek, Rs	(mm/hr)	0.728	0.772	0.677	0.678	0.682	0.417	0.771	0.849	0.982	0.992	0.829	0.760
8	Radiasi netto gelombang pendek, Rns	(mm/hr)	0.546	0.579	0.508	0.508	0.511	0.313	0.578	0.637	0.737	0.744	0.622	0.570
9	Radiasi netto gelombang panjang, Rnl	(mm/hr)	0.124	0.155	0.144	0.154	0.154	0.129	0.176	0.185	0.181	0.136	0.135	0.153
10	Radiasi netto, Rn	(mm/hr)	0.423	0.424	0.363	0.354	0.358	0.184	0.403	0.452	0.555	0.609	0.487	0.417
11	Faktor pembobot untuk Rn, W		0.788	0.781	0.780	0.779	0.780	0.776	0.778	0.777	0.780	0.790	0.786	0.780
12	Faktor koreksi, c		1.100	1.100	1.000	0.900	0.900	0.900	0.900	1.000	1.100	1.100	1.100	1.100
13	Potensial Evapotranspirasi, ETo	(mm/hr)	1.987	0.520	0.445	0.790	0.419	0.239	0.444	0.483	0.575	0.613	0.551	1.003
14	Eto	(mm/hr)	2.186	0.572	0.445	0.711	0.377	0.215	0.400	0.483	0.633	0.675	0.606	1.103

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

4.3 Analisa Debit

4.3.1 Analisa Pola Ketersediaan Debit Metode F.J. Mock

Untuk mengetahui besarnya debit terdapat beberapa metode yang bisa dipakai, namun pada studi ini akan menggunakan metode F.J. Mock. Berikut merupakan contoh perhitungan analisa ketersediaan debit dengan metode F.J. Mock. Data-data yang diketahui adalah:

- Luas Daerah Aliran (*DAS*) = 7.20 km²
- *Soil moisture Capacity (SMC)* = 200 mm
- Koefisien Infiltrasi (*I*) = 0.2
- Faktor Resesi Aliran Tanah (*k*) = 0.7
- Titik kontrol perhitungan F.J. Mock berada di Waduk Ngancar

Contoh perhitungan menggunakan Metode F.J. Mock seperti pada periode I bulan Januari tahun 2012 sebagai berikut:

[1] Data Hujan

1. Curah Hujan (*P*) = 273 mm (Data Curah Hujan)
2. Hari Hujan (*h*) = 14 hari

[2] Evapotranspirasi Terbatas

3. Evapotranspirasi (*Eto/hr*) = 2.186 mm/hari (Tabel 4.13)
= 32.786 mm/bulan
4. Permukaan Lahan Terbuka (*m*) = 40% (30% - 50%)
5. $\left(\frac{m}{20}\right) \times (18 - h)$ = 0.080
6. $E = (Eto) \times \left(\frac{m}{20}\right) \times (18 - h)$ = 2.623 mm/bulan
7. $Et = (Eto) - (E)$ = 30.163 mm/bln

[3] Keseimbangan Air

8. $Ds = P - Et$ = 242.837 mm/bulan
9. Kandungan Air Tanah (*SMS*) = 0 mm/bln
10. Kandungan Air Tanah (*SMC*) = 200 mm
11. Kelebihan Air (*WS*) = $Ds - \text{Kandungan Air Tanah (SMS)}$
= 242.837 - 0
= 242.837 mm

[4] Aliran dan Penyimpanan Air tanah

12. Infiltrasi (*I*) = $Ws \times i$

$$\begin{aligned}
 &= 242.837 \times 0.2 \\
 &= 48.567 \text{ mm} \\
 13. &0.5 \times (1 + k) \times I &= 0.5 \times (1 + 0.7) \times 48.567 \\
 &= 41.282 \\
 14. &K \times V(n-1) &= 0.7 \times (76.546) \\
 &= 53.582 \text{ mm/bln} \\
 15. &\text{Tampungan } (V_n) &= 0.5 \times (1+k) \times I + k \times V(n-1) \\
 &= 94.865 \text{ mm/bln} \\
 16. &\text{Perubahan Vol. Tampungan } (DV_n) &= \text{Tampungan } (V_n) - V(n-1) \\
 &= 18.318 \text{ mm/bln} \\
 17. &\text{Aliran Dasar} &= \text{Infiltrasi } (I) - (DV_n) \\
 &= 30.249 \text{ mm/bln} \\
 18. &\text{Aliran Langsung} &= W_s - I \\
 &= 194.270 \text{ mm/bln} \\
 19. &\text{Debit Aliran} &= \text{Aliran Dasar} + \text{Aliran Langsung} \\
 &= 224.519 \text{ mm/bln} \\
 20. &\text{Debit sungai} &= \text{Luas } DAS \times 1000 / (\text{Jumlah hari} \times 24 \times 3600) \times \\
 &\text{Debit Aliran (mm/bln)} \\
 &= 1.247 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Untuk perhitungan metode F.J. Mock selanjutnya ditampilkan pada Tabel 4.14. untuk mengetahui bahwa perhitungan debit menggunakan metode F.J. Mock yang dilakukan sudah benar atau sesuai dengan kondisi lapangan dilakukan kalibrasi perbandingan dengan pengukuran debit lapangan. Dalam kondisi ini data pengukuran debit di lapangan tidak tersedia, maka dilakukan uji regresi linier untuk mengetahui apakah hasil perhitungan debit metode F.J. Mock sesuai dengan data hujan yang ada. Selain itu juga dilakukan kalibrasi dengan data tampungan waduk pada tahun 2012 apabila hasil debit F.J. Mock benar maka perhitungan tampungan waduk eksisting sama/mendekati dengan kondisi tampungan waduk di lapangan pada tahun 2012.

Tabel 4.14 Perhitungan Debit Andalan Bulanan Tahun 2012 dengan Metode F.J Mock

No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun	
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
I DATA HUJAN															
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	273	88	193	212	279	197	0	0	117	59	4	5
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	14	9	9	9	13	9	0	0	7	2	2	1
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)															
3	Evapotranspirasi Potensial (ETo)	ETo	mm	32.786	34.971	8.583	7.439	6.679	7.124	10.672	10.672	5.658	6.035	3.227	3.227
4	Permukaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
5	(m/20) * (18 - h)	Hitungan	-	0.080	0.180	0.180	0.180	0.100	0.180	0.360	0.360	0.220	0.320	0.320	0.340
6	E = (ETo) * (m/20) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	2.623	6.295	1.545	1.339	0.668	1.282	3.842	3.842	1.245	1.931	1.033	1.097
7	Et = (ETo) - (E)	(3) - (6)	mm	30.163	28.676	7.038	6.100	6.011	5.842	6.830	6.830	4.413	4.104	2.194	2.130
III KESEIMBANGAN AIR															
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (Ds = P - Et)	(1) - (7)	mm	242.837	59.324	185.962	205.900	272.989	191.158	-6.830	-6.830	112.587	54.896	1.806	2.870
9	Kandungan Air Tanah (SMS)		mm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-6.830	-6.830	0.000	0.000	0.000	0.000
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	SMC	mm	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000	193.170	186.340	200.000	200.000	200.000	200.000
11	Kelebihan Air (WS)	(8)- (9)	mm	242.837	59.324	185.962	205.900	272.989	191.158	0.000	0.000	98.928	54.896	1.806	2.870
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH															
12	Infiltrasi (I)	(11) * (i)	mm	48.567	11.865	37.192	41.180	54.598	38.232	0.000	0.000	19.786	10.979	0.361	0.574
13	0.5 (1 + k) In	Hitungan	-	41.282	10.085	31.614	35.003	46.408	32.497	0.000	0.000	16.818	9.332	0.307	0.488
14	k * V (n - 1)	Hitungan	-	53.582	66.405	53.543	59.610	66.229	78.846	77.940	54.558	38.191	38.506	33.487	23.656
15	Volume Penyimpanan (Vn)	(13) + (14)	mm	94.865	76.490	85.157	94.613	112.637	111.343	77.940	54.558	55.008	47.838	33.794	24.143
16	Perubahan Volume Air (DVn)	Vn - V(n-1)	mm	18.318	-18.374	8.666	9.456	18.024	-1.294	-33.403	-23.382	0.450	-7.170	-14.045	-9.650
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	30.249	30.239	28.526	31.724	36.574	39.526	33.403	23.382	19.335	18.149	14.406	10.224
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	194.270	47.459	148.770	164.720	218.391	152.926	0.000	0.000	79.142	43.917	1.444	2.296
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	224.519	77.698	177.295	196.444	254.965	192.452	33.403	23.382	98.477	62.066	15.850	12.520
V DEBIT ALIRAN SUNGAI															
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	1.247	0.405	0.985	1.259	1.416	1.002	0.186	0.130	0.547	0.323	0.088	0.070
22	Debit Aliran Sungai		m ³ /det/har	0.083	0.025	0.066	0.097	0.094	0.063	0.012	0.009	0.036	0.020	0.006	0.005
23	Jumlah hari		hari	15.000	16.000	15.000	13.000	15.000	16.000	15.000	15.000	15.000	16.000	15.000	15.000
24	Debit Aliran (dibaca : 10E^6)		m ³	1.617	0.559	1.277	1.414	1.836	1.386	0.241	0.168	0.709	0.447	0.114	0.090
25	Debit Aliran (dibaca : 10E^14)		mm/hari	1.078	0.350	0.851	1.088	1.224	0.866	0.160	0.112	0.473	0.279	0.076	0.060

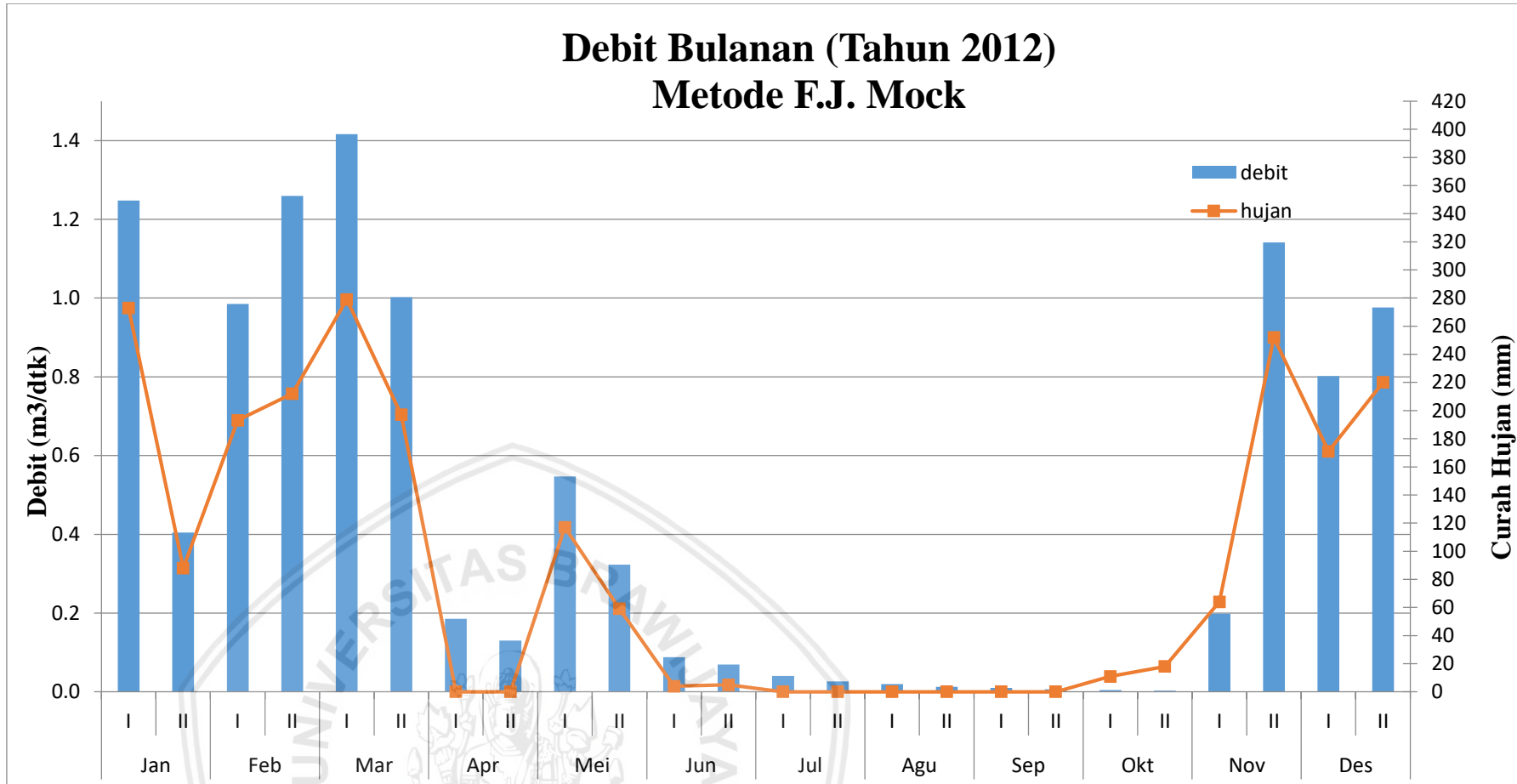
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Lanjutan Tabel Perhitungan Debit Andalan Bulanan Tahun 2012 dengan Metode F.J Mock

No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des	
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
I DATA HUJAN															
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	0	0	0	0	0	0	11	18	64	252	171	220
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	0	0	0	0	0	0	3	1	4	9	11	13
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)															
3	Evapotranspirasi Potensial (ET _o)	ET _o	mm	5.995	6.395	7.251	7.734	9.489	9.489	10.118	10.792	9.088	9.088	16.552	17.655
4	Permukaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
5	(m/20) * (18 - h)	Hitungan	-	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.300	0.340	0.280	0.180	0.140	0.100
6	E = (ET _o) * (m/20) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	2.158	2.302	2.610	2.784	3.416	3.416	3.035	3.669	2.545	1.636	2.317	1.766
7	Et = (ET _o) - (E)	(3) - (6)	mm	3.837	4.093	4.641	4.950	6.073	6.073	7.083	7.123	6.544	7.452	14.235	15.890
III KESEIMBANGAN AIR															
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (Ds = P - Et)	(1) - (7)	mm	-3.837	-4.093	-4.641	-4.950	-6.073	-6.073	3.917	10.877	57.456	244.548	156.765	204.110
9	Kandungan Air Tanah (SMS)		mm	-3.837	-4.093	-4.641	-4.950	-6.073	-6.073	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	SMC	mm	196.163	192.070	187.430	182.480	176.407	170.334	174.252	185.129	200.000	200.000	200.000	200.000
11	Kelebihan Air (WS)	(8) - (9)	mm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	42.585	244.548	156.765	204.110
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH															
12	Infiltrasi (I)	(11) * (i)	mm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	8.517	48.910	31.353	40.822
13	0.5 (1 + k) In	Hitungan	-	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	7.239	41.573	26.650	34.699
14	k * V (n - 1)	Hitungan	-	16.900	11.830	8.281	5.797	4.058	2.840	1.988	1.392	0.974	5.750	33.126	41.843
15	Volume Penyimpanan (Vn)	(13) + (14)	mm	16.900	11.830	8.281	5.797	4.058	2.840	1.988	1.392	8.214	47.323	59.776	76.542
16	Perubahan Volume Air (DVn)	Vn - V(n-1)	mm	-7.243	-5.070	-3.549	-2.484	-1.739	-1.217	-0.852	-0.596	6.822	39.109	12.453	16.766
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	7.243	5.070	3.549	2.484	1.739	1.217	0.852	0.596	1.695	9.801	18.900	24.056
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	34.068	195.638	125.412	163.288
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	7.243	5.070	3.549	2.484	1.739	1.217	0.852	0.596	35.763	205.439	144.312	187.344
V DEBIT ALIRAN SUNGAI															
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	0.040	0.026	0.020	0.013	0.010	0.007	0.005	0.003	0.199	1.141	0.802	0.976
22	Debit Aliran Sungai		m ³ /det/hari	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.000	0.000	0.000	0.013	0.076	0.053	0.061
23	Jumlah hari		hari	15.000	16.000	15.000	16.000	15.000	15.000	15.000	16.000	15.000	15.000	15.000	16.000
24	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶)		m ³	0.052	0.037	0.026	0.018	0.013	0.009	0.006	0.004	0.257	1.479	1.039	1.349
25	Debit Aliran (dibaca : 10E ¹⁴)		mm/hari	0.035	0.023	0.017	0.011	0.008	0.006	0.004	0.003	0.172	0.986	0.693	0.843

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Pada Tabel 4.14 Perhitungan Debit Andalan Bulanan Tahun 2012 dengan Metode F.J Mock nilai debit maksimum sebesar 1.416 m³/dt yang terjadi pada bulan Maret periode I, sedangkan nilai debit terkecil sebesar 0.003 m³/dt yang terjadi pada bulan Oktober periode II.



Gambar 4.1 Grafik Debit Bulanan (Tahun 1996) Metode F.J. Mock
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Pada Gambar 4.1 Grafik Debit Bulanan Tahun 2012 metode F.J. Mock diketahui bahwa ketika curah hujan tinggi, maka debit yang berada di sungai juga mengalami kenaikan. Sebaliknya jika curah hujan pada periode berikutnya mengalami penurunan, debit yang terjadi di sungai juga mengalami penurunan.

Tabel 4.15 Rekapitulasi Perhitungan Debit Bulanan dengan Metode F.J Mock

Tahun	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1996	0.330	0.883	0.102	0.077	0.261	0.555	0.212	0.654	0.076	0.108	0.073	0.031
1997	0.673	0.681	0.948	0.772	0.343	0.260	0.456	0.403	0.373	0.234	0.060	0.042
1998	0.276	0.323	0.246	1.536	1.033	0.834	0.546	1.192	0.198	0.261	0.656	0.610
1999	0.809	1.100	0.682	0.772	1.251	0.475	0.789	0.161	0.480	0.106	0.065	0.045
2000	0.040	0.373	0.782	1.296	0.516	0.732	0.679	0.377	0.209	0.087	0.256	0.050
2001	0.104	0.734	1.283	0.331	0.700	0.674	0.897	0.241	0.096	0.129	0.574	0.068
2002	0.399	0.714	0.679	0.819	0.697	0.591	0.694	0.523	0.418	0.086	0.267	0.135
2003	0.917	0.591	1.210	1.605	1.079	0.554	0.150	0.147	0.228	0.059	0.044	0.031
2004	0.459	0.688	0.739	0.844	0.744	0.582	0.547	0.462	0.096	0.290	0.255	0.055
2005	0.226	0.970	0.633	1.038	0.737	0.794	0.650	0.195	0.097	0.060	0.045	0.633
2006	0.090	0.059	0.702	1.013	0.100	0.065	0.914	0.489	0.086	0.056	0.042	0.029
2007	0.102	0.240	0.674	1.242	0.472	1.152	1.390	1.307	0.237	0.201	0.101	0.071
2008	0.471	0.567	1.899	1.666	1.105	0.865	0.984	0.386	0.149	0.107	0.068	0.047
2009	0.449	0.795	1.023	0.654	0.111	0.073	0.054	0.748	0.417	0.479	0.159	0.059
2010	0.543	0.758	0.875	0.743	1.906	0.956	0.312	0.368	1.150	0.227	0.334	0.088
2011	1.190	0.792	1.134	0.926	0.516	0.861	0.677	0.238	0.096	0.063	0.047	0.033
2012	1.247	0.405	0.985	1.259	1.416	1.002	0.186	0.130	0.547	0.323	0.088	0.070
2013	1.259	0.824	0.794	1.127	0.481	0.680	0.507	0.492	0.235	0.225	0.629	0.641
2014	0.767	1.312	0.595	0.597	0.627	0.605	0.920	0.130	0.322	0.236	0.065	0.458
2015	1.118	0.985	2.004	0.847	1.146	1.174	0.607	0.288	0.278	0.131	0.418	0.207
2016	0.357	0.920	1.193	0.624	0.885	0.846	1.238	0.452	0.511	0.454	0.449	0.195

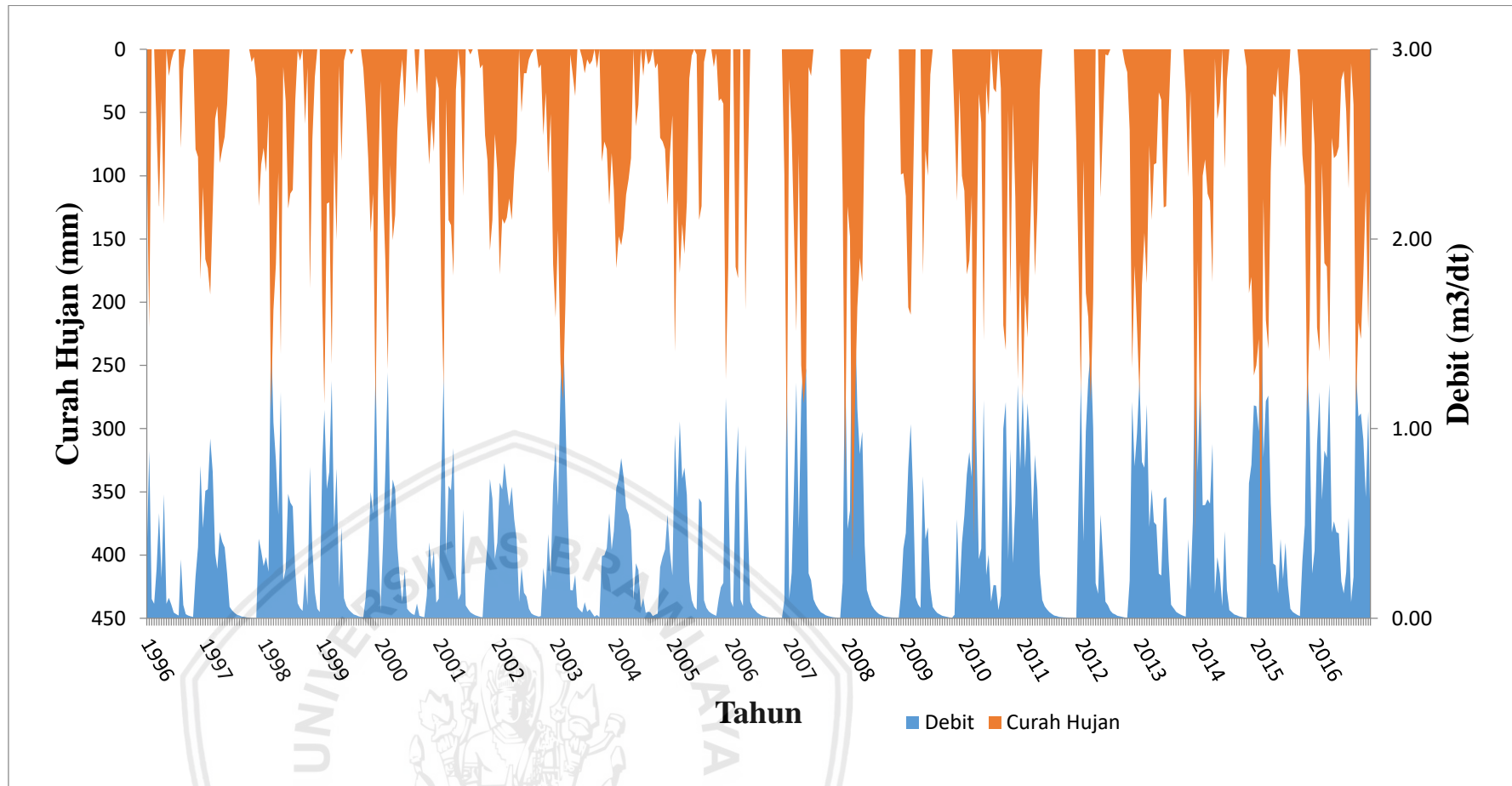
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Lanjutan Tabel Rekapitulasi Perhitungan Debit Bulanan dengan Metode F.J Mock

Tahun	Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1996	0.021	0.014	0.310	0.071	0.021	0.015	0.010	0.007	0.220	0.375	0.804	0.475
1997	0.030	0.019	0.014	0.009	0.007	0.005	0.003	0.002	0.002	0.001	0.419	0.355
1998	0.588	0.248	0.080	0.053	0.039	0.239	0.066	0.798	0.362	0.138	0.050	0.033
1999	0.032	0.021	0.016	0.010	0.008	0.005	0.113	0.347	0.666	0.553	1.333	0.552
2000	0.035	0.023	0.017	0.077	0.013	0.009	0.006	0.120	0.401	0.257	0.357	0.082
2001	0.048	0.031	0.023	0.015	0.011	0.008	0.006	0.232	0.394	0.735	0.631	0.313
2002	0.114	0.050	0.026	0.017	0.013	0.009	0.012	0.266	0.148	0.444	0.220	0.704
2003	0.085	0.034	0.047	0.028	0.010	0.018	0.005	0.328	0.331	0.371	0.553	0.360
2004	0.106	0.029	0.035	0.031	0.012	0.019	0.025	0.271	0.324	0.363	0.547	0.350
2005	0.610	0.096	0.054	0.036	0.027	0.019	0.013	0.102	0.164	0.187	1.162	0.753
2006	0.021	0.014	0.010	0.007	0.005	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.095	1.316
2007	0.050	0.032	0.024	0.016	0.012	0.008	0.006	0.004	0.003	0.002	0.190	1.429
2008	0.033	0.022	0.016	0.011	0.008	0.006	0.004	0.003	0.002	0.001	0.125	0.367
2009	0.041	0.027	0.020	0.013	0.010	0.007	0.005	0.003	0.019	0.522	0.123	0.397
2010	0.176	0.174	0.043	0.118	1.000	1.139	0.309	0.894	0.290	0.601	1.232	0.787
2011	0.023	0.015	0.011	0.007	0.006	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001	0.001	0.690
2012	0.040	0.026	0.020	0.013	0.010	0.007	0.005	0.003	0.199	1.141	0.802	0.976
2013	0.305	0.072	0.054	0.035	0.026	0.018	0.013	0.008	0.417	0.152	0.511	1.649
2014	0.149	0.043	0.032	0.021	0.016	0.011	0.008	0.005	0.004	0.712	0.810	1.122
2015	0.397	0.176	0.050	0.033	0.025	0.017	0.012	0.298	0.491	1.342	1.028	0.235
2016	0.131	0.242	0.531	0.085	0.218	1.314	1.064	1.080	0.942	0.639	1.092	0.467

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Pada Tabel 4.15 Rekapitulasi Perhitungan Debit Bulanan dengan Metode F.J Mock selama 21 tahun nilai debit maksimum sebesar 2.004 m³/dt yang terjadi pada bulan Februari tahun 2015 periode II.



Gambar 4.2 Rekapitulasi Grafik Bulanan Metode F.J. Mock
 Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Pada Gambar 4.2 Rekapitulasi Grafik Bulanan Metode F.J. Mock diketahui bahwa ketika curah hujan tinggi, maka debit yang berada di sungai juga mengalami kenaikan. Sebaliknya jika curah hujan pada periode berikutnya mengalami penurunan, debit yang terjadi di sungai juga mengalami penurunan.

4.3.2 Uji Regresi Linier

Debit yang diperoleh dari hasil perhitungan dengan metode F.J. Mock perlu dilakukan pengujian sebelum dianalisa menjadi debit andalan. Karena data debit pengukuran (AWLR) tidak tersedia, maka debit hitung diuji dengan metode regresi linier sederhana untuk mengetahui korelasi antara data hujan dengan debit hasil perhitungan F.J. Mock.

Contoh perhitungan uji regresi linier untuk tahun 1996.

Y_i	= debit
X_i	= hujan
Y_l	= 0.330 m ³ /dt
X_l	= 80 mm
Hujan rerata (\bar{X})	= 51.83 mm
Debit rerata (\bar{Y})	= 0.238 m ³ /dt

Tabel 4.16 Data Curah Hujan dan Hasil Perhitungan Debit F.J. Mock Tahun 1996

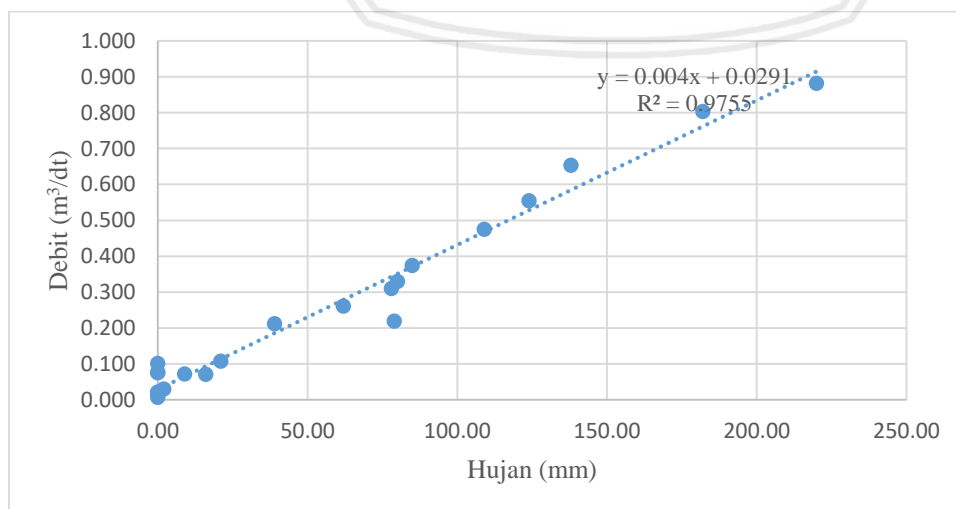
No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)
			X	Y
1	Jan	I	80.00	0.330
		II	220.00	0.883
2	Feb	I	0.00	0.102
		II	0.00	0.077
3	Mar	I	62.00	0.261
		II	124.00	0.555
4	Apr	I	39.00	0.212
		II	138.00	0.654
5	May	I	0.00	0.076
		II	21.00	0.108
6	Jun	I	9.00	0.073
		II	2.00	0.031
7	Jul	I	0.00	0.021
		II	0.00	0.014
8	Aug	I	78.00	0.310
		II	16.00	0.071
9	Sep	I	0.00	0.021
		II	0.00	0.015
10	Oct	I	0.00	0.010
		II	0.00	0.007
11	Nov	I	79.00	0.220
		II	85.00	0.375
12	Dec	I	182.00	0.804
		II	109.00	0.475

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Tabel 4.17 Perhitungan Model Regresi Linier Sederhana Data Curah Hujan dan Hasil Perhitungan Debit F.J. Mock Tahun 1996

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	X . Y	X ²	Y ²
			X	Y			
1	Jan	I	80.00	0.330	26.436	6400	0.109
		II	220.00	0.883	194.219	48400	0.779
2	Feb	I	0.00	0.102	0.000	0	0.010
		II	0.00	0.077	0.000	0	0.006
3	Mar	I	62.00	0.261	16.184	3844	0.068
		II	124.00	0.555	68.760	15376	0.307
4	Apr	I	39.00	0.212	8.282	1521	0.045
		II	138.00	0.654	90.219	19044	0.427
5	May	I	0.00	0.076	0.000	0	0.006
		II	21.00	0.108	2.261	441	0.012
6	Jun	I	9.00	0.073	0.654	81	0.005
		II	2.00	0.031	0.061	4	0.001
7	Jul	I	0.00	0.021	0.000	0	0.000
		II	0.00	0.014	0.000	0	0.000
8	Aug	I	78.00	0.310	24.201	6084	0.096
		II	16.00	0.071	1.140	256	0.005
9	Sep	I	0.00	0.021	0.000	0	0.000
		II	0.00	0.015	0.000	0	0.000
10	Oct	I	0.00	0.010	0.000	0	0.000
		II	0.00	0.007	0.000	0	0.000
11	Nov	I	79.00	0.220	17.363	6241	0.048
		II	85.00	0.375	31.889	7225	0.141
12	Dec	I	182.00	0.804	146.378	33124	0.647
		II	109.00	0.475	51.791	11881	0.226

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)



Gambar 4.3 Grafik Korelasi Determinasi Data Hujan dengan Debit F.J. Mock Tahun 1996
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Dari Tabel 4.17 dapat dihitung koefisien korelasi (R) sebagai berikut.

$$R = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{\{n \sum X^2 - (\sum X)^2\} \{n \sum Y^2 - (\sum Y)^2\}}}$$

$$R = \frac{24 \times 679.837 - 1244 \times 5.705}{\sqrt{\{(24 \times 159922) - 1547536\} \{(24 \times 2.941) - 32.542\}}}$$

$$R = \frac{9219.616}{9334.742}$$

$$R = 0.987$$

Berdasarkan perhitungan di atas, diperoleh nilai koefisien korelasi (R) sebesar 0.895 dan determinasi (R^2) sebesar 0.877 yang menunjukkan kesesuaian hubungan antara data hujan dengan debit hitung F.J. Mock untuk tahun 1996. Sehingga debit hasil perhitungan dengan metode F.J. Mock tahun 1996 bisa digunakan. Berikut adalah tabel rekapitulasi hasil perhitungan koefisien korelasi (R) dan determinasi (R^2) tahun 1996 hingga tahun 2016.

Tabel 4.18 Rekapitulasi Hasil perhitungan korelasi determinasi Tahun 1996 – 2016

No	Tahun	Koefisien Korelasi (R)	Determinasi (R^2)	No	Tahun	Koefisien Korelasi (R)	Determinasi (R^2)
1	1996	0.988	0.975	12	2007	0.978	0.956
2	1997	0.968	0.936	13	2008	0.976	0.953
3	1998	0.985	0.971	14	2009	0.966	0.934
4	1999	0.980	0.960	15	2010	0.992	0.983
5	2000	0.981	0.962	16	2011	0.966	0.934
6	2001	0.985	0.970	17	2012	0.986	0.972
7	2002	0.973	0.947	18	2013	0.981	0.962
8	2003	0.983	0.967	19	2014	0.984	0.968
9	2004	0.981	0.963	20	2015	0.987	0.974
10	2005	0.982	0.964	21	2016	0.988	0.976
11	2006	0.969	0.938				

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Berdasarkan Tabel 4.18 Rekapitulasi Hasil perhitungan korelasi determinasi Tahun 1996 – 2016, diketahui bahwa nilai korelasi (R) antara data hujan dengan debit hitung mulai tahun 1996 – 2016 berkisar $0.6 < R < 1$ yang merupakan hubungan langsung positif baik. Sehingga debit hasil perhitungan dianggap baik dan bisa dilakukan analisa debit andalan.

Selain diuji korelasi linier dan determinasi data debit juga diuji dengan metode korelasi peringkat. Variable yang digunakan sama dengan dua uji sebelumnya yaitu data hujan bulanan dengan debit hasil perhitungan F.J. Mock.

Contoh perhitungan korelasi peringkat untuk tahun 1996.

Y_i = debit

X_i	= hujan
Y_i	= $0.330 \text{ m}^3/\text{dt}$
X_i	= 80 mm
Peringkat Variabel X ke i (PX_i)	= 7
Peringkat Variabel Y ke i (PY_i)	= 7

Untuk hasil perhitungan tahun 1996 ditampilkan pada Tabel 4.19.

Tabel 4.19 Perhitungan Korelasi Peringkat Data Curah Hujan dan Hasil Perhitungan Debit F.J. Mock Tahun 1996

No	Bulan	Periode	Curah	Debit	PX_i	PY_i	$PX_i - PY_i$	$(PX_i - PY_i)^2$
			Hujan (mm) X_i	(m^3/dt) Y_i				
1	Jan	I	80.00	0.330	7	7	0	0
		II	220.00	0.883	1	1	0	0
2	Feb	I	0.00	0.102	16	13	3	9
		II	0.00	0.077	16	14	2	4
3	Mar	I	62.00	0.261	10	9	1	1
		II	124.00	0.555	4	4	0	0
4	Apr	I	39.00	0.212	11	11	0	0
		II	138.00	0.654	3	3	0	0
5	May	I	0.00	0.076	16	15	1	1
		II	21.00	0.108	12	12	0	0
6	Jun	I	9.00	0.073	14	16	-2	4
		II	2.00	0.031	15	18	-3	9
7	Jul	I	0.00	0.021	16	19	-3	9
		II	0.00	0.014	16	22	-6	36
8	Aug	I	78.00	0.310	9	8	1	1
		II	16.00	0.071	13	17	-4	16
9	Sep	I	0.00	0.021	16	20	-4	16
		II	0.00	0.015	16	21	-5	25
10	Oct	I	0.00	0.010	16	23	-7	49
		II	0.00	0.007	16	24	-8	64
11	Nov	I	79.00	0.220	8	10	-2	4
		II	85.00	0.375	6	6	0	0
12	Dec	I	182.00	0.804	2	2	0	0
		II	109.00	0.475	5	5	0	0
Jumlah								248

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Dari Tabel 4.19 dapat dihitung nilai korelasi peringkat (RP) yaitu:

$$RP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (PX_i - PY_i)^2}{n(n^2 - 1)}$$

$$RP = 1 - \frac{6 \times 248}{24(24^2 - 1)}$$

$$RP = 0.930$$

Untuk menguji tingkat hubungan antara variable X dan Y dapat menggunakan nilai kritis untuk uji hipotesis pada derajat kepercayaan 5% ditolak atau 95% diterima. Dengan nilai $RP = 0.930$, dapat ditentukan derajat kepercayaan = 0.409 dari tabel nilai kritis derajat kepercayaan (bisa dilihat pada lampiran), dengan jumlah data $n = 24$ maka diperoleh nilai kritis = 0.409. Nampak bahwa $RP = 0.930$ lebih besar dari pada 0.409. ini berarti dalam derajat kepercayaan 5% menunjukkan terdapat hubungan antara dua variabel yang diuji yaitu data hujan dengan data debit F.J. Mock. Rekapitulasi perhitungan korelasi peringkat tahun 1966 – 2016 ditampilkan pada Tabel 4.20.

Tabel 4.20 Rekapitulasi Perhitungan Korelasi Peringkat Tahun 1996-2016

No	Tahun	RP	RP 5%	Keterangan	No	Tahun	RP	RP 5%	Keterangan
1	1996	0.824		Diterima	12	2007	0.862		Diterima
2	1997	0.850		Diterima	13	2008	0.886		Diterima
3	1998	0.911		Diterima	14	2009	0.830		Diterima
4	1999	0.916		Diterima	15	2010	0.930		Diterima
5	2000	0.916		Diterima	16	2011	0.776	0.409	Diterima
6	2001	0.904	0.409	Diterima	17	2012	0.858		Diterima
7	2002	0.923		Diterima	18	2013	0.929		Diterima
8	2003	0.900		Diterima	19	2014	0.891		Diterima
9	2004	0.959		Diterima	20	2015	0.926		Diterima
10	2005	0.920		Diterima	21	2016	0.939		Diterima
11	2006	0.673		Diterima					

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Berdasarkan Tabel 4.20 Rekapitulasi Perhitungan Korelasi Peringkat Tahun 1996-2016, nilai RP_{hitung} tahun 1996 – 2016 lebih besar dari nilai RP tabel yaitu 0.409. dalam derajat kepercayaan 5% menunjukkan adanya hubungan antara dua variabel yang diuji yaitu data hujan dengan data debit F.J. Mock.

4.3.3 Perhitungan Debit Andalan

Perhitungan debit andalan menggunakan analisa bulan dasar perencanaan (*Basic months*). Keandalan debit yang digunakan adalah sebesar 26.02%, 50.68%, 75,34%, dan 97.30%. Dalam perhitungan debit andalan, metode tahun dasar terdapat beberapa langkah yang perlu dilakukan sebagai berikut:

1. Merangkum data rerata debit dari besar ke kecil
2. Menghitung probabilitas untuk setiap data dengan menggunakan metode bulan dasar (*Basic Months*).

Secara umum debit sungai dapat dibagi menjadi empat karakteristik (Sosrodarsono, 1980: 204). Pembagian karakteristik debit sungai tersebut antara lain:

- a. Debit air cukup (*affluent*), yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 95 hari dalam setahun ($P = 26.02\%$)

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \rightarrow 26.02\% = \frac{m}{21+1} \times 100\%$$

$$\text{Nomor urut } (m) = 5$$

- b. Debit air normal. Yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 185 hari dalam setahun ($P = 50.68\%$)

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \rightarrow 50.68\% = \frac{m}{21+1} \times 100\%$$

$$\text{Nomor urut } (m) = 11$$

- c. Debit air musim rendah, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 275 hari dalam setahun ($P = 75.34\%$)

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \rightarrow 75.34\% = \frac{m}{21} \times 100\%$$

$$\text{Nomor urut } (m) = 16$$

- d. Debit air musim kering, yaitu debit yang dilampaui oleh debit-debit sebanyak 355 hari dalam setahun ($P = 97.30\%$)

$$P = \frac{m}{n+1} \times 100\% \rightarrow 97.30\% = \frac{m}{21+1} \times 100\%$$

$$\text{Nomor urut } (m) = 21$$

Contoh perhitungan debit andalan metode *Basic Month* adalah sebagai berikut:

- Menyusun data debit dari besar ke kecil untuk setiap bulan, mulaidari bulan Januari hingga Desember

Data debit yang telah diurutkan dari besar ke kecil ditampilkan pada Tabel 4.21.

- Menghitung probabilitas untuk tiap data yang sudah diurutkan dari besar ke kecil dengan metode *Basic Month* dimana:

$$P = \frac{m}{(n+1)} \times 100\%$$

Keterangan:

P = Probabilitas

m = Urutan data

n = Jumlah data

$$\begin{aligned} \text{○ Data nomer 1} &= \frac{1}{(21+1)} \times 100\% \\ &= 4.55\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{○ Data nomer 2} &= \frac{2}{(21+1)} \times 100\% \\ &= 9.09\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{○ Data nomer 3} &= \frac{3}{(21+1)} \times 100\% \\ &= 13.64\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{○ Data nomer 4} &= \frac{4}{(21+1)} \times 100\% \\ &= 18.18\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{○ Data nomer 5} &= \frac{5}{(21+1)} \times 100\% \\ &= 22.73\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{○ Data nomer 6} &= \frac{6}{(21+1)} \times 100\% \\ &= 27.27\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{○ Data nomer 7} &= \frac{5}{(21+1)} \times 100\% \\ &= 31.82\% \end{aligned}$$

Untuk perhitungan selanjutnya ditampilkan pada Tabel 4.22.

Tabel 4.21 Data Debit Diurutkan dari Besar - Kecil

No	Debit (m ³ /dt)											
	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	1.259	1.312	2.004	1.666	1.906	1.174	1.390	1.307	1.150	0.479	0.656	0.641
2	1.247	1.100	1.899	1.605	1.416	1.152	1.238	1.192	0.547	0.454	0.629	0.633
3	1.190	0.985	1.283	1.536	1.251	1.002	0.984	0.748	0.511	0.323	0.574	0.610
4	1.118	0.970	1.210	1.296	1.146	0.956	0.920	0.654	0.480	0.290	0.449	0.458
5	0.917	0.920	1.193	1.259	1.105	0.865	0.914	0.523	0.418	0.261	0.418	0.207
6	0.809	0.883	1.134	1.242	1.079	0.861	0.897	0.492	0.417	0.236	0.334	0.195
7	0.767	0.824	1.023	1.127	1.033	0.846	0.789	0.489	0.373	0.234	0.267	0.135
8	0.673	0.795	0.985	1.038	0.885	0.834	0.694	0.462	0.322	0.227	0.256	0.088
9	0.543	0.792	0.948	1.013	0.744	0.794	0.679	0.452	0.278	0.225	0.255	0.071
10	0.471	0.758	0.875	0.926	0.737	0.732	0.677	0.403	0.237	0.201	0.159	0.070
11	0.459	0.734	0.794	0.847	0.700	0.680	0.650	0.386	0.235	0.131	0.101	0.068
12	0.449	0.714	0.782	0.844	0.697	0.674	0.607	0.377	0.228	0.129	0.088	0.059
13	0.399	0.688	0.739	0.819	0.627	0.605	0.547	0.368	0.209	0.108	0.073	0.055
14	0.357	0.681	0.702	0.772	0.516	0.591	0.546	0.288	0.198	0.107	0.068	0.050
15	0.330	0.591	0.682	0.772	0.516	0.582	0.507	0.241	0.149	0.106	0.065	0.047
16	0.276	0.567	0.679	0.743	0.481	0.555	0.456	0.238	0.097	0.087	0.065	0.045
17	0.226	0.405	0.674	0.654	0.472	0.554	0.312	0.195	0.096	0.086	0.060	0.042
18	0.104	0.373	0.633	0.624	0.343	0.475	0.212	0.161	0.096	0.063	0.047	0.033
19	0.102	0.323	0.595	0.597	0.261	0.260	0.186	0.147	0.096	0.060	0.045	0.031
20	0.090	0.240	0.246	0.331	0.111	0.073	0.150	0.130	0.086	0.059	0.044	0.031
21	0.040	0.059	0.102	0.077	0.100	0.065	0.054	0.130	0.076	0.056	0.042	0.029

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Lanjutan Tabel Debit Rerata setiap Tahun Diurutkan dari Besar - Kecil

No	Debit (m ³ /dt)											
	Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	0.610	0.248	0.531	0.118	1.000	1.314	1.064	1.080	0.942	1.342	1.333	1.649
2	0.588	0.242	0.310	0.085	0.218	1.139	0.309	0.894	0.666	1.141	1.232	1.429
3	0.397	0.176	0.080	0.077	0.039	0.239	0.113	0.798	0.491	0.735	1.162	1.316
4	0.305	0.174	0.054	0.071	0.027	0.019	0.066	0.347	0.417	0.712	1.092	1.122
5	0.176	0.096	0.054	0.053	0.026	0.019	0.025	0.328	0.401	0.639	1.028	0.976
6	0.149	0.072	0.050	0.036	0.025	0.018	0.013	0.298	0.394	0.601	0.810	0.787
7	0.131	0.050	0.047	0.035	0.021	0.018	0.013	0.271	0.362	0.553	0.804	0.753
8	0.114	0.043	0.043	0.033	0.016	0.017	0.012	0.266	0.331	0.522	0.802	0.704
9	0.106	0.034	0.035	0.031	0.013	0.015	0.012	0.232	0.324	0.444	0.631	0.690
10	0.085	0.032	0.032	0.028	0.013	0.011	0.010	0.120	0.290	0.375	0.553	0.552
11	0.050	0.031	0.026	0.021	0.012	0.009	0.008	0.102	0.220	0.371	0.547	0.475
12	0.048	0.029	0.024	0.017	0.012	0.009	0.006	0.008	0.199	0.363	0.511	0.467
13	0.041	0.027	0.023	0.016	0.011	0.008	0.006	0.007	0.164	0.257	0.419	0.397
14	0.040	0.026	0.020	0.015	0.010	0.008	0.006	0.005	0.148	0.187	0.357	0.367
15	0.035	0.023	0.020	0.013	0.010	0.007	0.005	0.004	0.019	0.152	0.220	0.360
16	0.033	0.022	0.017	0.013	0.010	0.007	0.005	0.003	0.004	0.138	0.190	0.355
17	0.032	0.021	0.016	0.011	0.008	0.006	0.005	0.003	0.003	0.002	0.125	0.350
18	0.030	0.019	0.016	0.010	0.008	0.005	0.004	0.003	0.002	0.001	0.123	0.313
19	0.023	0.015	0.014	0.009	0.007	0.005	0.003	0.002	0.002	0.001	0.095	0.235
20	0.021	0.014	0.011	0.007	0.006	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001	0.050	0.082
21	0.021	0.014	0.010	0.007	0.005	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.033

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Tabel 4.22 Debit Andalan Berdasarkan Karakteristik Aliran Metode *Basic Month*

No	Probabilitas	Debit (m ³ /dt)											
		Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	4.55	1.259	1.312	2.004	1.666	1.906	1.174	1.390	1.307	1.150	0.479	0.656	0.641
2	9.09	1.247	1.100	1.899	1.605	1.416	1.152	1.238	1.192	0.547	0.454	0.629	0.633
3	13.64	1.190	0.985	1.283	1.536	1.251	1.002	0.984	0.748	0.511	0.323	0.574	0.610
4	18.18	1.118	0.970	1.210	1.296	1.146	0.956	0.920	0.654	0.480	0.290	0.449	0.458
5	22.73	0.917	0.920	1.193	1.259	1.105	0.865	0.914	0.523	0.418	0.261	0.418	0.207
6	27.27	0.809	0.883	1.134	1.242	1.079	0.861	0.897	0.492	0.417	0.236	0.334	0.195
7	31.82	0.767	0.824	1.023	1.127	1.033	0.846	0.789	0.489	0.373	0.234	0.267	0.135
8	36.36	0.673	0.795	0.985	1.038	0.885	0.834	0.694	0.462	0.322	0.227	0.256	0.088
9	40.91	0.543	0.792	0.948	1.013	0.744	0.794	0.679	0.452	0.278	0.225	0.255	0.071
10	45.45	0.471	0.758	0.875	0.926	0.737	0.732	0.677	0.403	0.237	0.201	0.159	0.070
11	50.00	0.459	0.734	0.794	0.847	0.700	0.680	0.650	0.386	0.235	0.131	0.101	0.068
12	54.55	0.449	0.714	0.782	0.844	0.697	0.674	0.607	0.377	0.228	0.129	0.088	0.059
13	59.09	0.399	0.688	0.739	0.819	0.627	0.605	0.547	0.368	0.209	0.108	0.073	0.055
14	63.64	0.357	0.681	0.702	0.772	0.516	0.591	0.546	0.288	0.198	0.107	0.068	0.050
15	68.18	0.330	0.591	0.682	0.772	0.516	0.582	0.507	0.241	0.149	0.106	0.065	0.047
16	72.73	0.276	0.567	0.679	0.743	0.481	0.555	0.456	0.238	0.097	0.087	0.065	0.045
17	77.27	0.226	0.405	0.674	0.654	0.472	0.554	0.312	0.195	0.096	0.086	0.060	0.042
18	81.82	0.104	0.373	0.633	0.624	0.343	0.475	0.212	0.161	0.096	0.063	0.047	0.033
19	86.36	0.102	0.323	0.595	0.597	0.261	0.260	0.186	0.147	0.096	0.060	0.045	0.031
20	90.91	0.090	0.240	0.246	0.331	0.111	0.073	0.150	0.130	0.086	0.059	0.044	0.031
21	95.45	0.040	0.059	0.102	0.077	0.100	0.065	0.054	0.130	0.076	0.056	0.042	0.029

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Keterangan :

Debit Air Cukup 26.02%



Debit Air Normal 50.68%



Debit Air Rendah 75.34%



Debit Air Kering 97.30%



Lanjutan Tabel Debit Andalan Berdasarkan Karakteristik Aliran Metode *Basic Month*

No	Probabilitas	Debit (m ³ /dt)											
		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des	
		I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
1	4.55	0.610	0.248	0.531	0.118	1.000	1.314	1.064	1.080	0.942	1.342	1.333	1.649
2	9.09	0.588	0.242	0.310	0.085	0.218	1.139	0.309	0.894	0.666	1.141	1.232	1.429
3	13.64	0.397	0.176	0.080	0.077	0.039	0.239	0.113	0.798	0.491	0.735	1.162	1.316
4	18.18	0.305	0.174	0.054	0.071	0.027	0.019	0.066	0.347	0.417	0.712	1.092	1.122
5	22.73	0.176	0.096	0.054	0.053	0.026	0.019	0.025	0.328	0.401	0.639	1.028	0.976
6	27.27	0.149	0.072	0.050	0.036	0.025	0.018	0.013	0.298	0.394	0.601	0.810	0.787
7	31.82	0.131	0.050	0.047	0.035	0.021	0.018	0.013	0.271	0.362	0.553	0.804	0.753
8	36.36	0.114	0.043	0.043	0.033	0.016	0.017	0.012	0.266	0.331	0.522	0.802	0.704
9	40.91	0.106	0.034	0.035	0.031	0.013	0.015	0.012	0.232	0.324	0.444	0.631	0.690
10	45.45	0.085	0.032	0.032	0.028	0.013	0.011	0.010	0.120	0.290	0.375	0.553	0.552
11	50.00	0.050	0.031	0.026	0.021	0.012	0.009	0.008	0.102	0.220	0.371	0.547	0.475
12	54.55	0.048	0.029	0.024	0.017	0.012	0.009	0.006	0.008	0.199	0.363	0.511	0.467
13	59.09	0.041	0.027	0.023	0.016	0.011	0.008	0.006	0.007	0.164	0.257	0.419	0.397
14	63.64	0.040	0.026	0.020	0.015	0.010	0.008	0.006	0.005	0.148	0.187	0.357	0.367
15	68.18	0.035	0.023	0.020	0.013	0.010	0.007	0.005	0.004	0.019	0.152	0.220	0.360
16	72.73	0.033	0.022	0.017	0.013	0.010	0.007	0.005	0.003	0.004	0.138	0.190	0.355
17	77.27	0.032	0.021	0.016	0.011	0.008	0.006	0.005	0.003	0.003	0.002	0.125	0.350
18	81.82	0.030	0.019	0.016	0.010	0.008	0.005	0.004	0.003	0.002	0.001	0.123	0.313
19	86.36	0.023	0.015	0.014	0.009	0.007	0.005	0.003	0.002	0.002	0.001	0.095	0.235
20	90.91	0.021	0.014	0.011	0.007	0.006	0.004	0.003	0.002	0.001	0.001	0.050	0.082
21	95.45	0.021	0.014	0.010	0.007	0.005	0.003	0.002	0.002	0.001	0.001	0.001	0.033

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Keterangan :

Debit Air Cukup 26.02% Debit Air Normal 50.68% Debit Air Rendah 75.34%
 Debit Air Kering 97.30%

Tabel 4.23 Rekapitulasi Debit Andalan Per Periode Berdasarkan Karakteristik Aliran

Bulan	Periode	Debit Air Tahun Kering		Debit Air Tahun Rendah		Debit Air Tahun Normal		Debit Air Tahun Cukup	
		Debit	Volume	Debit	Volume	Debit	Volume	Debit	Volume
		m ³ /dt	juta m ³	m ³ /dt	juta m ³	m ³ /dt	juta m ³	m ³ /dt	juta m ³
Jan	I	0.040	0.003	0.226	0.020	0.459	0.040	0.809	0.070
	II	0.059	0.005	0.405	0.035	0.734	0.063	0.883	0.076
Feb	I	0.102	0.009	0.674	0.058	0.794	0.069	1.134	0.098
	II	0.077	0.007	0.654	0.056	0.847	0.073	1.242	0.107
Maret	I	0.100	0.009	0.472	0.041	0.700	0.060	1.079	0.093
	II	0.065	0.006	0.554	0.048	0.680	0.059	0.861	0.074
April	I	0.054	0.005	0.312	0.027	0.650	0.056	0.897	0.078
	II	0.130	0.011	0.195	0.017	0.386	0.033	0.492	0.043
Mei	I	0.076	0.007	0.096	0.008	0.235	0.020	0.417	0.036
	II	0.056	0.005	0.086	0.007	0.131	0.011	0.236	0.020
Juni	I	0.042	0.004	0.060	0.005	0.101	0.009	0.334	0.029
	II	0.029	0.003	0.042	0.004	0.068	0.006	0.195	0.017
Juli	I	0.021	0.002	0.032	0.003	0.050	0.004	0.149	0.013
	II	0.014	0.001	0.021	0.002	0.031	0.003	0.072	0.006
Agust	I	0.010	0.001	0.016	0.001	0.026	0.002	0.050	0.004
	II	0.007	0.001	0.011	0.001	0.021	0.002	0.036	0.003
Sept	I	0.005	0.000	0.008	0.001	0.012	0.001	0.025	0.002
	II	0.003	0.000	0.006	0.000	0.009	0.001	0.018	0.002
Okt	I	0.002	0.000	0.005	0.000	0.008	0.001	0.013	0.001
	II	0.002	0.000	0.003	0.000	0.102	0.009	0.298	0.026
Nop	I	0.001	0.000	0.003	0.000	0.220	0.019	0.394	0.034
	II	0.001	0.000	0.002	0.000	0.371	0.032	0.601	0.052
Des	I	0.001	0.000	0.125	0.011	0.547	0.047	0.810	0.070
	II	0.033	0.003	0.350	0.030	0.475	0.041	0.787	0.068

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Berdasarkan Tabel 4.23 perhitungan debit andalan berdasarkan empat karakteristik aliran didapatkan hasil sebagai berikut:

- Debit tahun kering keandalan (97.30%) didapatkan debit maksimum sebesar 0.129 m³/dt, debit minimum sebesar 0.001 m³/dt dengan debit rata-rata sebesar 0.038 m³/dt.
- Debit tahun rendah keandalan (75.34%) didapatkan debit maksimum sebesar 0.674 m³/dt, debit minimum sebesar 0.002 m³/dt dengan debit rata-rata sebesar 0.181 m³/dt.
- Debit tahun normal keandalan (50.68%) didapatkan debit maksimum sebesar 0.847 m³/dt, debit minimum sebesar 0.007 m³/dt dengan debit rata-rata sebesar 0.319 m³/dt.
- Debit tahun cukup keandalan (26.02%) didapatkan debit maksimum sebesar 1.242 m³/dt, debit minimum sebesar 0.013 m³/dt dengan debit rata-rata sebesar 0.493 m³/dt.

4.4 Simulasi Keandalan Tampungan Waduk

Simulasi operasi waduk bertujuan untuk meninjau sejauh mana tingkat keandalan atau kegagalan yang terjadi dari perilaku sistem pengoperasian waduk dalam memenuhi kebutuhan pelayanannya. Dalam simulasi ini dapat diketahui bagaimana keandalan tampungan waduk selama dalam waktu 21 tahun berdasarkan data curah hujan yang ada.

Data yang digunakan dalam simulasi pola operasi waduk adalah sebagai berikut:

- Tampungan Total Waduk (S_{total}) = 2.562 Juta m^3
- Tampungan Total Mati (S_{dead}) (elv. m) = 0.512 Juta m^3
- Tampungan Operasi/Aktif (S_{aktif}) (elv. m) = 2.050 Juta m^3
- Tampungan Minimum Waduk = 0.363 Juta m^3

Berikut adalah langkah-langkah penjelasan tiap kolom contoh perhitungan simulasi keandalan tampungan waduk periode pertama bulan januari tahun 2012.

- (Kolom 1) = Nama bulan simulasi
= Januari
- (Kolom 2) = Periode simulasi tiap 15 harian
- (Kolom 3) = Jumlah hari dalam 1 periode
= 15 hari
- (Kolom 4) = Volume tampungan waduk di awal periode
= $377.818 \cdot 10^3 m^3$
- (Kolom 5) = Elevasi awal tampungan waduk
= 236.844 m
- (Kolom 6) = Debit inflow waduk dalam m^3/dt (Q_{inflow})
= $1.247 m^3$
- (Kolom 7) = Debit inflow dalam satuan volume $10^3 m^3$

$$= \frac{([6] \times [3] \times 24 \times 60 \times 60)/1000}{1000}$$

$$= \frac{(1.247 \times 15 \times 24 \times 60 \times 60)}{1000}$$

$$= 1616.536 \cdot 10^3 m^3$$
- (Kolom 8) = Hubungan antara elevasi waduk dengan luas area genangan waduk
 Dari kurva lengkung kapasitas waduk didapatkan persamaan berikut:

$$yA = yB$$

$$232.19 A^{0.0156} = 218.87 S^{0.0149}$$

$$A = (0.943 S^{0.0149})^{1/0.0156}$$

$$A = 0.943 S^{0.955}$$

$$= 56964.12 \text{ m}^2$$

(Kolom 9) = Evaporasi dalam waduk mm/hari
 $= 2.186 \text{ mm/hari}$

(Kolom 10) = Evaporasi dalam satuan volume m^3
 $[3] \times [9] \times [8] \times (1000/1000)$
 $= \left(\frac{15 \times 56964.12 \times \frac{2.186}{1000}}{1000} \right)$

$$= 1.867 \text{ } 10^3 \text{ m}^3$$

(Kolom 11) = Kebutuhan air di hilir (kebutuhan air irigasi pada Tabel 4.11) lt/dt/ha (Q_{hilir})
 $= 344.320 \text{ lt/dt}$

(Kolom 12) = Kebutuhan di hilir dalam satuan volume m^3
 $[11] / 1000$
 $= \frac{344.320}{1000}$
 $= 0.344 \text{ m}^3/\text{dt}$

(Kolom 13) = Kebutuhan di hilir dalam 1 periode
 $([12] \times [3] \times 24 \times 3600) / 1000$
 $= \frac{0.344 \times 15 \times 24 \times 3600}{1000}$
 $= 446.239 \text{ } 10^3 \text{ m}^3$

(Kolom 14) = $St + 1 = St + Qt - Dt - Et - Lt$
 $= [4] + [7] - [10] - [13]$
 $= 377.818 + 1616.536 - 1.8676 - 446.239$
 $= 1546.247 \text{ } 10^3 \text{ m}^3$

(Kolom 15) = Volume tampungan waduk diakhir periode dalam m^3 juta (S_{akhir})
 Jika $[14] > S_{\text{efektif OP}}$, maka $[15] = S_{\text{efektif OP}}$
 Jika $[14] < S_{\text{efektif OP}}$, maka $[15] = [14]$
 $= 1546.247 < 2050$
 $= 1546.247 \text{ } 10^3 \text{ m}^3$

(Kolom 16) = Volume tampungan total waduk diakhir periode dalam 10^3 m^3
 $= [15]$
 $= 1546.247 \text{ } 10^3 \text{ m}^3$

(Kolom 17) = Volume limpasan waduk dalam satu periode m^3 juta (S_{spilout})
 Jika $[14] > S_{\text{efektif OP}}$, maka $[17] = [14] - S_{\text{efektif OP}}$

$$\begin{aligned} & \text{Jika } [14] < S_{\text{efektif OP}}, \text{ maka } [17] = 0 \\ & = 1546.247 \cdot 10^3 \text{m}^3 < 2050 \cdot 10^3 \text{m}^3 \\ & = 0 \end{aligned}$$

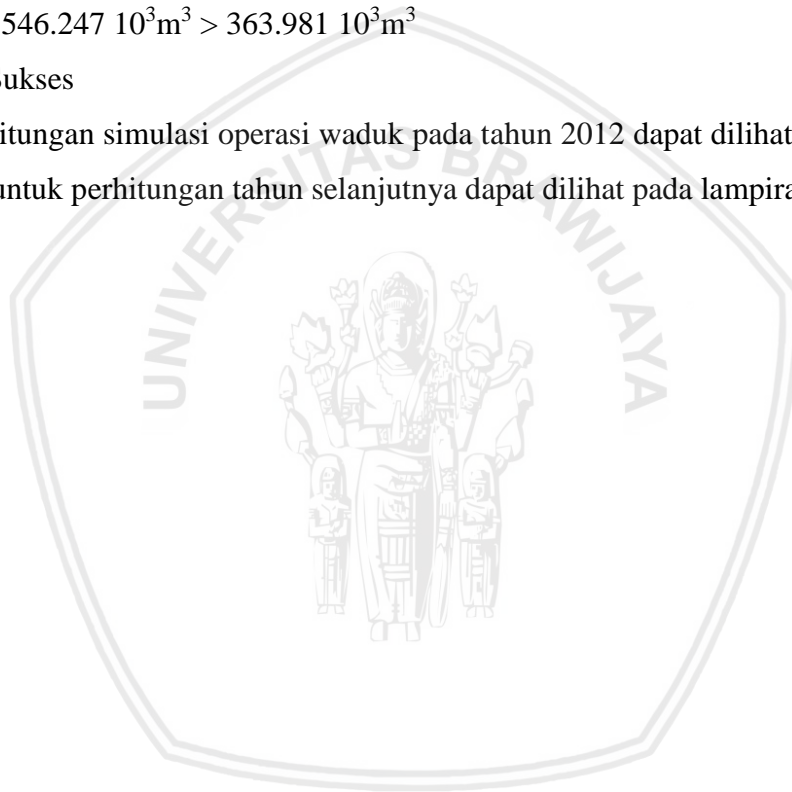
(Kolom 18) = Elevasi muka air waduk dalam satuan m

$$\begin{aligned} & \text{El. MAW didapatkan dari kurva lengkung kapasitas waduk} \\ & = 245.166 \text{ m} \end{aligned}$$

(Kolom 19) = Keandalan tampungan waduk

$$\begin{aligned} & \text{Jika } [15] > \text{Tampungan minimum operasional waduk, maka } [19] = \text{Sukses} \\ & \text{Jika } [15] < \text{Tampungan minimum operasional waduk, maka } [19] = \text{Gagal} \\ & = 1546.247 \cdot 10^3 \text{m}^3 > 363.981 \cdot 10^3 \text{m}^3 \\ & = \text{Sukses} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan simulasi operasi waduk pada tahun 2012 dapat dilihat pada Tabel 4.24. Sedangkan untuk perhitungan tahun selanjutnya dapat dilihat pada lampiran.



Tabel 4.24 Simulasi Keandalan Tampang Waduk Tahun 2012

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S _{+(I-O)}	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/hari	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	377.818	236.84443	1.247	1616.536	56964.12	2.186	1.8676	344.320	0.344	446.239	1546.247	1546.25	1546.247	0	245.166	SUKSES
	II	16	1546.25	245.16589	0.405	559.426	276019.23	2.186	9.652738	344.320	0.344	475.988	1620.032	1620.03	1620.032	0	245.654	SUKSES
Feb	I	15	1620.03	245.65424	0.985	1276.527	285390.52	0.572	2.449525	344.320	0.344	446.239	2447.871	2050.00	2050.000	397.8712	248.500	SUKSES
	II	14	2050.00	248.5	1.259	1523.199	340000.00	0.572	2.723692	344.320	0.344	416.489	3153.986	2050.00	2050.000	1103.986	248.500	SUKSES
Mar	I	15	2050.00	248.5	1.416	1835.745	340000.00	0.445	2.270852	443.947	0.444	575.355	3308.120	2050.00	2050.000	1258.12	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	1.002	1385.657	340000.00	0.445	2.422242	545.547	0.546	754.164	2679.071	2050.00	2050.000	629.0711	248.500	SUKSES
Apr	I	15	2050.00	248.5	0.186	240.501	340000.00	0.711	3.628328	560.747	0.561	726.728	1560.145	1560.14	1560.145	0	245.258	SUKSES
	II	15	1560.14	245.25787	0.130	168.350	277784.31	0.711	2.96439	476.320	0.476	617.311	1108.220	1108.22	1108.220	0	242.107	SUKSES
Mei	I	15	1108.22	242.10716	0.547	709.036	193199.68	0.377	1.093042	389.920	0.390	505.336	1310.826	1310.83	1310.826	0	243.572	SUKSES
	II	16	1310.83	243.57163	0.323	446.879	239966.20	0.377	1.448135	389.920	0.390	539.025	1217.231	1217.23	1217.231	0	242.895	SUKSES
Jun	I	15	1217.23	242.89511	0.088	114.120	218362.22	0.215	0.704688	389.920	0.390	505.336	825.311	825.31	825.311	0	240.062	SUKSES
	II	15	825.31	240.06227	0.070	90.146	127897.43	0.215	0.412745	389.920	0.390	505.336	409.708	409.71	409.708	0	237.108	SUKSES
Jul	I	15	409.71	237.10816	0.040	52.150	66028.37	0.400	0.395855	293.920	0.294	380.920	80.541	80.54	80.541	0	233.686	GAGAL
	II	16	80.54	233.68641	0.026	36.505	15437.03	0.400	0.098718	197.920	0.198	273.605	-156.657	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Agu	I	15	0.00	232	0.020	25.553	0.00	0.483	0	101.920	0.102	132.088	-106.535	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.013	17.887	0.00	0.483	0	101.920	0.102	140.894	-123.007	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Sep	I	15	0.00	232	0.010	12.521	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-119.567	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.007	8.765	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-123.323	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Okt	I	15	0.00	232	0.005	6.135	0.00	0.675	0	101.920	0.102	132.088	-125.953	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.003	4.295	0.00	0.675	0	67.947	0.068	93.929	-89.635	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Nov	I	15	0.00	232	0.199	257.495	0.00	0.606	0	214.427	0.214	277.897	-20.401	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	1.141	1479.158	0.00	0.606	0	367.947	0.368	476.859	1002.299	1002.30	1002.299	0	241.342	SUKSES
Des	I	15	1002.30	241.34156	0.802	1039.047	168750.69	1.103	2.79314	482.720	0.483	625.605	1412.948	1412.95	1412.948	0	244.284	SUKSES
	II	16	1412.95	244.28365	0.976	1348.879	259089.16	1.103	4.574305	417.040	0.417	576.516	2180.737	2050.00	2050.000	130.7365	248.500	SUKSES

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Dari Tabel 4.24 diatas dapat diketahui bahwa pada tahun 2012 keandalan tampungan waduk Ngancar terjadi 15 periode sukses dan 9 periode gagal. Untuk rekapitulasi keandalan tampungan waduk Ngancar selama 21 tahun ditampilkan pada Tabel 4.25.

Tabel 4.25 Rekapitulasi Keandalan Tampungan Waduk Ngancar

Tahun	Periode Sukses	Periode Gagal	Tahun	Periode Sukses	Periode Gagal
1996	11	13	2007	14	10
1997	11	13	2008	11	13
1998	21	3	2009	9	15
1999	17	7	2010	23	1
2000	12	12	2011	12	12
2001	16	8	2012	15	9
2002	20	4	2013	24	0
2003	14	10	2014	18	6
2004	18	6	2015	24	0
2005	22	2	2016	24	0
2006	11	13			
Jumlah Periode				504	
Jumlah Periode Sukses				347	
Jumlah Periode Gagal				157	

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Menurut Tabel 4.25 diatas diketahui bahwa selama 21 tahun terdapat 504 periode operasi waduk. Dari 504 periode tersebut jumlah periode yang berhasil/sukses adalah sebanyak 347 periode, dan jumlah periode gagal adalah sebanyak 157 periode. Persentase jumlah periode berhasil adalah sebesar 68.85%, dan persentase jumlah periode gagal adalah sebesar 31.15%.

4.5 Pedoman Lepas Pola Operasi Waduk

Dalam studi ini untuk mengoptimalkan pemenuhan kebutuhan irigasi yang sudah dihitung pada Tabel 4.11 perlu adanya pedoman pengoperasian waduk dengan menitik beratkan pelepasan yang diijinkan berdasarkan tampungan waduk dengan harapan dapat memenuhi kebutuhan irigasi secara optimal.

Maksud dari kata optimal disini adalah memaksimalkan dengan batasan melihat kondisi tampungan apabila kondisi tampungan waduk menurun maka presentase lepasan sesuai kebutuhan irigasi juga ikut menurun.

Aturan lepasan operasi waduk menentukan berapa besarnya lepasan dari setiap periode. Aturan lepasan operasi waduk terdapat empat tipe diantaranya:

1. Aturan Operasi Sederhana
 - Pemenuhan kebutuhan air di hilir maksimal

- Kondisi tampungan waduk mencapai kekosongan
2. Lepas Berdasarkan tampungan
 - Tidak memperhatikan sifat musiman dari debit *inflow*
 - Digunakan pada waduk-waduk yang melayani kebutuhan untuk kota-kota besar
 - Harus tersedia perangkat manajemen yang lebih baik
 3. *Rule Curve* Tunggal
 - Merupakan skedul tampungan waduk yang ideal untuk diikuti
 - Sama dengan aturan lepasan berdasarkan tampungan
 - Hanya sesuai untuk satu debit tertentu
 4. *Rule Curve* Ganda
 - Mereduksi spillout atau limpasan dengan menerapkan batas atas dan batas bawah tampungan dari *rule curve* tunggal

Untuk mempermudah dalam pembuatan aturan lepasan *Rule Curve* dengan menggunakan fungsi logika (IF= (...)) yang ada pada aplikasi Microsoft Excel. Adapun langkah-langkah dalam pembuatan aturan lepasan *Rule Curve* sebagai berikut:

1. Menentukan interval (%) tampungan waduk: Dalam studi ini menggunakan interval waduk 10% untuk tampungan waduk. Jika prosentase batas minimum tampungan waduk 0% maka lepasannya 0%.
2. Menentukan interval (%) lepasan waduk. Dalam studi ini menggunakan interval lepasan 10%. Mengapa tidak 5% atau 20%, karena jika memakai interval 20% maka lepasan waduk menjadi kurang efektif sedangkan jika memakai lepasan 5% pasti lebih efektif tetapi pada saat pengoperasian bukaan pintu akan mengalami kesulitan dalam pelaksanaannya.
3. Buatlah tabel kisaran, batas minimum tampungan waduk (%), dan lepasan (%) seperti contoh Tabel 4.26 di bawah ini:

Tabel 4.26 Lepas Berdasarkan Tampungan Waduk

No Kisaran	Batas Minimum Tampungan Waduk (%)	Lepas (%)
1	0	10
2	10	20
3	20	30
4	30	40
5	40	50
6	50	60
7	60	70
8	70	80
9	80	90
10	90	100

Sumber: Hasil Analisa (2018)

4. Buatlah notasi dari Tabel 4.25 dengan memisalkan batas minimum tampungan waduk (%) bernetasi A, dan lepasan (%) bernetasi B seperti Tabel 4.26

Tabel 4.27 Lepasn Berdasarkan Tampungan Waduk dalam Notasi

No Kisaran	Batas Minimum Tampungan Waduk (%)	Lepasan (%)
1	A1	B1
2	A2	B2
3	A3	B3
4	A4	B4
5	A5	B5
6	A6	B6
7	A7	B7
8	A8	B8
9	A9	B9
10	A10	B10

Sumber: Hasil Analisa (2018)

5. Dengan menggunakan fungsi logika ((IF= (...)) maka akan dicari berapa nilai lepasn yang diijinkan sesuai dengan kondisi tampungan waduk.

Jika diketahui:

$X1$ = Tampungan Waduk Efektif

$Y1$ = Tampungan Akhir Waduk

A_n = Batas Minimum Tampungan Waduk %

B_n = Lepasn %

Maka persamaan fungsi logika ((IF= (...)) sebagai berikut:

=IF(($Y1/X1*100$)> $A10$;B10;IF(($Y1/X1*100$)> $A9$;B9;IF(($Y1/X1*100$)> $A8$;B8;
IF(($Y1/X1*100$)> $A7$;B7;IF(($Y1/X1*100$)> $A6$;B6;IF(($Y1/X1*100$)> $A5$;B5;IF(($Y1/X1*100$)> $A4$;B4;IF(($Y1/X1*100$)> $A3$;B3;IF(($Y1/X1*100$)> $A2$;B2;IF(($Y1/X1*100$)> $A1$;B1;"0")))))))))).

Rumus di atas memiliki arti bahwa = jika $\frac{S_{akhir}}{S_{efektif}} > 90\%$, maka lepasannya 100% dan seterusnya sampai jika $\frac{S_{akhir}}{S_{efektif}} < 10\%$, maka lepasannya 0%. Dengan kata lain bahwa untuk $H_{MAW} < 10\%$ dari total tampungan maka lepasn sebesar 0% dan seterusnya sampai

jika $90\% < H \text{ MAW} > 100\%$ lepasannya sebesar 100%. Lepasannya berdasarkan waduk terhadap elevasi muka air waduk dapat dilihat pada Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Lepasannya Berdasarkan Tampungannya Waduk Ngancar

No	Batas Minimum Tampungannya Waduk (%)	Batas Minimum Elevasi Muka Air Waduk (%)	Lepasannya (%)
1	0	$H \text{ MAW} < +235.2$	10
2	10	$+237.1 < H \text{ MAW} > +235.2$	20
3	20	$+238.6 < H \text{ MAW} > +237.1$	30
4	30	$+240 < H \text{ MAW} > +238.6$	40
5	40	$+241.5 < H \text{ MAW} > +240$	50
6	50	$+242.9 < H \text{ MAW} > +241.5$	60
7	60	$+244.4 < H \text{ MAW} > +242.9$	70
8	70	$+245.7 < H \text{ MAW} > +244.4$	80
9	80	$+247.1 < H \text{ MAW} > +245.7$	90
10	90	$+248.5 < H \text{ MAW} > +247.1$	100

Sumber: Hasil Perhitungannya (2018)

4.6 Simulasi Pola Operasinya Waduk

Simulasi operasinya waduk bertujuan untuk meninjau sejauh mana tingkat keandalannya atau kegagalan yang terjadi dari perilaku sistem pengoperasinya waduk dalam memenuhi kebutuhan pelayanannya. Persamaan yang digunakan adalah kontinuitas tampungannya (*Mass Storage Equation*) yang memberi hubungan antara masukan, keluarannya dan perubahan tampungannya.

Simulasi pola operasinya direncanakan dengan metode karakteristik alirannya (empat keandalannya: debit air tahun cukup 26.02%, debit air tahun normal 50.68%, debit air tahun rendah 75.34%, debit air tahun kering 97.30%) berdasarkan kapasitas tampungannya.

Persamaan secara matematika dinyatakan sebagai berikut (Mc Mahon, 1978:24).

$$S_{t+1} = S_t + Q_t - D_t - E_t - L_t$$

Dengan :

t = Interval waktunya yang digunakan (15 hari)

S_t = Tampungannya waduk pada awal interval waktunya (10^3 m^3)

S_{t+1} = Tampungannya waktu pada akhir interval waktunya (10^3 m^3)

Q_t = Alirannya masuk selama interval waktunya t (10^3 m^3)

D_t = Lepasannya air selama interval waktunya t (10^3 m^3)

E_t = Evaporasinya selama interval waktunya t (10^3 m^3)

L_t = Kehilangan-kehilangan air lain dari waduk selama interval waktunya t , mempunyai harga yang kecil dan dapat diabaikannya

Adapun data yang digunakan dalam simulasi pola operasi waduk adalah sebagai berikut :

- Tampungannya Total Waduk (S_{total}) = 2.562 Juta m^3
- Tampungannya Total Mati (S_{dead}) (elv. m) = 0.512 Juta m^3
- Tampungannya Operasi/Aktif (S_{aktif}) (elv. m) = 2.050 Juta m^3
- Tampungannya Minimum Waduk = 0.363 Juta m^3

Berikut adalah langkah-langkah penjelasan tiap kolom contoh perhitungan simulasi keandalan tampungannya waduk periode pertama dengan keandalan debit 26.02% atau pada debit operasi air cukup.

(Kolom 1) = Karakteristik aliran

(Kolom 2) = Nama bulan simulasi
= Januari

(Kolom 3) = Periode simulasi tiap 15 harian

(Kolom 4) = Jumlah hari dalam 1 periode
= 15 hari

(Kolom 5) = Volume tampungannya waduk di awal periode
= 2050 $10^3 m^3$ (2.05 Juta m^3)

(Kolom 6) = Elevasi awal tampungannya waduk
= 248.5 m

(Kolom 7) = Debit inflow waduk dalam m^3/dt (Q_{inflow})
= 0.809 m^3/dt

(Kolom 8) = Debit inflow dalam satuan volume $10^3 m^3$

$$= \frac{[6] \times [3] \times 24 \times 60 \times 60}{1000}$$

$$= \frac{(0.809 \times 15 \times 24 \times 60 \times 60)}{1000}$$

= 1048.229 $10^3 m^3$

(Kolom 9) = Hubungan antara elevasi waduk dengan luas area genangan waduk

Dari kurva lengkung kapasitas waduk didapatkan persamaan berikut:

$$yA = yB$$

$$232.19 A^{0.0156} = 218.87 S^{0.0149}$$

$$A = (0.943 S^{0.0149})^{1/0.0156}$$

$$A = 0.943 S^{0.955}$$

$$= 340000 m^2$$

- (Kolom 10) = Evaporasi dalam waduk mm/hari
 = 2.186 mm/hari
- (Kolom 11) = Evaporasi dalam satuan volume m^3
 $[3] \times [9] \times [8] \times (1000/1000)$
 $= \left(\frac{15 \times 340000 \times \frac{2.186}{1000}}{1000} \right)$
 = 11.147 $10^3 m^3$
- (Kolom 12) = Kebutuhan air di hilir (kebutuhan air irigasi Tabel 4.11) lt/dt/ha (Q_{hilir})
 = 344.32 lt/dt
- (Kolom 13) = Kebutuhan di hilir dalam satuan volume m^3
 $[12] / 1000$
 $= \frac{344.32}{1000}$
 = 0.344 m^3/dt
- (Kolom 14) = Kebutuhan di hilir dalam 1 periode
 $([13] \times [4] \times 24 \times 3600) / 1000$
 $= \frac{0.344 \times 15 \times 24 \times 3600}{1000}$
 = 446.239 $10^3 m^3$
- (Kolom 15) = Prosentase debit lepasan yang diijinkan berdasarkan status tampungan waduk
 = IF(($S_{\text{akhir}}/S_{\text{aktif}} \times 100$) > batas minimum tampungan waduk, lepasan yang diijinkan)
 = 100%
- (Kolom 16) = Debit lepasan dalam $10^3 m^3$
 $= ([14]/100) \times [15]$
 $= \left(\frac{446.239}{100} \right) \times 100$
 = 446.239 $10^3 m^3$
- (Kolom 17) = $S_t + I = S_t + Q_t - D_t - E_t - L_t$
 $= [5] + [8] - [11] - [16]$
 $= 2050 + 1048.229 - 11.147 - 446.239$
 $= 2640.844 \ 10^3 m^3$
- (Kolom 18) = Volume tampungan waduk diakhir periode dalam m^3 juta (S_{akhir})
 Jika $[14] > S_{\text{efektif OP}}$, maka $[15] = S_{\text{efektif OP}}$

Jika $[14] < S_{\text{efektif OP}}$, maka $[15] = [14]$

$$= 2640.844 > 2050$$

$$= 2050 \cdot 10^3 \text{m}^3$$

(Kolom 19) = Volume tampungan total waduk diakhir periode dalam 10^3m^3

$$= [18]$$

$$= 2050 \cdot 10^3 \text{m}^3$$

(Kolom 20) = Volume limpasan waduk dalam satu periode m^3 juta (S_{spilout})

Jika $[17] > S_{\text{efektif OP}}$, maka $[20] = [17] - S_{\text{efektif OP}}$

Jika $[17] < S_{\text{efektif OP}}$, maka $[20] = 0$

$$= 2640.844 \cdot 10^3 \text{m}^3 > 2050 \cdot 10^3 \text{m}^3$$

$$= 2640.844 - 2050$$

$$= 590.844 \cdot 10^3 \text{m}^3$$

(Kolom 21) = Elevasi muka air waduk dalam satuan m

El. MAW didapatkan dari kurva lengkung kapasitas waduk

$$= 248.5 \text{ m}$$

(Kolom 22) = Keandalan tampungan waduk

Jika $[18] > \text{Tampungan minimum operasional waduk}$, maka $[22] = \text{Sukses}$

Jika $[18] < \text{Tampungan minimum operasional waduk}$, maka $[22] = \text{Gagal}$

$$= 2050 \cdot 10^3 \text{m}^3 > 363.981 \cdot 10^3 \text{m}^3$$

$$= \text{Sukses}$$

Hasil perhitungan simulasi operasi waduk dengan keandalan debit 26.02% atau pada debit operasi air cukup dapat dilihat pada Tabel 4.29. Sedangkan untuk perhitungan dengan debit operasi air normal, debit operasi air rendah, dan debit operasi air kering dapat dilihat pada Tabel 4.30 sampai Tabel 4.32.

Tabel 4.29 Simulasi Pola Operasi Waduk Berdasarkan Tampang Kondisi Debit Cukup

Karakteristik Aliran	Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}		Lepasan		S+(I-O)		S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW Akhir Periode	Keterangan
				1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/hari	1000 m ³	l/dt	m ³ /dt	1000 m ³	%	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Debit Air Tahun Cukup	Jan	I	15	2050	248.50	0.809	1048.229	340000	2.186	11.14709	344.32	0.344	446.2387	100	446.239	2640.844	2050	2050.000	590.844	248.500	SUKSES
		II	16	2050	248.50	0.883	1220.400	340000	2.186	11.89023	344.32	0.344	475.988	100	475.988	2782.52	2050	2050.000	732.522	248.500	SUKSES
	Feb	I	15	2050	248.50	1.134	1469.254	340000	0.572	2.918241	344.32	0.344	446.2387	100	446.239	3070.10	2050	2050.000	1020.097	248.500	SUKSES
		II	14	2050	248.50	1.242	1502.497	340000	0.572	2.723692	344.32	0.344	416.4895	100	416.489	3133.28	2050	2050.000	1083.284	248.500	SUKSES
	Mar	I	15	2050	248.50	1.079	1398.416	340000	0.445	2.270852	443.9467	0.444	575.3549	100	575.355	2870.79	2050	2050.000	820.790	248.500	SUKSES
		II	16	2050	248.50	0.861	1190.473	340000	0.445	2.422242	545.5467	0.546	754.1637	100	754.164	2483.89	2050	2050.000	433.887	248.500	SUKSES
	Apr	I	15	2050	248.50	0.897	1162.561	340000	0.711	3.628328	560.7467	0.561	726.7277	100	726.728	2482.20	2050	2050.000	432.205	248.500	SUKSES
		II	15	2050	248.50	0.492	637.608	340000	0.711	3.628328	476.32	0.476	617.3107	100	617.311	2066.67	2050	2050.000	16.669	248.500	SUKSES
	Mei	I	15	2050	248.50	0.417	540.717	340000	0.377	1.923575	389.92	0.390	505.3363	100	505.336	2083.46	2050	2050.000	33.457	248.500	SUKSES
		II	16	2050	248.50	0.236	326.430	340000	0.377	2.051814	389.92	0.390	539.0254	100	539.025	1835.35	1835.353	1835.353	0.000	247.079	SUKSES
	Jun	I	15	1835.353	247.08	0.334	433.190	312738	0.215	1.009254	389.92	0.390	505.3363	90	454.803	1812.73	1812.731	1812.731	0.000	246.930	SUKSES
		II	15	1812.731	246.93	0.195	252.457	309864.8	0.215	0.999981	389.92	0.390	505.3363	90	454.803	1609.38	1609.385	1609.385	0.000	245.584	SUKSES
	Jul	I	15	1609.385	245.58	0.149	193.274	284038.3	0.400	1.702875	293.92	0.294	380.9203	80	304.736	1496.22	1496.22	1496.220	0.000	244.835	SUKSES
		II	16	1496.22	244.83	0.072	99.429	269665.3	0.400	1.724486	197.92	0.198	273.6046	80	218.884	1375.04	1375.041	1375.041	0.000	244.033	SUKSES
	Agu	I	15	1375.041	244.03	0.050	65.412	254274.6	0.483	1.843738	101.92	0.102	132.0883	70	92.462	1346.15	1346.147	1346.147	0.000	243.827	SUKSES
		II	16	1346.147	243.83	0.036	49.257	248119.1	0.483	1.919044	101.92	0.102	140.8942	70	98.626	1294.86	1294.859	1294.859	0.000	243.456	SUKSES
	Sep	I	15	1294.859	243.46	0.025	32.052	236280.5	0.633	2.241965	101.92	0.102	132.0883	70	92.462	1232.21	1232.207	1232.207	0.000	243.003	SUKSES
		II	15	1232.207	243.00	0.018	23.873	221818.9	0.633	2.104745	101.92	0.102	132.0883	70	92.462	1161.51	1161.513	1161.513	0.000	242.492	SUKSES
	Okt	I	15	1161.513	242.49	0.013	16.895	205501.1	0.675	2.079243	101.92	0.102	132.0883	60	79.253	1097.08	1097.076	1097.076	0.000	242.027	SUKSES
		II	16	1097.076	242.03	0.298	412.390	190627.4	0.675	2.057336	67.94667	0.068	93.92947	60	56.358	1451.05	1451.051	1451.051	0.000	244.536	SUKSES
	Nov	I	15	1451.051	244.54	0.394	510.791	263928.6	0.606	2.398657	214.4267	0.214	277.897	80	222.318	1737.13	1737.126	1737.126	0.000	246.429	SUKSES
		II	15	1737.126	246.43	0.601	778.997	300262.4	0.606	2.728869	367.9467	0.368	476.8589	90	429.173	2084.22	2050	2050.000	34.222	248.500	SUKSES
	Des	I	15	2050	248.50	0.810	1049.478	340000	1.103	5.627637	482.72	0.483	625.6051	100	625.605	2468.25	2050	2050.000	418.245	248.500	SUKSES
		II	16	2050	248.50	0.787	1087.494	340000	1.103	6.002813	417.04	0.417	576.5161	100	576.516	2554.97	2050	2050.000	504.975	248.500	SUKSES

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)



Tabel 4.30 Simulasi Pola Operasi Waduk Berdasarkan Tampungannya Kondisi Debit Normal

Karakteristik Aliran	Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}		Lepasan		S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW Akhir Periode	Keterangan	
				1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/hari	1000 m ³	l/dt	m ³ /dt	1000 m ³	%	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³		m
				5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21
Debit Air Tahun Normal	Jan	I	15	2050	248.5	0.459	595.078	340000	2.186	11.14709	344.32	0.344	446.2387	100	446.239	2187.693	2050	2050.000	137.693	248.500	SUKSES
		II	16	2050	248.5	0.734	1014.782	340000	2.186	11.89023	344.32	0.344	475.988	100	475.988	2576.90	2050	2050.000	526.904	248.500	SUKSES
	Feb	I	15	2050	248.5	0.794	1029.253	340000	0.572	2.918241	344.32	0.344	446.2387	100	446.239	2630.10	2050	2050.000	580.096	248.500	SUKSES
		II	14	2050	248.5	0.847	1024.540	340000	0.572	2.723692	344.32	0.344	416.4895	100	416.489	2655.33	2050	2050.000	605.327	248.500	SUKSES
	Mar	I	15	2050	248.5	0.700	907.012	340000	0.445	2.270852	443.9467	0.444	575.3549	100	575.355	2379.39	2050	2050.000	329.386	248.500	SUKSES
		II	16	2050	248.5	0.680	940.551	340000	0.445	2.422242	545.5467	0.546	754.1637	100	754.164	2233.97	2050	2050.000	183.965	248.500	SUKSES
	Apr	I	15	2050	248.5	0.650	842.830	340000	0.711	3.628328	560.7467	0.561	726.7277	100	726.728	2162.47	2050	2050.000	112.474	248.500	SUKSES
		II	15	2050	248.5	0.386	499.782	340000	0.711	3.628328	476.32	0.476	617.3107	80	493.849	2052.30	2050	2050.000	2.305	248.500	SUKSES
	Mei	I	15	2050	248.5	0.235	304.961	340000	0.377	1.923575	389.92	0.390	505.3363	80	404.269	1948.77	1948.768	1948.768	0.000	247.830	SUKSES
		II	16	1948.768	247.83	0.131	180.803	327142.7	0.377	1.974223	389.92	0.390	539.0254	70	377.318	1750.28	1750.28	1750.280	0.000	246.516	SUKSES
	Jun	I	15	1750.28	246.5163	0.101	130.953	301933	0.215	0.974384	389.92	0.390	505.3363	60	303.202	1577.06	1577.056	1577.056	0.000	245.370	SUKSES
		II	15	1577.056	245.3698	0.068	88.291	279932.2	0.215	0.903384	389.92	0.390	505.3363	50	252.668	1411.78	1411.776	1411.776	0.000	244.276	SUKSES
	Jul	I	15	1411.776	244.2759	0.050	64.167	258940.3	0.400	1.552407	293.92	0.294	380.9203	50	190.460	1283.93	1283.93	1283.930	0.000	243.377	SUKSES
		II	16	1283.93	243.3772	0.031	43.263	233757.9	0.400	1.494861	197.92	0.198	273.6046	50	136.802	1188.90	1188.896	1188.896	0.000	242.690	SUKSES
	Agu	I	15	1188.896	242.6903	0.026	33.904	211821.6	0.483	1.535912	101.92	0.102	132.0883	50	66.044	1155.22	1155.219	1155.219	0.000	242.447	SUKSES
		II	16	1155.219	242.4469	0.021	29.040	204048.3	0.483	1.578184	101.92	0.102	140.8942	50	70.447	1112.23	1112.234	1112.234	0.000	242.136	SUKSES
	Sep	I	15	1112.234	242.1362	0.012	15.980	194126.2	0.633	1.841981	101.92	0.102	132.0883	40	52.835	1073.54	1073.536	1073.536	0.000	241.856	SUKSES
		II	15	1073.536	241.8565	0.009	11.629	185193.9	0.633	1.757226	101.92	0.102	132.0883	40	52.835	1030.57	1030.573	1030.573	0.000	241.546	SUKSES
	Okt	I	15	1030.573	241.5459	0.008	9.961	175276.9	0.675	1.773437	101.92	0.102	132.0883	40	52.835	985.9247	985.925	985.925	0.000	241.223	SUKSES
		II	16	985.9247	241.2232	0.102	141.218	164971	0.675	1.780441	67.94667	0.068	93.92947	40	37.572	1087.79	1087.791	1087.791	0.000	241.960	SUKSES
	Nov	I	15	1087.791	241.9595	0.220	284.845	188484.2	0.606	1.712997	214.4267	0.214	277.897	50	138.948	1231.97	1231.975	1231.975	0.000	243.002	SUKSES
		II	15	1231.975	243.0017	0.371	480.211	221765.3	0.606	2.015465	367.9467	0.368	476.8589	60	286.115	1424.05	1424.054	1424.054	0.000	244.357	SUKSES
	Des	I	15	1424.054	244.3572	0.547	708.697	260499.7	1.103	4.311758	482.72	0.483	625.6051	60	375.363	1753.08	1753.077	1753.077	0.000	246.535	SUKSES
		II	16	1753.077	246.5348	0.475	656.840	302288.3	1.103	5.337	417.04	0.417	576.5161	60	345.910	2058.67	2050	2050.000	8.670	248.500	SUKSES

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)



Tabel 4.31 Simulasi Pola Operasi Waduk Berdasarkan Tampilan Kondisi Debit Rendah

Karakteristik Aliran	Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}		Lepasan		S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW Akhir Periode	Keterangan	
				1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/hari	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	%	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³		1000 m ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Debit Air Tahun Rendah	Jan	I	15	2050	248.5	0.226	293.123	340000	2.186	11.14709	344.32	0.344	446.2387	100	446.239	1885.737	1885.737	1885.737	0.000	247.413	SUKSES
		II	16	1885.737	247.4128	0.405	559.426	319137.3	2.186	11.16063	344.32	0.344	475.988	100	475.988	1958.01	1958.014	1958.014	0.000	247.891	SUKSES
	Feb	I	15	1958.014	247.8912	0.674	873.852	328317.1	0.572	2.817966	344.32	0.344	446.2387	100	446.239	2382.81	2050	2050.000	332.810	248.500	SUKSES
		II	14	2050	248.5	0.654	790.711	340000	0.572	2.723692	344.32	0.344	416.4895	100	416.489	2421.50	2050	2050.000	371.497	248.500	SUKSES
	Mar	I	15	2050	248.5	0.472	611.237	340000	0.445	2.270852	443.9467	0.444	575.3549	100	575.355	2083.61	2050	2050.000	33.611	248.500	SUKSES
		II	16	2050	248.5	0.554	766.193	340000	0.445	2.422242	545.5467	0.546	754.1637	100	754.164	2059.61	2050	2050.000	9.607	248.500	SUKSES
	Apr	I	15	2050	248.5	0.312	404.327	340000	0.711	3.628328	560.7467	0.561	726.7277	80	581.382	1869.32	1869.316	1869.316	0.000	247.304	SUKSES
		II	15	1869.316	247.3041	0.195	253.169	317051.7	0.711	3.383434	476.32	0.476	617.3107	50	308.655	1810.45	1810.446	1810.446	0.000	246.915	SUKSES
	Mei	I	15	1810.446	246.9145	0.096	124.676	309574.7	0.377	1.751442	389.92	0.390	505.3363	40	202.135	1731.24	1731.236	1731.236	0.000	246.390	SUKSES
		II	16	1731.236	246.3902	0.086	119.518	299514.3	0.377	1.807493	389.92	0.390	539.0254	30	161.708	1687.24	1687.239	1687.239	0.000	246.099	SUKSES
	Jun	I	15	1687.239	246.0991	0.060	78.026	293926.3	0.215	0.948545	389.92	0.390	505.3363	30	151.601	1612.72	1612.715	1612.715	0.000	245.606	SUKSES
		II	15	1612.715	245.6058	0.042	54.618	284461.2	0.215	0.918	389.92	0.390	505.3363	30	151.601	1514.81	1514.814	1514.814	0.000	244.958	SUKSES
	Jul	I	15	1514.814	244.9579	0.032	41.012	272027	0.400	1.630865	293.92	0.294	380.9203	30	114.276	1439.92	1439.919	1439.919	0.000	244.462	SUKSES
		II	16	1439.919	244.4622	0.021	28.708	262514.7	0.400	1.678759	197.92	0.198	273.6046	20	54.721	1412.23	1412.228	1412.228	0.000	244.279	SUKSES
	Agu	I	15	1412.228	244.2789	0.016	21.106	258997.7	0.483	1.877984	101.92	0.102	132.0883	20	26.418	1405.04	1405.038	1405.038	0.000	244.231	SUKSES
		II	16	1405.038	244.2313	0.011	14.774	258084.5	0.483	1.99612	101.92	0.102	140.8942	10	14.089	1403.73	1403.727	1403.727	0.000	244.223	SUKSES
	Sep	I	15	1403.727	244.2226	0.008	10.342	257917.9	0.633	2.447274	101.92	0.102	132.0883	0	0.000	1411.62	1411.621	1411.621	0.000	244.275	SUKSES
		II	15	1411.621	244.2749	0.006	7.239	258920.6	0.633	2.456788	101.92	0.102	132.0883	0	0.000	1416.40	1416.404	1416.404	0.000	244.307	SUKSES
	Okt	I	15	1416.404	244.3065	0.005	6.135	259528	0.675	2.625883	101.92	0.102	132.0883	0	0.000	1419.91	1419.913	1419.913	0.000	244.330	SUKSES
		II	16	1419.913	244.3297	0.003	4.295	259973.8	0.675	2.805753	67.94667	0.068	93.92947	0	0.000	1421.40	1421.402	1421.402	0.000	244.340	SUKSES
	Nov	I	15	1421.402	244.3396	0.003	3.699	260162.9	0.606	2.364434	214.4267	0.214	277.897	0	0.000	1422.74	1422.737	1422.737	0.000	244.348	SUKSES
		II	15	1422.737	244.3484	0.002	2.589	260332.4	0.606	2.365974	367.9467	0.368	476.8589	0	0.000	1422.96	1422.96	1422.960	0.000	244.350	SUKSES
	Des	I	15	1422.96	244.3499	0.125	162.249	260360.8	1.103	4.309459	482.72	0.483	625.6051	0	0.000	1580.90	1580.899	1580.899	0.000	245.395	SUKSES
		II	16	1580.899	245.3952	0.350	483.291	280420.4	1.103	4.950914	417.04	0.417	576.5161	0	0.000	2059.24	2050	2050.000	9.240	248.500	SUKSES

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)



Tabel 4.32 Simulasi Pola Operasi Waduk Berdasarkan Tampungannya Kondisi Debit Kering

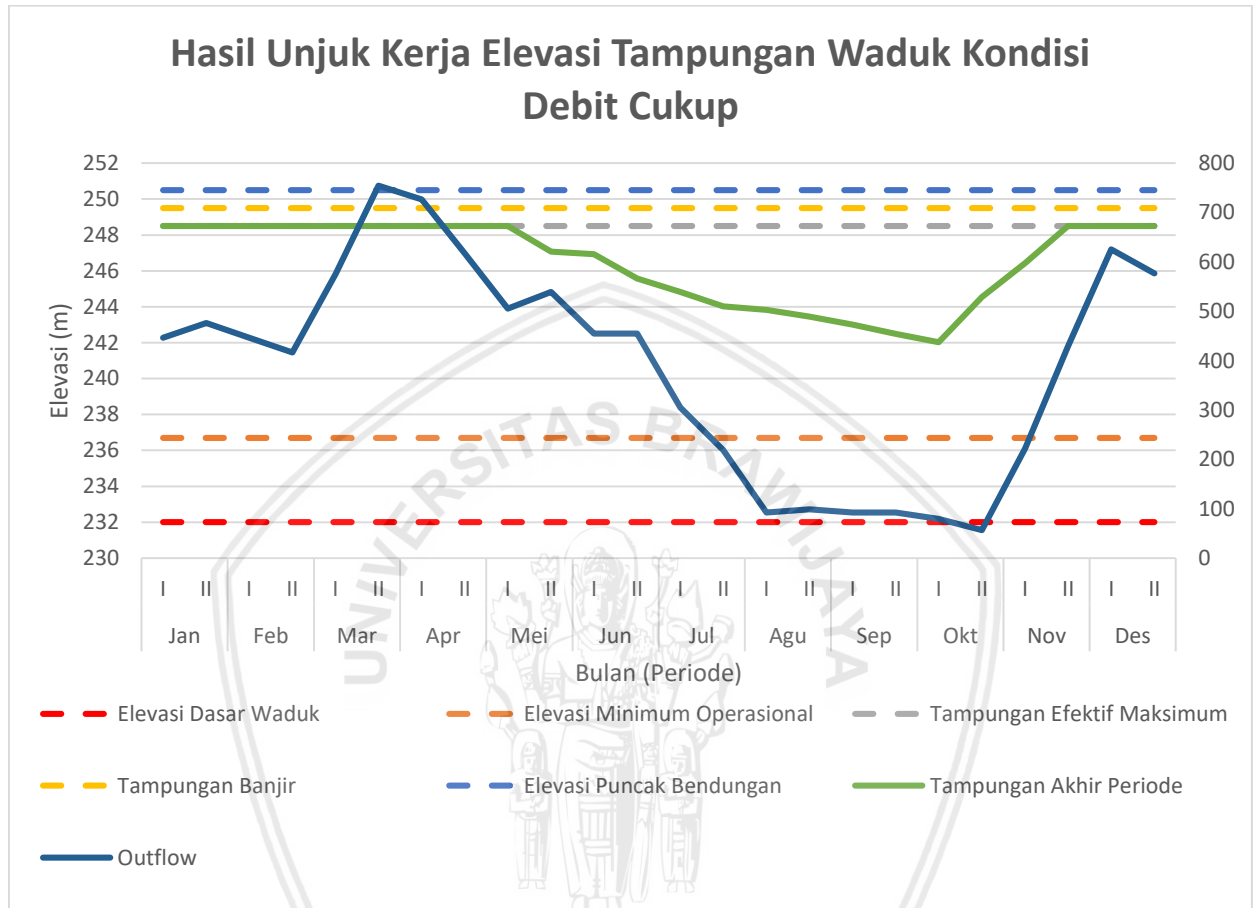
Karakteristik Aliran	Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	EL Awal	Q _{inflow}	A	Evaporasi	Q _{hilir}	Lepasan	S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW Akhir Periode	Keterangan					
				1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/hari	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	%	1000 m ³		1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	m	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Debit Air Tahun Kering	Jan	I	15	2050	248.5	0.040	52.451	340000	2.186	11.14709	344.32	0.344	446.2387	40	178.495	1912.809	1912.809	1912.809	0.000	247.592	SUKSES
		II	16	1912.809	247.592	0.059	81.856	322575.6	2.186	11.28087	344.32	0.344	475.988	20	95.198	1888.19	1888.186	1888.186	0.000	247.429	SUKSES
	Feb	I	15	1888.186	247.429	0.102	132.196	319448.3	0.572	2.741845	344.32	0.344	446.2387	30	133.872	1883.77	1883.769	1883.769	0.000	247.400	SUKSES
		II	14	1883.769	247.3998	0.077	92.537	318887.3	0.572	2.554561	344.32	0.344	416.4895	20	83.298	1890.45	1890.454	1890.454	0.000	247.444	SUKSES
	Mar	I	15	1890.454	247.444	0.100	128.993	319736.3	0.445	2.135511	443.9467	0.444	575.3549	20	115.071	1902.24	1902.24	1902.240	0.000	247.522	SUKSES
		II	16	1902.24	247.522	0.065	90.295	321233.3	0.445	2.288543	545.5467	0.546	754.1637	10	75.416	1914.83	1914.83	1914.830	0.000	247.605	SUKSES
	Apr	I	15	1914.83	247.6054	0.054	70.375	322832.3	0.711	3.445122	560.7467	0.561	726.7277	10	72.673	1909.09	1909.087	1909.087	0.000	247.567	SUKSES
		II	15	1909.087	247.5674	0.130	167.908	322102.9	0.711	3.437339	476.32	0.476	617.3107	20	123.462	1950.10	1950.096	1950.096	0.000	247.839	SUKSES
	Mei	I	15	1950.096	247.8388	0.076	98.248	327311.4	0.377	1.851789	389.92	0.390	505.3363	20	101.067	1945.42	1945.425	1945.425	0.000	247.808	SUKSES
		II	16	1945.425	247.8079	0.056	77.816	326718.1	0.377	1.971661	389.92	0.390	539.0254	10	53.903	1967.37	1967.367	1967.367	0.000	247.953	SUKSES
	Jun	I	15	1967.367	247.9531	0.042	54.471	329504.9	0.215	1.063363	389.92	0.390	505.3363	10	50.534	1970.24	1970.241	1970.241	0.000	247.972	SUKSES
		II	15	1970.241	247.9721	0.029	38.130	329870	0.215	1.064541	389.92	0.390	505.3363	0	0.000	2007.31	2007.307	2007.307	0.000	248.217	SUKSES
	Jul	I	15	2007.307	248.2174	0.021	26.691	334577.6	0.400	2.00587	293.92	0.294	380.9203	0	0.000	2031.99	2031.992	2031.992	0.000	248.381	SUKSES
		II	16	2031.992	248.3808	0.014	18.684	337712.8	0.400	2.159644	197.92	0.198	273.6046	0	0.000	2048.52	2048.516	2048.516	0.000	248.490	SUKSES
	Agu	I	15	2048.516	248.4902	0.010	13.079	339811.5	0.483	2.463963	101.92	0.102	132.0883	10	13.209	2045.92	2045.922	2045.922	0.000	248.473	SUKSES
		II	16	2045.922	248.473	0.007	9.155	339482	0.483	2.625679	101.92	0.102	140.8942	20	28.179	2024.27	2024.272	2024.272	0.000	248.330	SUKSES
	Sep	I	15	2024.272	248.3297	0.005	6.409	336732.4	0.633	3.19511	101.92	0.102	132.0883	0	0.000	2027.49	2027.486	2027.486	0.000	248.351	SUKSES
		II	15	2027.486	248.351	0.003	4.486	337140.5	0.633	3.198983	101.92	0.102	132.0883	0	0.000	2028.77	2028.773	2028.773	0.000	248.360	SUKSES
	Okt	I	15	2028.773	248.3595	0.002	3.140	337304	0.675	3.412814	101.92	0.102	132.0883	0	0.000	2028.50	2028.5	2028.500	0.000	248.358	SUKSES
		II	16	2028.5	248.3577	0.002	2.198	337269.3	0.675	3.639961	67.94667	0.068	93.92947	0	0.000	2027.06	2027.058	2027.058	0.000	248.348	SUKSES
	Nov	I	15	2027.058	248.3482	0.001	1.539	337086.2	0.606	3.063534	214.4267	0.214	277.897	0	0.000	2025.53	2025.533	2025.533	0.000	248.338	SUKSES
		II	15	2025.533	248.3381	0.001	1.077	336892.5	0.606	3.061774	367.9467	0.368	476.8589	0	0.000	2023.55	2023.549	2023.549	0.000	248.325	SUKSES
	Des	I	15	2023.549	248.3249	0.001	0.843	336640.5	1.103	5.57203	482.72	0.483	625.6051	0	0.000	2018.82	2018.820	2018.820	0.000	248.294	SUKSES
		II	16	2018.82	248.2936	0.033	45.707	336039.9	1.103	5.932896	417.04	0.417	576.5161	0	0.000	2058.59	2050	2050.000	8.595	248.500	SUKSES

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)



Grafik dibawah ini adalah hasil untuk kerja tampungan waduk berdasarkan hasil dari aturan lepasan terhadap tiap keandalan debit tahun cukup, tahun normal, tahun rendah, dan tahun kering. Disajikan pada Gambar 4.4 sampai Gambar 4.7.

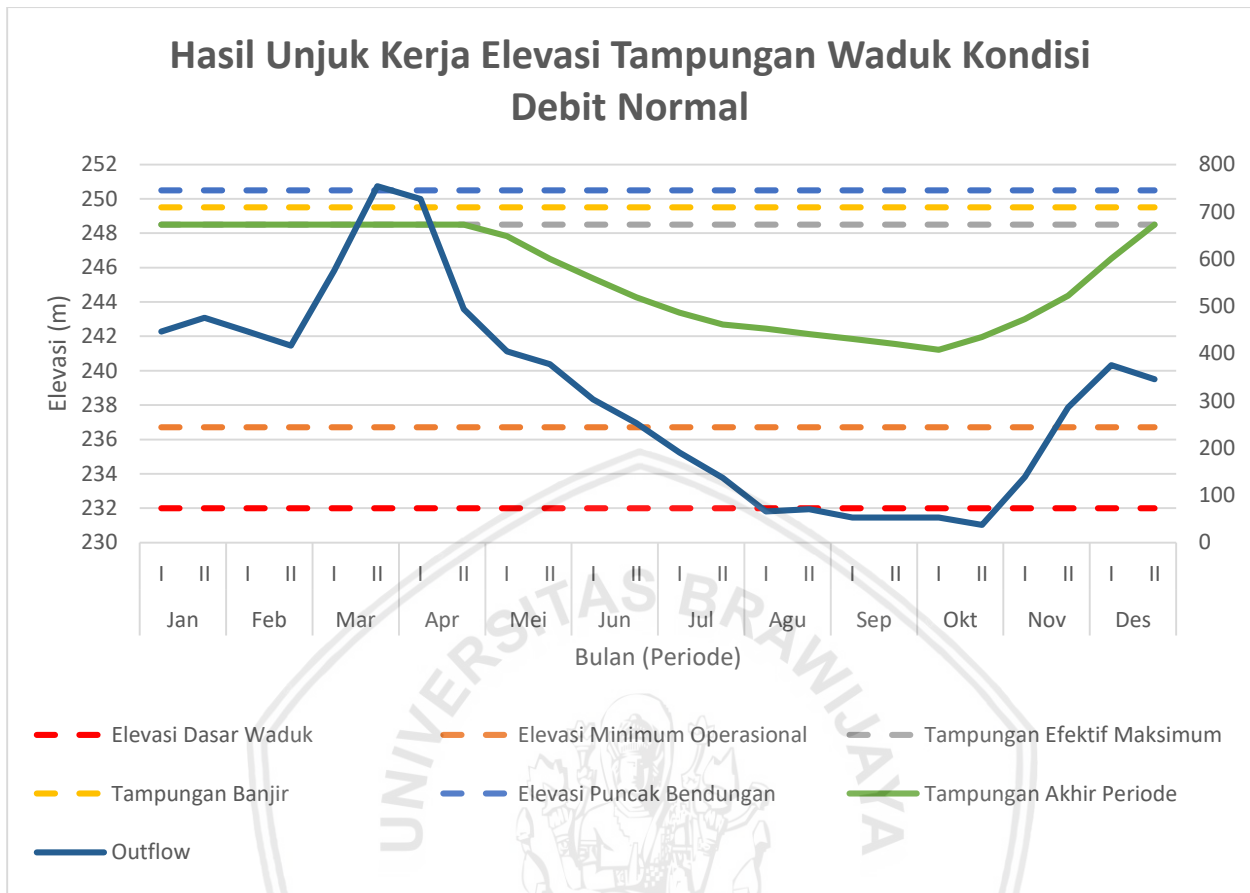
- Kondisi Keandalan Waduk Tahun Cukup (26.02%)



Gambar 4.4 Grafik Elevasi Muka Air Waduk saat Tahun Cukup
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Dari Gambar 4.4 dapat dilihat elevasi muka air waduk terendah terjadi pada Bulan Oktober periode I dengan elevasi +242.027 meter. Elevasi tersebut masih berada diatas elevasi minimum operasi yang berada pada elevasi +236.73 meter. Pada kondisi ini terjadi limpasan sebanyak 12 periode dengan limpasan maksimal sebesar 12.538 m³/detik terjadi pada bulan Februari periode II.

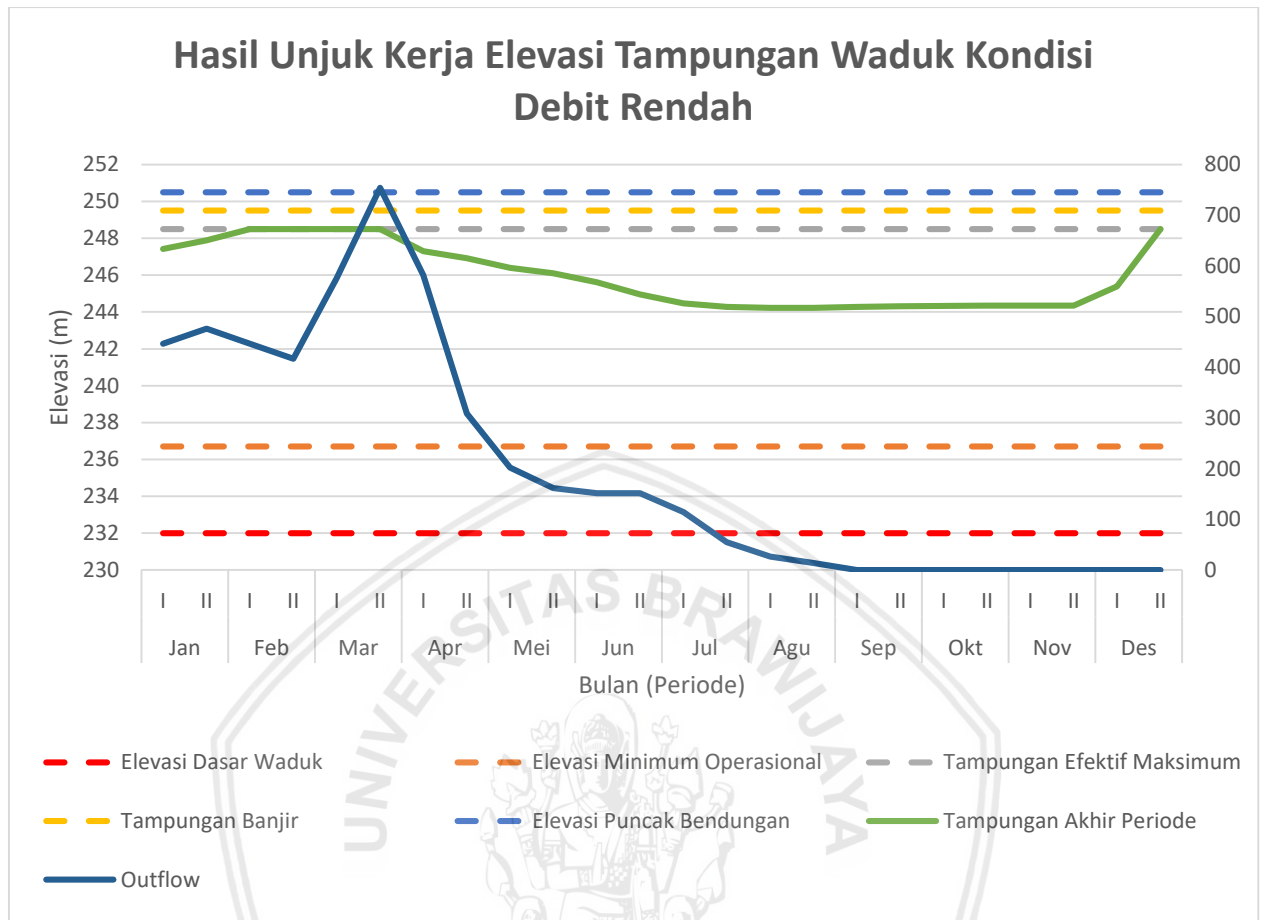
- Kondisi Keandalan Waduk Tahun Normal (50.68%)



Gambar 4.5 Grafik Elevasi Muka Air Waduk saat Tahun Normal
 Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Dari Gambar 4.5 dapat dilihat elevasi muka air waduk terendah terjadi pada Bulan Oktober periode I dengan elevasi +241.223 meter. Elevasi tersebut berada masih berada diatas elevasi minimum operasi yang berada pada elevasi +236.73 meter. Pada kondisi ini terjadi limpasan sebanyak 8 periode dengan limpasan maksimal sebesar 7.006 m³/detik terjadi pada bulan Februari periode II.

- Kondisi Keandalan Waduk Tahun Rendah (75.34%)

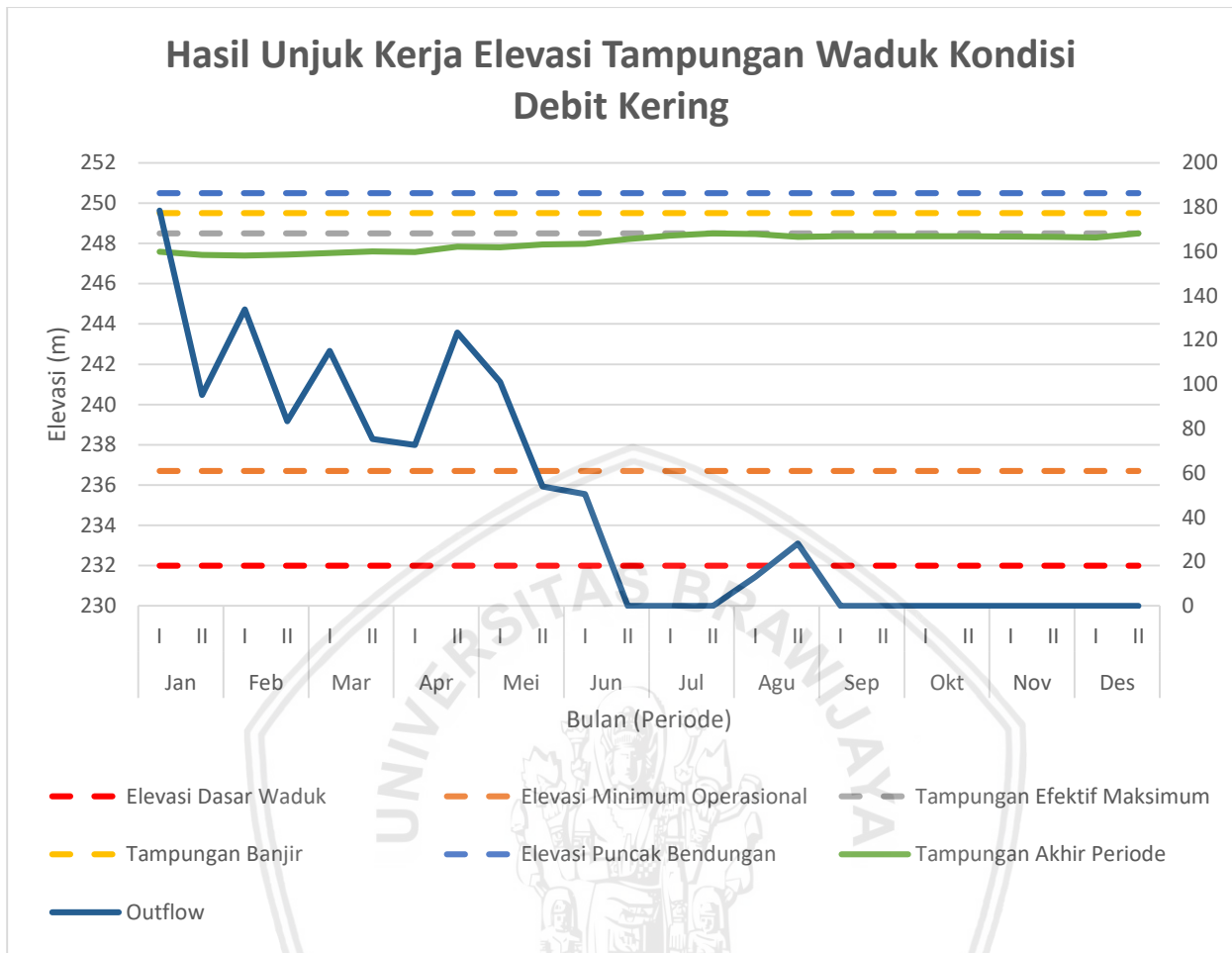


Gambar 4.6 Grafik Elevasi Muka Air Waduk saat Tahun Rendah

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Dari Gambar 4.6 dapat dilihat elevasi muka air waduk terendah terjadi pada Bulan Agustus periode II dengan elevasi +244.223 meter. Elevasi tersebut masih berada diatas elevasi minimum operasi yang berada pada elevasi +236.73 meter. Pada kondisi ini terjadi limpasan sebanyak 5 periode dengan limpasan maksimal sebesar 4.3 m³/detik terjadi pada bulan Februari periode II.

- Kondisi Keandalan Waduk Tahun Kering (97.30%)

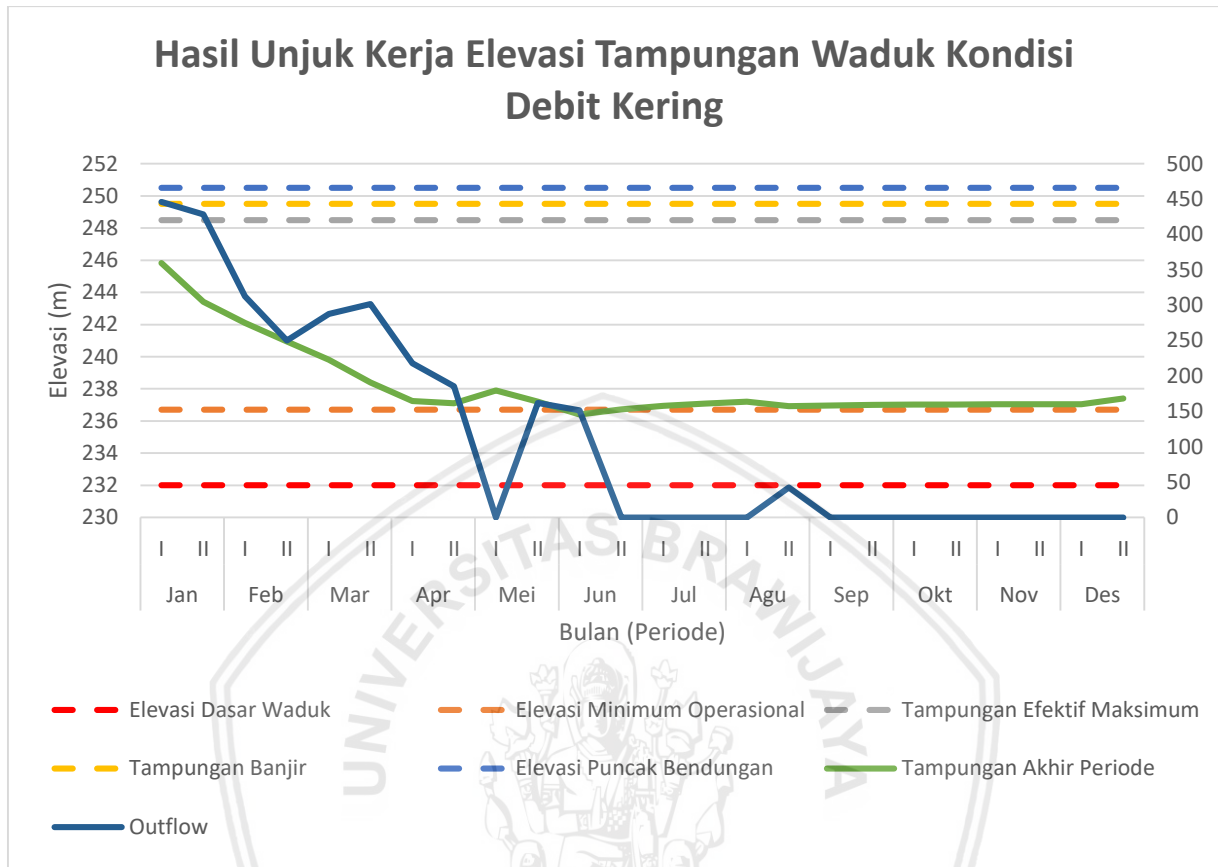


Gambar 4.7 Grafik Elevasi Muka Air Waduk saat Tahun Kering
 Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Dari Gambar 4.7 dapat dilihat elevasi muka air waduk terendah terjadi pada Bulan Februari periode I dengan elevasi +247.4 meter. Elevasi tersebut masih berada diatas elevasi minimum operasi yang berada pada elevasi +236.73 meter. Pada kondisi ini terjadi limpasan sebanyak 1 periode dengan limpasan sebesar $0.099 \text{ m}^3/\text{detik}$ terjadi pada bulan Desember periode II.

Berdasarkan empat pola operasi (*rule curve*) waduk di atas, bisa dilihat bahwa masing-masing pola memiliki karakteristik yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan karena debit *inflow* yang berbeda pada setiap pola operasi. Pada saat *inflow* rendah maka lepasan *outflow* yang dikeluarkan juga rendah agar dapat mempertahankan tampungan untuk tetap dalam kondisi aman, dengan kata lain elevasi tampungan berada pada elevasi yang diijinkan (didasar elevasi minimum operasional).

- Kondisi Keandalan Waduk Tahun Kering dengan *Rule Curve* Berdasarkan Kapasitas Tampungan



Gambar 4.8. Grafik Elevasi Muka Air Waduk Tahun Kering dengan *Rule Curve* Berdasarkan Kapasitas Tampungan
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Dari Gambar 4.8 dapat dilihat elevasi muka air waduk terendah terjadi pada Bulan Juni periode I dengan elevasi +236.405 meter. Elevasi tersebut berada dibawah elevasi minimum operasi yang berada pada elevasi +236.73 meter. Pada kondisi ini terjadi kegagalan tampungan waduk sebanyak 2 periode yang terjadi pada bulan Juni periode I dan periode II.

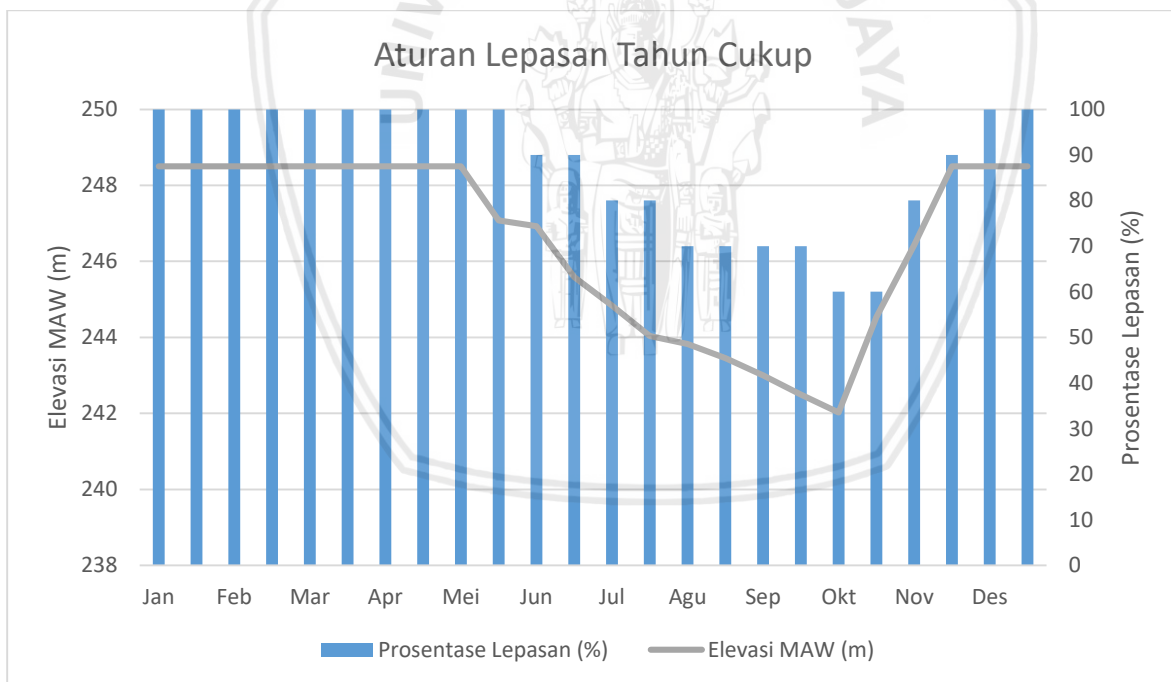
Keandalan tampungan waduk menggunakan *rule curve* berdasarkan kapasitas tampungan dibandingkan dengan *rule curve* tunggal memiliki keuntungan yaitu luasan daerah irigasi yang mampu dialiri jauh lebih besar. Apabila *rule curve* berdasarkan kapasitas tampungan diterapkan pada pola operasi waduk ngancar terdapat periode kegagalan tampungan waduk pada kondisi keandalan tahun kering. Oleh karena itu untuk keandalan tampungan waduk pada kondisi keandalan tahun kering menggunakan aturan *rule curve* tunggal.

4.7 Rencana Pola Operasi Waduk Ngancar

Dalam perencanaan operasi waduk Ngancar menggunakan empat kondisi rencana pola pengoperasian waduk yaitu pola operasi waduk tahun cukup, pola operasi waduk tahun normal, pola operasi waduk tahun rendah, dan pola operasi waduk tahun kering. Empat pola operasi tersebut merupakan gambaran atau pendekatan dalam merencanakan pola operasi waduk Ngancar dikarenakan di lokasi tidak terdapat catatan debit historis. Sehingga pada saat penerapan di lapangan diharapkan berkoordinasi dengan instansi terkait. Berikut merupakan hasil kinerja empat pola operasi waduk Ngancar.

- Pola Operasi Waduk Lepas Tahun Cukup

Pada pola operasi waduk lepas tahun cukup diperoleh hasil rata-rata debit lepasan sebesar $0.299 \text{ m}^3/\text{detik}$. Pada kondisi ini juga mampu memenuhi kebutuhan di hilir untuk irigasi seluas 560 ha. Dengan kata lain, pelayanan kebutuhan dengan pola operasi waduk lepas tahun cukup bisa terlayani 87.9%. Aturan lepasan pada saat kondisi debit keandalan tahun cukup ditampilkan pada Gambar 4.8.

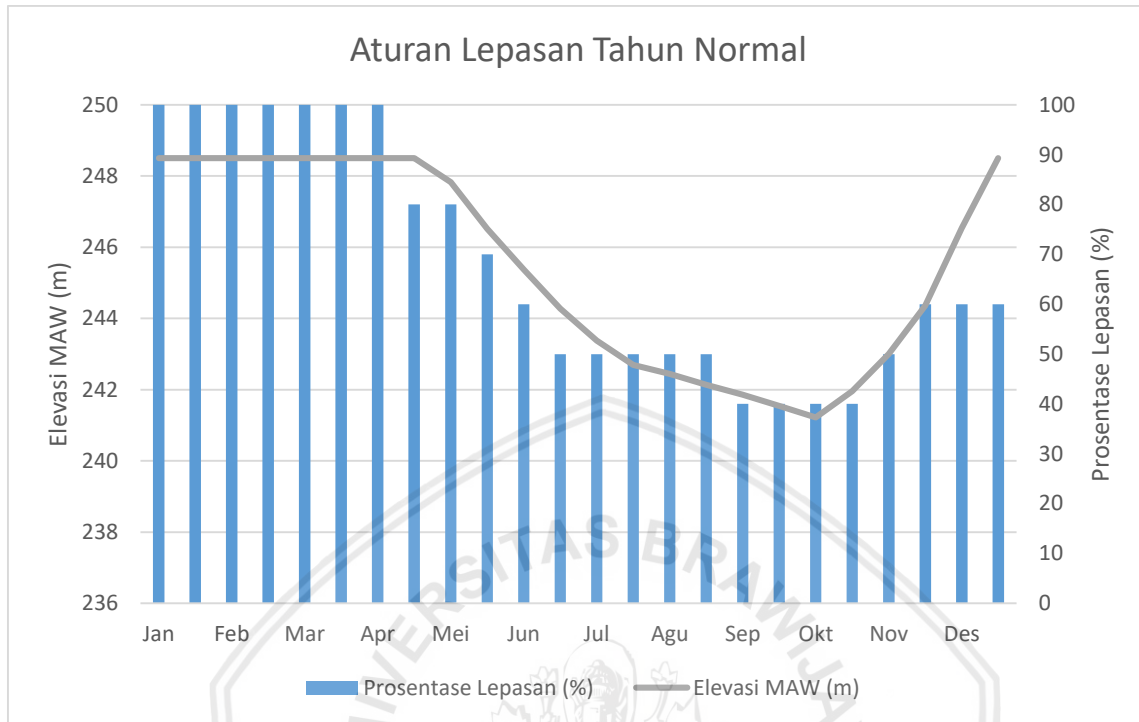


Gambar 4.9 Grafik Aturan Lepas Tahun Cukup
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

- Pola Operasi Waduk Lepas Tahun Normal

Pada pola operasi waduk lepas tahun normal diperoleh hasil rata-rata debit lepasan sebesar $0.240 \text{ m}^3/\text{detik}$. Pada kondisi ini juga mampu memenuhi kebutuhan di hilir untuk irigasi seluas 432 ha. Dengan kata lain, pelayanan kebutuhan dengan pola

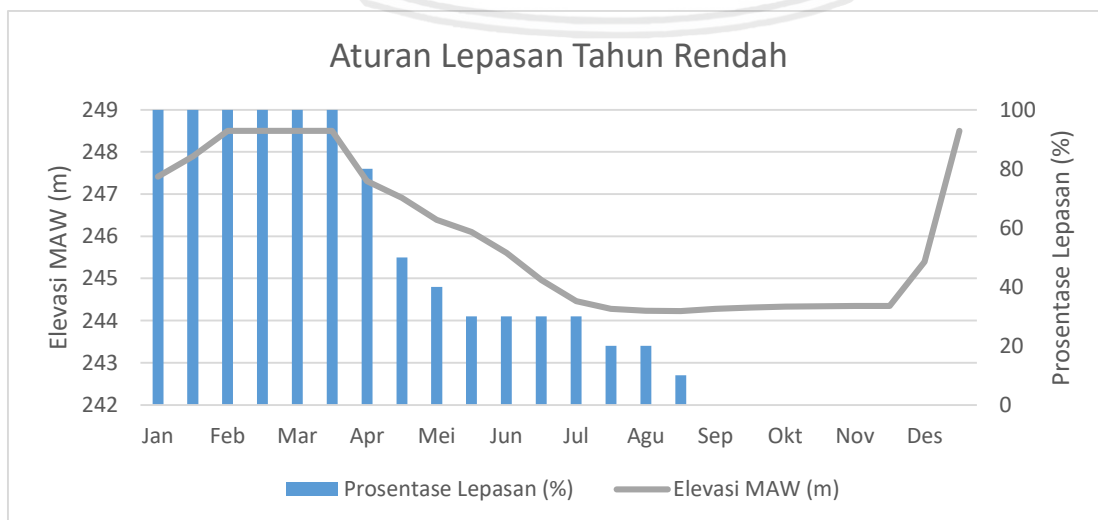
operasi waduk lepasan tahun cukup bisa terlayani 67%. Aturan lepasan pada saat kondisi debit keandalan tahun cukup ditampilkan pada Gambar 4.9.



Gambar 4.10 Grafik Aturan Lepas Tahun Normal
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

- Pola Operasi Waduk Lepas Tahun Rendah

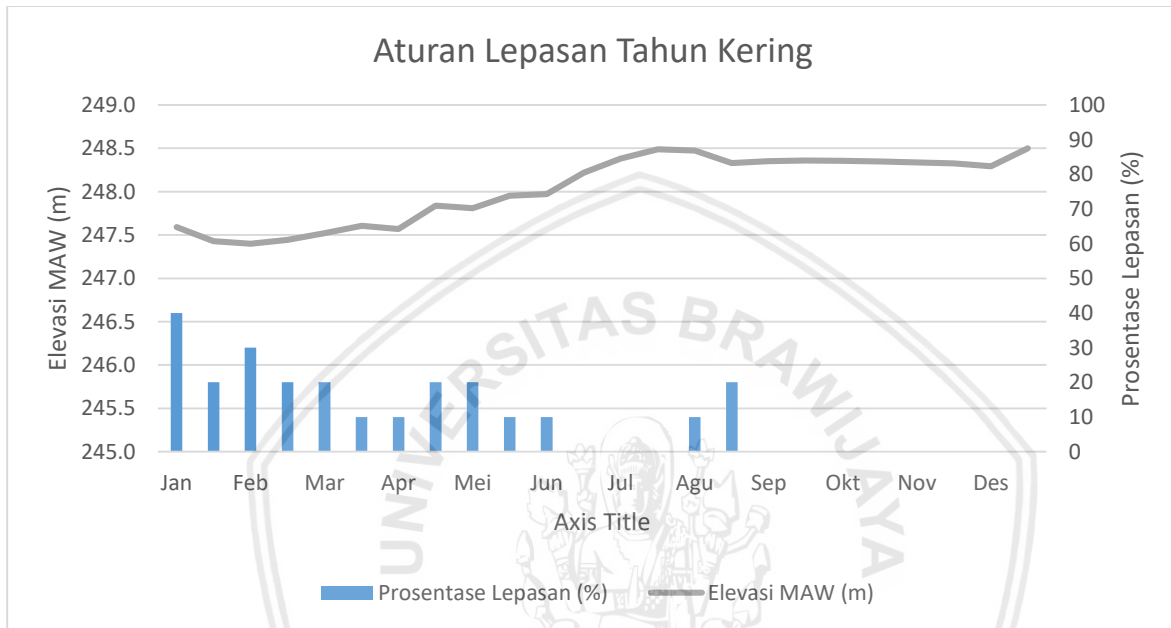
Pada pola operasi waduk lepasan tahun rendah diperoleh hasil rata-rata debit lepasan sebesar $0.157 \text{ m}^3/\text{detik}$. Pada kondisi ini juga mampu memenuhi kebutuhan di hilir untuk irigasi seluas 249 ha. Dengan kata lain, pelayanan kebutuhan dengan pola operasi waduk lepasan tahun cukup bisa terlayani 39%. Aturan lepasan pada saat kondisi debit keandalan tahun cukup ditampilkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.11 Grafik Aturan Lepas Tahun Rendah
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

- Pola Operasi Waduk Lepas tahun Kering

Pada pola operasi waduk lepasan tahun rendah diperoleh hasil rata-rata debit lepasan sebesar $0.036 \text{ m}^3/\text{detik}$. Pada kondisi ini juga mampu memenuhi kebutuhan di hilir untuk irigasi seluas 63 ha. Dengan kata lain, pelayanan kebutuhan dengan pola operasi waduk lepasan tahun cukup bisa terlayani 10%. Aturan lepasan pada saat kondisi debit keandalan tahun cukup ditampilkan pada Gambar 4.11.



Gambar 4.12 Grafik Aturan Lepas Tahun Kering
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Tabel 4.33 Rencana Pola Operasi Waduk Ngancar

Bulan	Periode	Debit Air Tahun Cukup			Debit Air Tahun Normal			Debit Air Tahun Rendah			Debit Air Tahun Kering		
		Aturan Lepas		H MAW	Aturan Lepas		H MAW	Aturan Lepas		H MAW	Aturan Lepas		H MAW
		%	1000 m ³	m	%	1000 m ³	m	%	1000 m ³	m	%	1000 m ³	m
Jan	I	100	446.239	248.500	100	446.239	248.500	100	446.239	247.413	40	178.495	247.592
	II	100	475.988	248.500	100	475.988	248.500	100	475.988	247.891	20	95.198	247.429
Feb	I	100	446.239	248.500	100	446.239	248.500	100	446.239	248.500	30	133.872	247.400
	II	100	416.489	248.500	100	416.489	248.500	100	416.489	248.500	20	83.298	247.444
Mar	I	100	575.355	248.500	100	575.355	248.500	100	575.355	248.500	20	115.071	247.522
	II	100	754.164	248.500	100	754.164	248.500	100	754.164	248.500	10	75.416	247.605
Apr	I	100	726.728	248.500	100	726.728	248.500	80	581.382	247.304	10	72.673	247.567
	II	100	617.311	248.500	80	493.849	248.500	50	308.655	246.915	20	123.462	247.839
Mei	I	100	505.336	248.500	80	404.269	247.830	40	202.135	246.390	20	101.067	247.808
	II	100	539.025	247.079	70	377.318	246.516	30	161.708	246.099	10	53.903	247.953
Jun	I	90	454.803	246.930	60	303.202	245.370	30	151.601	245.606	10	50.534	247.972
	II	90	454.803	245.584	50	252.668	244.276	30	151.601	244.958	0	0.000	248.217
Jul	I	80	304.736	244.835	50	190.460	243.377	30	114.276	244.462	0	0.000	248.381
	II	80	218.884	244.033	50	136.802	242.690	20	54.721	244.279	0	0.000	248.490
Agu	I	70	92.462	243.827	50	66.044	242.447	20	26.418	244.231	10	13.209	248.473
	II	70	98.626	243.456	50	70.447	242.136	10	14.089	244.223	20	28.179	248.330
Sep	I	70	92.462	243.003	40	52.835	241.856	0	0.000	244.275	0	0.000	248.351
	II	70	92.462	242.492	40	52.835	241.546	0	0.000	244.307	0	0.000	248.360
Okt	I	60	79.253	242.027	40	52.835	241.223	0	0.000	244.330	0	0.000	248.358
	II	60	56.358	244.536	40	37.572	241.960	0	0.000	244.340	0	0.000	248.348
Nov	I	80	222.318	246.429	50	138.948	243.002	0	0.000	244.348	0	0.000	248.338
	II	90	429.173	248.500	60	286.115	244.357	0	0.000	244.350	0	0.000	248.325
Des	I	100	625.605	248.500	60	375.363	246.535	0	0.000	245.395	0	0.000	248.294
	II	100	576.516	248.500	60	345.910	248.500	0	0.000	248.500	0	0.000	248.500

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Pada Tabel 4.33 Rencana Pola Operasi Waduk Ngancar, pada kondisi debit air tahun cukup aturan lepasan rata-rata sebesar 87.91% dengan debit lepasan rata-rata sebesar 4.486 m³/dt. Sedangkan pada kondisi debit air tahun normal aturan lepasan rata-rata sebesar 67.91% dengan debit lepasan rata-rata sebesar 3.607 m³/dt. Pada kondisi debit air tahun rendah aturan lepasan rata-rata sebesar 39.16% dengan debit lepasan rata-rata sebesar 2.354 m³/dt. Pada kondisi debit air tahun kering aturan lepasan rata-rata sebesar 10% dengan debit lepasan rata-rata sebesar 0.542 m³/dt.

4.8 Penerapan Pola Pengoperasian Waduk di Lapangan

Dalam menerapkan pola operasi metode *rule curve* di lapangan, jika kondisi elevasi muka air waduk mendekati elevasi operasi minimum waduk, maka rencana *outflow* harus diperkecil sehingga diperoleh elevasi muka air waduk mendekati elevasi muka air normal waduk. Sedangkan jika kondisi elevasi muka air waduk berada di elevasi muka air normal maka rencana *outflow* boleh diperbesar dengan batasan elevasi muka air waduk tidak mendekati elevasi minimum operasi waduk. Contoh penerapan *rule curve* di lapangan ditampilkan pada Tabel 4.34.

Tabel 4.34 Contoh Penerapan Lepasannya Berdasarkan Tampungannya Waduk (*Rule Curve*)

No	Batas Minimum Tampungannya Waduk (%)	Batas Minimum Elevasi Muka Air Waduk (%)	Lepasannya (%)
1	0	H MAW < +235.2	10
2	10	+237.1 < H MAW > +235.2	20
3	20	+238.6 < H MAW > +237.1	30
4	30	+240 < H MAW > +238.6	40
5	40	+241.5 < H MAW > +240	50
6	50	+242.9 < H MAW > +241.5	60
7	60	+244.4 < H MAW > +242.9	70
8	70	+245.7 < H MAW > +244.4	80
9	80	+247.1 < H MAW > +245.7	90
10	90	+248.5 < H MAW > +247.1	100

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Berdasarkan Tabel 4.34 apabila tampungannya waduk >90% dari kapasitas tampungannya efektif maka lepasannya sebesar 100%. Selanjutnya apabila tampungannya waduk tepat berada pada batas minimum tampungannya waduk maka lepasannya adalah mengikuti kisaran yang sebelumnya. Misalkan tampungannya berada pada angka 10% maka lepasannya sebesar 0% (bukan 10% ataupun di atasnya).

Dalam mengoperasikan suatu waduk secara optimal harus memiliki pola pengoperasian yang digunakan sebagai acuan/pedoman dalam mengoperasikan waduk agar

repository.ub.ac.id

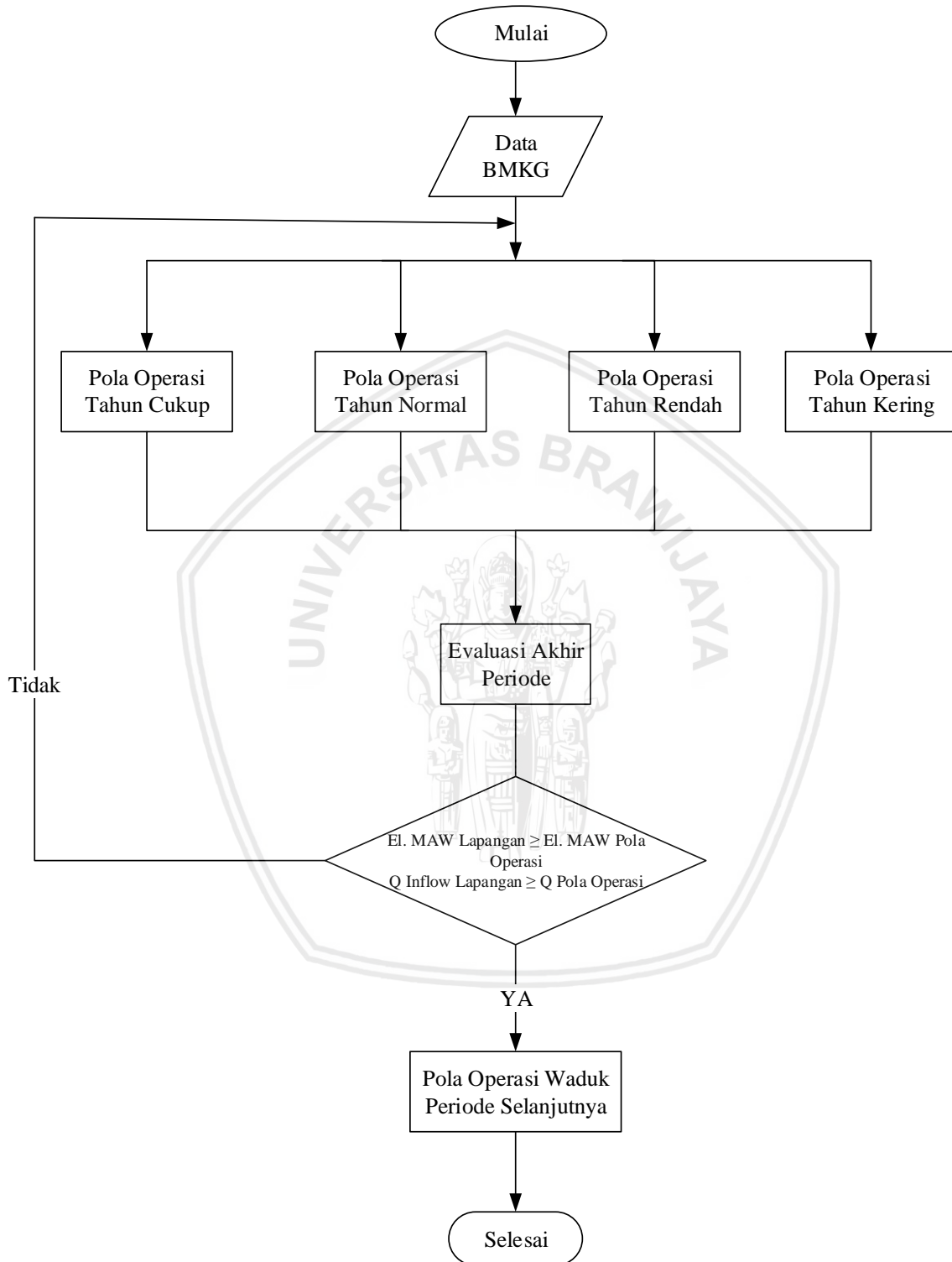
dapat memenuhi kebutuhan air di hilir. Dalam pembuatan/penyusunan pedoman operasi ini dibutuhkan kondisi iklim setempat. Diperlukan koordinasi dengan Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yang mengetahui cuaca dengan tingkat keakuratan yang cukup baik. Keputusan dari BMKG mengenai ramalan cuaca suatu tahun kedepan sangat menunjang dalam penyusunan pola pengoperasian suatu waduk. Misalnya, apabila BMKG menetapkan bahwa satu tahun kedepan merupakan tahun kering maka untuk pengoperasian waduk menggunakan pola aturan operasi tahun kering. Pada saat memasuki awal musim basah maka kondisi tampungan diatur sedemikian rupa hingga elevasi tampungan setara dengan elevasi minimum operasional (LWL / MOL) agar pada saat musim basah tidak terjadi limpasan. Sedangkan pada akhir musim basah – awal musim kering kondisi tampungan waduk harus berada pada elevasi tampungan efektif (HWL) agar mampu memenuhi kebutuhan air di hilir secara maksimal.

Setelah mendapat rekomendasi kondisi iklim dari BMKG maka dapat dilakukan penyusunan pola pengoperasian waduk sesuai dengan standar operasional prosedur (SOP) oleh pihak pengelola pengoperasian waduk setempat yang juga berkoordinasi dengan pihak-pihak terkait dalam hal pemanfaatan sumber daya air. Penyusunan pola pengoperasian waduk yang telah dibuat kemudian disahkan oleh Tim Koordinasi Pengelolaan Sumber Daya Air (TKPSDA) pusat. Setelah disahkan, maka pihak pengelola operasi waduk wajib melaksanakan pola tersebut dan melaksanakan monitoring secara berkala terkait *inflow* yang masuk ke waduk, kondisi elevasi muka air waduk, dan debit yang dilepas oleh waduk.

Apabila dalam keadaan tertentu tidak sesuai dengan pola yang telah ditetapkan maupun tidak sesuai dengan pola yang telah dilaksanakan maka dilakukan evaluasi dan peninjauan kembali sesuai SOP yang berlaku. Untuk kondisi elevasi muka air waduk yang tidak sesuai pola dengan selisih 1 m maka ada perubahan terhadap lepasan debit. Misalnya pada simulasi pola operasi debit tahun musim cukup seperti pada Tabel 4.29, untuk bulan Juni periode II dengan Q hilir sebesar $0.195 \text{ m}^3/\text{detik}$ direncanakan prosentase lepasan sebesar 90% dengan elevasi muka air waduk +245.584 m dengan catatan elevasi muka air bulan Juni periode I yang riil di lapangan +246.93 m atau mendekati (bukan di bawah +246m) elevasi tersebut maka pola operasi lepasan boleh digunakan. Tetapi apabila kondisi elevasi muka air waduk berturut-turut terus mengalami penurunan lebih dari 1 m maka perlu melakukan revisi pola yang disesuaikan dengan kondisi aktual dalam kurun waktu 15 hari terakhir dan diusulkan kembali ke TKPSDA pusat. Pengendalian kondisi elevasi muka air waduk perlu

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

dilakukan agar tampungan waduk stabil dan tampungan waduk tidak kosong. Diagram alir penerapan pola operasi waduk di lapangan ditampilkan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.13 Diagram Alir Penerapan Pola Operasi Waduk di Lapangan
Sumber: Hasil Analisa (2018)

4.9 Perhitungan Pola Operasi Pintu Intake Waduk Ngancar

Berdasarkan hasil perhitungan pola operasi waduk Ngancar dengan empat kondisi keandalan debit yaitu kondisi debit cukup, debit normal, dan debit kering diatas dilakukan perhitungan pola operasi pintu untuk setiap kondisi keandalan debit sebagai berikut:

Lebar pintu = 0.67 m

Jumlah pintu = 2 buah

Jumlah pintu yang dioperasikan/dibuka = 2

Jumlah lebar pintu yang dioperasikan/dibuka = 1.34 m

Elevasi ambang dasar pintu = 236.5 m

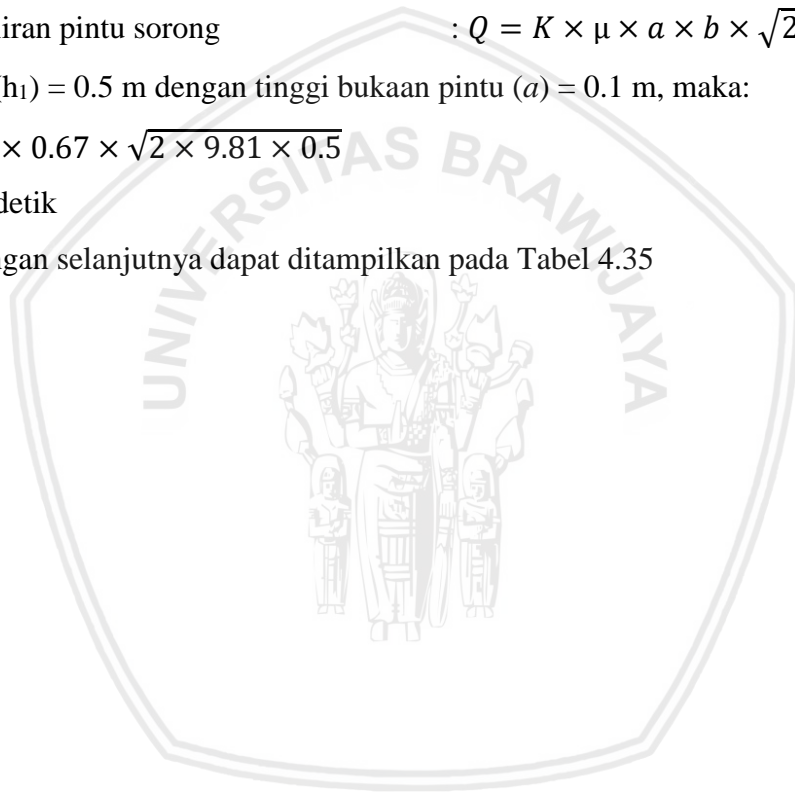
Rumus debit aliran pintu sorong : $Q = K \times \mu \times a \times b \times \sqrt{2gh_1}$

Jika tinggi air (h_1) = 0.5 m dengan tinggi bukaan pintu (a) = 0.1 m, maka:

$$Q = 0.5 \times 0.1 \times 0.67 \times \sqrt{2 \times 9.81 \times 0.5}$$

$$= 0.10 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat ditampilkan pada Tabel 4.35

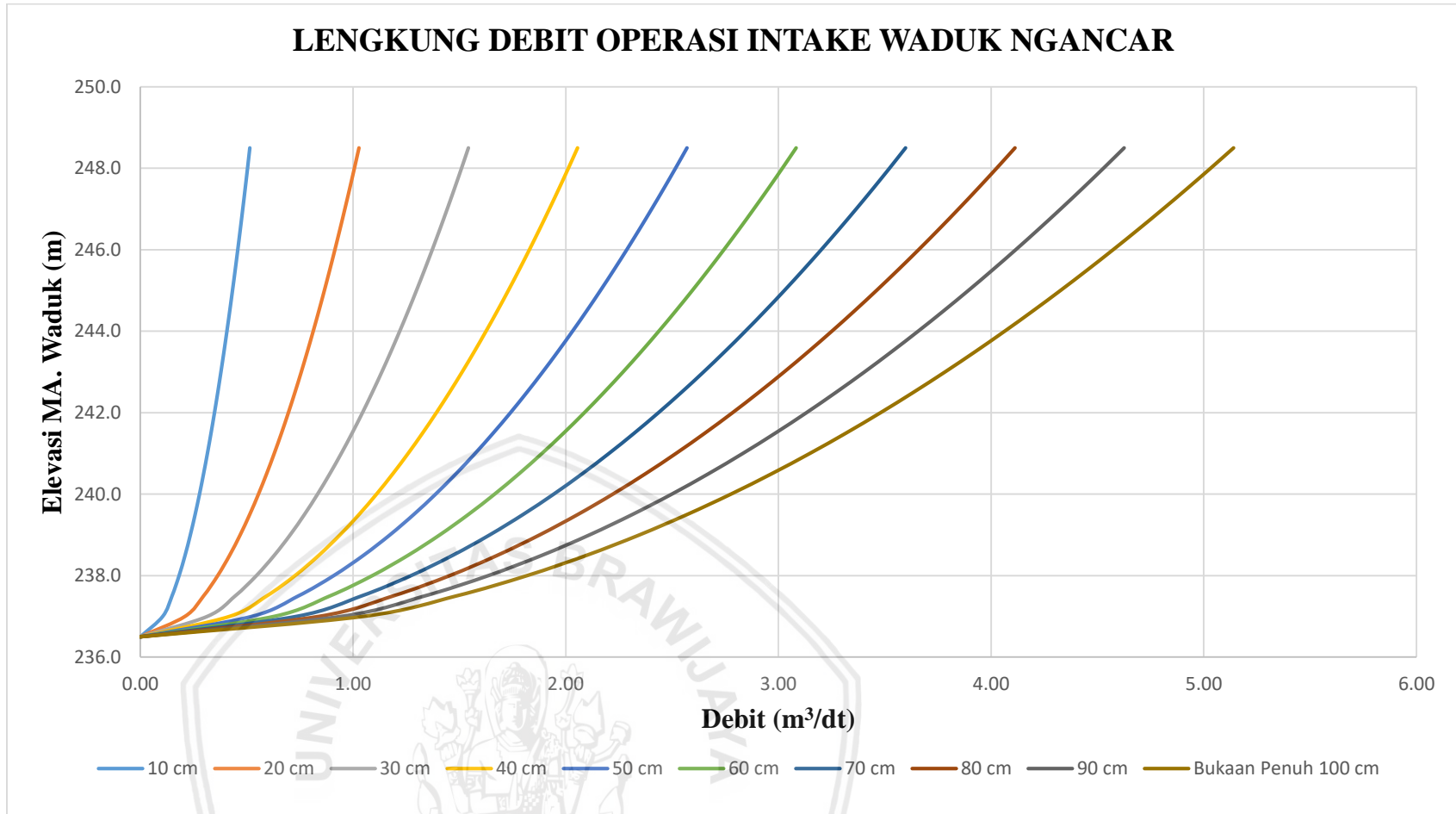


Tabel 4.35 Debit Intake Waduk Ngancar untuk Bukaannya 1 Pintu

Elevasi MA	H air (m)	Tinggi Bukaannya Pintu (cm)										Bukaan Penuh
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
		Debit Q (m ³ /dt)										
236.5	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
237.0	0.50	0.00	0.10	0.21	0.31	0.42	0.52	0.63	0.73	0.84	0.94	1.05
237.5	1.00	0.00	0.15	0.30	0.45	0.59	0.74	0.89	1.04	1.19	1.34	1.48
238.0	1.50	0.00	0.18	0.36	0.55	0.73	0.91	1.09	1.27	1.45	1.64	1.82
238.5	2.00	0.00	0.21	0.42	0.63	0.84	1.05	1.26	1.47	1.68	1.89	2.10
239.0	2.50	0.00	0.23	0.47	0.70	0.94	1.17	1.41	1.64	1.88	2.11	2.35
239.5	3.00	0.00	0.26	0.51	0.77	1.03	1.29	1.54	1.80	2.06	2.31	2.57
240.0	3.50	0.00	0.28	0.56	0.83	1.11	1.39	1.67	1.94	2.22	2.50	2.78
240.5	4.00	0.00	0.30	0.59	0.89	1.19	1.48	1.78	2.08	2.37	2.67	2.97
241.0	4.50	0.00	0.31	0.63	0.94	1.26	1.57	1.89	2.20	2.52	2.83	3.15
241.5	5.00	0.00	0.33	0.66	1.00	1.33	1.66	1.99	2.32	2.65	2.99	3.32
242.0	5.50	0.00	0.35	0.70	1.04	1.39	1.74	2.09	2.44	2.78	3.13	3.48
242.5	6.00	0.00	0.36	0.73	1.09	1.45	1.82	2.18	2.54	2.91	3.27	3.63
243.0	6.50	0.00	0.38	0.76	1.13	1.51	1.89	2.27	2.65	3.03	3.40	3.78
243.5	7.00	0.00	0.39	0.79	1.18	1.57	1.96	2.36	2.75	3.14	3.53	3.93
244.0	7.50	0.00	0.41	0.81	1.22	1.63	2.03	2.44	2.84	3.25	3.66	4.06
244.5	8.00	0.00	0.42	0.84	1.26	1.68	2.10	2.52	2.94	3.36	3.78	4.20
245.0	8.50	0.00	0.43	0.87	1.30	1.73	2.16	2.60	3.03	3.46	3.89	4.33
245.5	9.00	0.00	0.45	0.89	1.34	1.78	2.23	2.67	3.12	3.56	4.01	4.45
246.0	9.50	0.00	0.46	0.91	1.37	1.83	2.29	2.74	3.20	3.66	4.12	4.57
246.5	10.00	0.00	0.47	0.94	1.41	1.88	2.35	2.82	3.28	3.75	4.22	4.69
247.0	10.50	0.00	0.48	0.96	1.44	1.92	2.40	2.88	3.37	3.85	4.33	4.81
247.5	11.00	0.00	0.49	0.98	1.48	1.97	2.46	2.95	3.44	3.94	4.43	4.92
248.0	11.50	0.00	0.50	1.01	1.51	2.01	2.52	3.02	3.52	4.03	4.53	5.03
248.5	12.00	0.00	0.51	1.03	1.54	2.06	2.57	3.08	3.60	4.11	4.63	5.14

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Pada Tabel 4.35 Debit Intake Waduk Ngancar untuk Bukaannya 1 Pintu diperoleh debit minimum keluaran dari pintu intake sebesar 0.10 m³/dt dengan tinggi bukaan pintu sebesar 0.1 m. Sedangkan debit maksimum keluaran dari pintu intake sebesar 5.14 m³/dt dengan tinggi bukaan penuh atau tinggi bukaan sebesar 1 m.



Gambar 4.14 Lengkung Debit Operasi Intake Pintu 1 Waduk Ngancar
 Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Pola operasi pintu intake Waduk Ngancar berdasarkan simulasi setiap kondisi keandalan debit cukup, debit normal, debit rendah, dan debit kering pada Tabel 4.36 sampai Tabel 4.39.

Tabel 4.36 Tinggi Bukaannya Pintu Intake Waduk Ngancar Kondisi Debit Air Tahun Cukup

Bulan	Periode	Debit Air Tahun Cukup						Tinggi Bukaannya Pintu
		El. Awal	H air	Inflow	Keb. Air Irigasi	Aturan Lepasannya		
		m	m	m ³ /dt	m ³ /dt	%	m ³ /dt	
Jan	I	248.50	12.00	0.809	0.344	100	0.344	0.1
	II	248.50	12.00	0.883	0.344	100	0.344	0.1
Feb	I	248.50	12.00	1.134	0.344	100	0.344	0.1
	II	248.50	12.00	1.242	0.344	100	0.344	0.1
Mar	I	248.50	12.00	1.079	0.444	100	0.444	0.1
	II	248.50	12.00	0.861	0.546	100	0.546	0.2
Apr	I	248.50	12.00	0.897	0.561	100	0.561	0.2
	II	248.50	12.00	0.492	0.476	100	0.476	0.1
Mei	I	248.50	12.00	0.417	0.390	100	0.390	0.1
	II	248.50	12.00	0.236	0.390	100	0.390	0.1
Jun	I	247.08	10.58	0.334	0.390	90	0.351	0.1
	II	246.93	10.43	0.195	0.390	90	0.351	0.1
Jul	I	245.58	9.08	0.149	0.294	80	0.235	0.1
	II	244.83	8.33	0.072	0.198	80	0.158	0.1
Agu	I	244.03	7.53	0.050	0.102	70	0.071	0.1
	II	243.83	7.33	0.036	0.102	70	0.071	0.1
Sep	I	243.46	6.96	0.025	0.102	70	0.071	0.1
	II	243.00	6.50	0.018	0.102	70	0.071	0.1
Okt	I	242.49	5.99	0.013	0.102	60	0.061	0.1
	II	242.03	5.53	0.298	0.068	60	0.041	0.1
Nov	I	244.54	8.04	0.394	0.214	80	0.172	0.1
	II	246.43	9.93	0.601	0.368	90	0.331	0.1
Des	I	248.50	12.00	0.810	0.483	100	0.483	0.1
	II	248.50	12.00	0.787	0.417	100	0.417	0.1

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Dari Tabel 4.36 Tinggi Bukaannya Pintu Intake Waduk Ngancar Kondisi Debit Air Tahun Cukup diketahui bahwa tinggi bukaannya pintu yang sesuai dengan pola operasi waduk Ngancar dengan kondisi keandalan debit tahun cukup adalah setinggi 0.1-0.2 m.

Tabel 4.37 Tinggi Bukaannya Pintu Intake Waduk Ngancar Kondisi Debit Air Tahun Normal

Bulan	Periode	Debit Air Tahun Normal						
		El. Awal	H air	Inflow	Keb. Air Irigasi	Aturan Lepasannya	Tinggi Bukaannya Pintu	
		m	m	m ³ /dt	m ³ /dt	%	m ³ /dt	m
Jan	I	248.5	12.0	0.459165	0.34432	100	0.34432	0.1
	II	248.5	12.0	0.734073	0.34432	100	0.34432	0.1
Feb	I	248.5	12.0	0.794177	0.34432	100	0.34432	0.1
	II	248.5	12.0	0.847007	0.34432	100	0.34432	0.1
Mar	I	248.5	12.0	0.699855	0.443947	100	0.443947	0.1
	II	248.5	12.0	0.680376	0.545547	100	0.545547	0.2
Apr	I	248.5	12.0	0.650332	0.560747	100	0.560747	0.2
	II	248.5	12.0	0.385634	0.47632	80	0.381056	0.1
Mei	I	248.5	12.0	0.235309	0.38992	80	0.311936	0.1
	II	247.83	11.3	0.130789	0.38992	70	0.272944	0.1
Jun	I	246.5163	10.0	0.101044	0.38992	60	0.233952	0.1
	II	245.3698	8.9	0.068126	0.38992	50	0.19496	0.1
Jul	I	244.2759	7.8	0.049511	0.29392	50	0.14696	0.1
	II	243.3772	6.9	0.031295	0.19792	50	0.09896	0.1
Agu	I	242.6903	6.2	0.02616	0.10192	50	0.05096	0.1
	II	242.4469	5.9	0.021007	0.10192	50	0.05096	0.1
Sep	I	242.1362	5.6	0.01233	0.10192	40	0.040768	0.1
	II	241.8565	5.4	0.008973	0.10192	40	0.040768	0.1
Okt	I	241.5459	5.0	0.007686	0.10192	40	0.040768	0.1
	II	241.2232	4.7	0.102155	0.067947	40	0.027179	0.1
Nov	I	241.9595	5.5	0.219788	0.214427	50	0.107213	0.1
	II	243.0017	6.5	0.370533	0.367947	60	0.220768	0.1
Des	I	244.3572	7.9	0.546834	0.48272	60	0.289632	0.1
	II	246.5348	10.0	0.475145	0.41704	60	0.250224	0.1

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Dari Tabel 4.37 Tinggi Bukaannya Pintu Intake Waduk Ngancar Kondisi Debit Air Tahun Normal diketahui bahwa tinggi bukaannya pintu yang sesuai dengan pola operasi waduk Ngancar dengan kondisi keandalan debit tahun normal adalah setinggi 0.1-0.2 m.

Tabel 4.38 Tinggi Bukaannya Pintu Intake Waduk Ngancar Kondisi Debit Air Tahun Rendah

Bulan	Periode	Debit Air Tahun Rendah						Tinggi Bukaannya Pintu m
		El. Awal	H air	Inflow	Keb. Air Irigasi	Aturan Lepasannya		
		m	m	m ³ /dt	m ³ /dt	%	m ³ /dt	
Jan	I	248.5	12.0	0.23	0.34432	100	0.34432	0.1
	II	247.4128	10.9	0.40	0.34432	100	0.34432	0.1
Feb	I	247.8912	11.4	0.67	0.34432	100	0.34432	0.1
	II	248.5	12.0	0.65	0.34432	100	0.34432	0.1
Mar	I	248.5	12.0	0.47	0.443947	100	0.443947	0.1
	II	248.5	12.0	0.55	0.545547	100	0.545547	0.2
Apr	I	248.5	12.0	0.31	0.560747	80	0.448597	0.1
	II	247.3041	10.8	0.20	0.47632	50	0.23816	0.1
Mei	I	246.9145	10.4	0.10	0.38992	40	0.155968	0.1
	II	246.3902	9.9	0.09	0.38992	30	0.116976	0.1
Jun	I	246.0991	9.6	0.06	0.38992	30	0.116976	0.1
	II	245.6058	9.1	0.04	0.38992	30	0.116976	0.1
Jul	I	244.9579	8.5	0.03	0.29392	30	0.088176	0.1
	II	244.4622	8.0	0.02	0.19792	20	0.039584	0.1
Agu	I	244.2789	7.8	0.02	0.10192	20	0.020384	0.1
	II	244.2313	7.7	0.01	0.10192	10	0.010192	0.1
Sep	I	244.2226	7.7	0.01	0.10192	0	0	0
	II	244.2749	7.8	0.01	0.10192	0	0	0
Okt	I	244.3065	7.8	0.00	0.10192	0	0	0
	II	244.3297	7.8	0.00	0.067947	0	0	0
Nov	I	244.3396	7.8	0.00	0.214427	0	0	0
	II	244.3484	7.8	0.00	0.367947	0	0	0
Des	I	244.3499	7.8	0.13	0.48272	0	0	0
	II	245.3952	8.9	0.35	0.41704	0	0	0

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Dari Tabel 4.38 Tinggi Bukaannya Pintu Intake Waduk Ngancar Kondisi Debit Air Tahun Rendah diketahui bahwa tinggi bukaannya pintu yang sesuai dengan pola operasi waduk Ngancar dengan kondisi keandalan debit tahun rendah adalah setinggi 0.1-0.2 m. Terdapat 8 periode dimana ketinggian bukaannya pintu intake 0 m, maka pintu intake tidak terbuka. Hal ini terjadi karena aturan lepasannya waduk senilai 0% yang bertujuan untuk menjaga kondisi keandalan tampungan waduk agar berada di atas tampungan minimum waduk.

Tabel 4.39 Tinggi Bukaannya Pintu Intake Waduk Ngancar Kondisi Debit Air Tahun Kering

Bulan	Periode	Debit Air Tahun Kering						Tinggi Bukaannya Pintu
		El. Awal	H air	Inflow	Keb. Air Irigasi	Aturan Lepasannya		
		m	m	m ³ /dt	m ³ /dt	%	m ³ /dt	
Jan	I	248.5	12.0	0.04	0.34432	40	0.137728	0.1
	II	247.592	11.1	0.06	0.34432	20	0.068864	0.1
Feb	I	247.429	10.9	0.10	0.34432	30	0.103296	0.1
	II	247.3998	10.9	0.08	0.34432	20	0.068864	0.1
Mar	I	247.444	10.9	0.10	0.443947	20	0.088789	0.1
	II	247.522	11.0	0.07	0.545547	10	0.054555	0.1
Apr	I	247.6054	11.1	0.05	0.560747	10	0.056075	0.1
	II	247.5674	11.1	0.13	0.47632	20	0.095264	0.1
Mei	I	247.8388	11.3	0.08	0.38992	20	0.077984	0.1
	II	247.8079	11.3	0.06	0.38992	10	0.038992	0.1
Jun	I	247.9531	11.5	0.04	0.38992	10	0.038992	0.1
	II	247.9721	11.5	0.03	0.38992	0	0	0
Jul	I	248.2174	11.7	0.02	0.29392	0	0	0
	II	248.3808	11.9	0.01	0.19792	0	0	0
Agu	I	248.4902	12.0	0.01	0.10192	10	0.010192	0.1
	II	248.473	12.0	0.01	0.10192	20	0.020384	0.1
Sep	I	248.3297	11.8	0.00	0.10192	0	0	0
	II	248.351	11.9	0.00	0.10192	0	0	0
Okt	I	248.3595	11.9	0.00	0.10192	0	0	0
	II	248.3577	11.9	0.00	0.067947	0	0	0
Nov	I	248.3482	11.8	0.00	0.214427	0	0	0
	II	248.3381	11.8	0.00	0.367947	0	0	0
Des	I	248.3249	11.8	0.00	0.48272	0	0	0
	II	248.2936	11.8	0.03	0.41704	0	0	0

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Dari Tabel 4.39 Tinggi Bukaannya Pintu Intake Waduk Ngancar Kondisi Debit Air Tahun Kering diketahui bahwa tinggi bukaannya pintu yang sesuai dengan pola operasi waduk Ngancar dengan kondisi keandalan debit tahun kering adalah setinggi 0.1 m. Terdapat 11 periode dimana ketinggian bukaannya pintu intake 0 m, maka pintu intake tidak terbuka. Hal ini terjadi karena aturan lepasannya waduk senilai 0% yang bertujuan untuk menjaga kondisi keandalan tampungan waduk agar berada di atas tampungan minimum waduk.



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari studi perencanaan pola operasi waduk Ngancar Kabupaten Wonogiri yang telah dibahas pada bab-bab sebelumnya adalah sebagai berikut.

1. Berdasarkan perhitungan debit andalan berdasarkan karakteristik aliran adalah:
 - a. Debit air tahun cukup dengan keandalan 26.02% diperoleh debit maksimum sebesar 1.242 m³/detik, debit minimum sebesar 0.013 m³/detik, dan debit rerata sebesar 0.493 m³/detik.
 - b. Debit air tahun normal dengan keandalan 50.68% diperoleh debit maksimum sebesar 0.847 m³/detik, debit minimum sebesar 0.007 m³/detik, dan debit rerata sebesar 0.319 m³/detik.
 - c. Debit air tahun rendah dengan keandalan 75.34% diperoleh debit maksimum sebesar 0.674 m³/detik, debit minimum sebesar 0.002 m³/detik, dan debit rerata sebesar 0.181 m³/detik.
 - d. Debit air tahun kering dengan keandalan 97.30% diperoleh debit maksimum sebesar 0.129 m³/detik, debit minimum sebesar 0.001 m³/detik, dan debit rerata sebesar 0.038 m³/detik.

2. Besarnya debit untuk kebutuhan air irigasi adalah:

Studi ini menghitung besarnya debit kebutuhan air irigasi eksisting dengan luas 637 ha menggunakan metode FPR-LPR dengan pola tata tanam padi – padi – palawija dengan awal musim tanam pada bulan November menyesuaikan dengan Rencana Tata Tanam Global dari dinas Pekerjaan Umum Kabupaten Wonogiri. Rerata debit kebutuhan air irigasi sebesar 313.127 lt/detik atau sebesar 0.313 m³/detik.

3. Keandalan tampungan eksisting waduk selama 21 tahun adalah:

Hasil dari simulasi keandalan tampungan waduk eksisting selama 21 tahun terdapat 347 periode sukses/aman, yang artinya kondisi tampungan waduk berada diatas batas minimum tampungan waduk, dan jumlah periode gagal sebanyak 157 periode dimana kondisi tampungan waduk berada dibawah batas minimum tampungan waduk. Jumlah dari seluruh periode gagal dan sukses adalah 504 periode.

Persentase jumlah periode berhasil adalah sebesar 68.85%, dan persentase jumlah periode gagal adalah sebesar 31.15%.

4. Hasil simulasi pola operasi waduk berdasarkan kapasitas tampungan waduk dan kebutuhan untuk setiap keandalan debit adalah:
 - a. Simulasi Operasi Waduk Tahun Cukup
Hasil simulasi operasi waduk tahun cukup didapatkan elevasi muka air waduk terendah pada bulan Oktober periode I dengan elevasi +242.027 m. terjadi limpasan sebanyak 12 periode dengan limpasan maksimal 12.538 m³/detik yang terjadi pada bulan Februari periode II.
 - b. Simulasi Operasi Waduk Tahun Normal
Hasil simulasi operasi waduk tahun normal didapatkan elevasi muka air waduk terendah pada bulan Oktober periode I dengan elevasi +241.223 m. terjadi limpasan sebanyak 8 periode dengan limpasan maksimal 7.006 m³/detik yang terjadi pada bulan Februari periode II
 - c. Simulasi Operasi Waduk Tahun Rendah
Hasil simulasi operasi waduk tahun rendah didapatkan elevasi muka air waduk terendah pada bulan Oktober periode I dengan elevasi +244.223 m. terjadi limpasan sebanyak 5 periode dengan limpasan maksimal 4.3 m³/detik yang terjadi pada bulan Februari periode II
 - d. Simulasi Operasi Waduk Tahun Kering
Hasil simulasi operasi waduk tahun kering didapatkan elevasi muka air waduk terendah pada bulan Oktober periode I dengan elevasi +247.4 m. terjadi limpasan sebanyak I periode dengan limpasan maksimal 0.099 m³/detik yang terjadi pada bulan Desember periode II
5. Pedoman aturan lepasan operasi waduk untuk tiap keandalan debit yang direncanakan adalah:
 - a. Aturan Lepasn Tahun Cukup
Berdasarkan hasil simulasi pola operasi waduk tahun cukup didapatkan hasil elevasi muka air waduk terendah terjadi pada bulan Oktober periode I dengan ketinggian elevasi +242.027 m. elevasi tersebut masih berada di atas elevasi minimum operasi yang berada pada elevasi +236.73 m, pada kondisi ini terjadi limpasan sebanyak 12 periode dengan limpasan maksimal 12.538 m³/detik terjadi pada bulan Februari periode II. Pada pola operasi waduk lepasan tahun cukup diperoleh hasil rata-rata debit lepasan sebesar 0.299

m^3/detik yang mampu memenuhi kebutuhan air irigasi seluas 560 ha. Hasil pola aturan debit tahun cukup berada pada kondisi aman karena elevasi muka air waduk masih berada diatas elevasi batas minimum operasional.

b. Aturan Lepas Tahun Normal

Berdasarkan hasil simulasi pola operasi waduk tahun normal didapatkan hasil elevasi muka air waduk terendah terjadi pada bulan Oktober periode I dengan ketinggian elevasi +241.223 m. elevasi tersebut berada dibawah elevasi minimum operasi yang berada pada elevasi +236.73 m, pada kondisi ini terjadi limpasan sebanyak 8 periode dengan limpasan maksimal $7.006 \text{ m}^3/\text{detik}$ terjadi pada bulan Februari periode II. Pada pola operasi waduk lepasan tahun cukup diperoleh hasil rata-rata debit lepasan sebesar $0.240 \text{ m}^3/\text{detik}$ yang mampu memenuhi kebutuhan air irigasi seluas 432 ha. Hasil pola aturan debit tahun cukup berada pada kondisi aman karena elevasi muka air waduk masih berada diatas elevasi batas minimum operasional.

c. Aturan Lepas Tahun Rendah

Berdasarkan hasil simulasi pola operasi waduk tahun rendah didapatkan hasil elevasi muka air waduk terendah terjadi pada bulan Agustus periode II dengan ketinggian elevasi +244.223 m. elevasi tersebut berada diatas elevasi minimum operasi yang berada pada elevasi +236.73 m, pada kondisi ini terjadi limpasan sebanyak 5 periode dengan limpasan maksimal $4.3 \text{ m}^3/\text{detik}$ terjadi pada bulan Februari periode II. Pada pola operasi waduk lepasan tahun cukup diperoleh hasil rata-rata debit lepasan sebesar $0.157 \text{ m}^3/\text{detik}$ yang mampu memenuhi kebutuhan air irigasi seluas 249 ha. Hasil pola aturan debit tahun cukup berada pada kondisi aman karena elevasi muka air waduk masih berada diatas elevasi batas minimum operasional.

d. Aturan Lepas Tahun Kering

Berdasarkan hasil simulasi pola operasi waduk tahun kering didapatkan hasil elevasi muka air waduk terendah terjadi pada bulan Februari periode I dengan ketinggian elevasi +247.4 m. elevasi tersebut berada dibawah elevasi minimum operasi yang berada pada elevasi +236.73 m, pada kondisi ini terjadi limpasan sebanyak 1 periode dengan limpasan sebesar $0.099 \text{ m}^3/\text{detik}$ terjadi pada bulan Desember periode II. Pada pola operasi waduk lepasan tahun kering diperoleh hasil rata-rata debit lepasan sebesar $0.036 \text{ m}^3/\text{detik}$ yang mampu memenuhi kebutuhan air irigasi seluas 63 ha. Hasil pola aturan debit tahun cukup berada pada kondisi aman karena elevasi muka air waduk masih berada diatas elevasi batas minimum operasional.

6. Pola operasi pintu untuk tiap keandalan debit yang direncanakan adalah:
 - a. Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan tinggi bukaan pintu untuk keandalan debit tahun cukup diperoleh tinggi bukaan pintu sebesar 0.1 – 0.2 m.
 - b. Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan tinggi bukaan pintu untuk keandalan debit tahun normal diperoleh tinggi bukaan pintu sebesar 0.1 – 0.2 m. Terdapat tinggi bukaan pintu sebesar 0 m sejumlah 3 periode yang berarti pintu dalam kondisi tertutup untuk menjaga kapasitas tampungan waduk.
 - c. Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan tinggi bukaan pintu untuk keandalan debit tahun rendah diperoleh tinggi bukaan pintu sebesar 0.1 – 0.2 m. Terdapat tinggi bukaan pintu sebesar 0 m sejumlah 8 periode yang berarti pintu dalam kondisi tertutup untuk menjaga kapasitas tampungan waduk.
 - d. Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan tinggi bukaan pintu untuk keandalan debit tahun kering diperoleh tinggi bukaan pintu sebesar 0.1 m. Terdapat tinggi bukaan pintu sebesar 0 m sejumlah 11 periode yang berarti pintu dalam kondisi tertutup untuk menjaga kapasitas tampungan waduk.

5.2 Saran

Saran-saran yang diberikan oleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Untuk studi lebih lanjut perlu dilakukan kajian mengenai debit *inflow* apabila di daerah studi tidak terdapat debit pengukuran
2. Dalam merencanakan pola operasi waduk sebaiknya menggunakan data historis debit *inflow* ke waduk tahun sebelumnya dan menggunakan alat pengukuran elevasi tampungan di waduk untuk mengetahui secara pasti kondisi elevasi tiap periode
3. Perlu adanya pencatatan debit *outflow* setiap harinya oleh pengelola bendungan, agar memudahkan dalam melakukan revisi pola operasi waduk untuk kedepannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo. (2016). *Summary Data Base Bendungan Wilayah Sungai Bengawan Solo*. Surakarta: Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo.
- Direktorat Jenderal Cipta Karya. (1996). *Kriteria Perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU*. Jakarta: DPU.
- Dirjen Sumber Daya Air. (2010). *Standart Perencanaan Irigasi KP-01*. Jakarta: DPU.
- Dirjen Sumber Daya Air. (2013). *Standart Perencanaan Irigasi KP-04*. Jakarta: DPU.
- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya . (2016). *Panduan Penulisan Skripsi, Tesis, dan Disertasi 2016*. Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Hadisusanto, N. (2010). *Aplikasi Hidrologi*. Malang: Jogja Mediautama.
- Harto, S.Br. (1993). *Analisa Hidrologi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Kementerian PUPR. (2015). *Kriteria dan Penetapan Wilayah Sungai*. Jakarta: JDIH Kementerian PUPR.
- Limantara, L.M. & Soetopo,W. (2011). *Manajemen Sumber Daya Air*. Bandung: Lubuk Agung.
- Limantara, L.M. & Soetopo,W. (2013). *Statistika Terapan untuk Teknik Pengairan-Cet II*. Malang: Citra Malang.
- McMahon, T. A. & Russel, G.M. (1978). *Reservoir Capacity And Yield*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Muhamad, H. S. (2013). *Perencanaan Operasi dan Konservasi Waduk Mrica (PB.Soedirman)* Banjarnegara.
- Seyhan, E. (1994). *Dasar-Dasar Hidrologi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Soemarto, C.D. (1986). *Hidrologi Teknik Edisi 1*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data jilid 2*. Bandung: Nova.
- Soetopo, W. (2010). *Operasi Waduk Tunggal*. Malang: Citra Malang.
- Sosrodarsono, S. (2003). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: Pradya Paramita.
- Sudjarwadi. (1988). *Operasi Waduk*. Yogyakarta: KMTS Universitas Gadjah Mada.
- Suhardjono. (1994). *Kebutuhan Air Tanaman*. Malang: Institut Teknologi Nasional.
- Thom, H. C. S. (1966). *World Meteorological Organization Technical Note No. 81 Some Methods of Climatological Analysis*. Geneva Switzerland: WMO.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.



Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Hujan Harian Waduk Ngancar

Tahun Data : 1996

Nama Pos : Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	4	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	20
3	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
4	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16
5	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	4	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	27
7	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	3	1
8	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9	5	0	2	13	0	0	0	0	0	0	2	8
10	0	0	1	4	0	0	0	77	0	0	57	3
11	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	20
12	0	0	1	0	0	9	0	0	0	0	0	40
13	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23
14	0	0	11	22	0	0	0	0	0	0	0	18
15	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16	2	0	17	30	0	2	0	0	0	0	3	0
17	27	0	19	3	0	0	0	0	0	0	28	6
18	4	0	14	5	0	0	0	0	0	0	23	29
19	2	0	6	0	0	0	0	0	0	0	10	3
20	27	0	3	23	0	0	0	0	0	0	17	1
21	26	0	6	34	0	0	0	0	0	0	1	1
22	0	0	3	33	0	0	0	0	0	0	0	5
23	0	0	7	10	0	0	0	0	0	0	1	0
24	17	0	7	0	0	0	0	0	0	0	2	0
25	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	3	0	39	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40
28	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	19
29	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	31	0	0	0	21	0	0	0	0	0	0	5
31	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	300.0	0.0	186.0	177.0	21.0	11.0	0.0	94.0	0.0	0.0	164.0	291.0
Hari hujan	18	0	21	10	1	2	0	3	0	0	14	22
Rerata	16.7	0.0	8.9	16.1	21.0	5.5	0.0	23.5	0.0	0.0	10.3	12.1
Maks.	56	0	39	34	21	9	0	77	0	0	57	40

Tahun Data : 1997
 Nama Pos : Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	6	1	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0
2	6	24	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	13	10	0	0	0	0	0	0	0	0	48
4	1	38	12	0	0	0	0	0	0	0	0	1
5	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	7	22	1	0	3	0	0	0	0	0	0	0
9	42	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	13	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0
11	11	0	7	2	0	0	0	0	0	0	0	2
12	5	0	0	2	27	0	0	0	0	0	0	14
13	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
14	62	2	0	49	0	0	0	0	0	0	0	59
15	7	5	0	18	35	0	0	0	0	0	0	0
16	6	5	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0
17	3	2	0	10	0	0	0	0	0	0	4	0
18	12	10	0	5	0	0	0	0	0	0	0	2
19	10	15	0	2	0	0	0	0	0	0	0	7
20	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	9	12	0	13	0	0	0	0	0	0	0	23
22	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25
23	29	1	0	3	0	0	0	0	0	4	8	3
24	82	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	13
25	2	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
26	6	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	8	21	0	0	0	0	0	0	6	0	1
28	0	5	8	0	0	0	0	0	0	0	11	12
29	0	0	9	8	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	339.0	321.0	100.0	169.0	112.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	29.0	215.0
Hari hujan	23	23	12	12	5	0	0	0	0	2	4	14
Rerata	14.7	13.4	7.7	14.1	22.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	12.6
Maks.	82	80	21	49	43	0	0	0	0	6	11	59

Tahun Data : 1998
 Nama Pos : Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	0	115	7	0	10	23	0	0	0	5	0
2	0	0	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0
3	0	17	13	4	0	1	0	1	0	0	3	0
4	0	7	38	0	0	22	0	0	0	0	10	0
5	25	3	0	0	0	44	0	0	0	0	18	0
6	28	3	2	0	0	0	5	0	0	14	8	0
7	0	0	10	58	0	0	17	0	0	0	5	0
8	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
9	0	0	6	5	0	0	0	0	0	0	13	0
10	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	9	0
11	0	5	13	11	0	20	52	0	0	0	0	0
12	0	6	1	2	13	0	3	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0
14	10	8	0	3	0	7	0	0	0	0	0	0
15	15	2	0	6	1	21	1	0	0	0	0	0
16	5	8	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0
17	4	29	0	2	0	0	0	0	0	17	1	0
18	0	98	0	33	25	5	0	0	0	14	0	0
19	19	23	0	0	0	0	0	0	0	28	0	0
20	20	55	0	13	0	0	0	0	7	12	0	0
21	0	38	0	19	0	37	0	0	0	2	0	0
22	1	2	32	12	0	9	8	0	0	4	0	0
23	8	0	38	3	0	0	3	0	0	4	0	0
24	0	0	6	0	0	0	1	0	9	0	0	0
25	0	3	1	59	0	0	0	0	0	47	0	0
26	1	20	30	31	11	0	17	0	31	0	0	0
27	0	4	42	6	0	35	5	0	3	46	8	0
28	11	6	4	2	2	0	3	9	0	5	13	0
29	11	0	5	61	0	9	1	0	9	2	0	0
30	17	0	3	0	3	12	3	0	0	3	0	0
31	0	0	9	0	0	0	0	0	0	5	0	0
Total	175.0	337.0	376.0	338.0	55.0	240.0	152.0	10.0	59.0	203.0	93.0	0.0
Hari hujan	14	19	20	20	6	15	16	2	5	14	11	0
Rerata	12.5	15.3	18.8	16.1	7.9	15.0	9.5	2.5	8.4	14.5	7.8	0.0
Maks.	28	98	115	61	25	44	52	9	31	47	18	0

Tahun Data 1999
 Nama Pos : Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	12	0	1	16	0	0	0	0	0	0	17	0
2	75	4	0	2	0	0	0	0	0	0	70	52
3	18	24	3	0	22	0	0	0	0	0	32	53
4	0	21	0	34	0	0	4	0	0	0	6	3
5	0	11	4	0	3	0	0	0	0	0	0	0
6	9	0	35	36	20	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	41	0	9	0	0	0	0	0	0	0
8	65	18	0	2	0	0	0	0	0	0	0	7
9	0	9	18	0	0	0	0	0	0	2	0	26
10	10	0	25	2	8	0	0	0	0	0	0	72
11	2	1	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	20	11	17	0	0	0	0	20	20	13
13	0	33	75	0	4	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	11	27	1	0	0	0	0	23	0	56
15	7	1	16	21	0	0	0	0	0	1	0	5
16	53	0	4	0	9	0	0	0	0	0	0	6
17	1	1	40	0	0	0	0	0	0	0	26	0
18	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	25	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	45	0	0	0	0	0	0	0	15	10	0	0
22	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
23	24	25	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0
24	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	68	42
25	12	0	22	0	0	0	0	0	0	21	6	6
26	0	0	1	13	0	0	0	0	0	0	6	11
27	0	25	3	0	0	0	0	0	0	23	0	17
28	30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17
29	56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
30	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
31	12	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	0
Total	478.0	243.0	330.0	164.0	97.0	0.0	4.0	0.0	15.0	132.0	259.0	401.0
Hari hujan	20	17	19	10	10	0	1	0	1	8	11	17
Rerata	23.9	14.3	17.4	16.4	9.7	0.0	0.0	0.0	0.0	16.5	18.5	22.3
Maks.	75	45	75	36	22	0	4	0	15	32	70	72

Tahun Data
Nama Pos

2000
: Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	7	5	5	4	16	0	0	0	0	0	0	0
2	0	7	4	13	12	0	0	0	0	0	0	0
3	4	42	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	20	0	0	0	35	0	0	0	0	0	0
5	9	0	0	3	0	5	0	0	0	0	0	0
6	5	24	10	41	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	39	15	32	0	6	0	0	0	0	0	0
8	0	8	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	8	0	5	0	0	0	0	0	0	29	0
10	0	0	10	13	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	15	3	0	0	0	0	0	0	21	0
13	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	43
14	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38
15	0	0	20	3	0	0	0	0	0	0	41	0
16	0	5	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	25	2	0	0	0	0	0	21	0	0
18	0	0	35	4	0	0	0	0	0	9	0	0
19	1	29	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
20	45	73	0	25	0	0	0	0	0	0	0	0
21	16	6	40	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	35	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
23	2	13	0	3	6	0	0	0	0	0	0	0
24	5	29	35	0	2	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	53	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0
27	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	3	10	0	0	0	0	0	0	0	23	0	21
29	15	0	0	0	0	0	0	35	0	0	28	0
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	134.0	421.0	242.0	196.0	36.0	46.0	0.0	35.0	0.0	53.0	146.0	102.0
Hari hujan	12	18	13	19	4	3	0	1	0	3	5	3
Rerata	11.2	23.4	18.6	10.3	9.0	15.3	0.0	0.0	0.0	8.8	24.3	17.0
Maks.	45	73	40	41	16	35	0	35	0	23	41	43

Tahun Data 2001
 Nama Pos : Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	5	21	0	0	59	0	0	ttd	ttd	29	ttd
2	0	23	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	9	55	25	17	0	0	0	0	0	0	0	0
4	10	13	12	43	0	6	0	0	0	0	0	0
5	0	27	14	20	0	1	0	0	0	0	0	0
6	0	43	24	10	0	11	0	0	0	0	0	0
7	0	35	0	11	0	6	0	0	0	0	0	0
8	0	43	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0
9	0	10	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	5	0	23	21	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	12	0	6	0	0	0	0	0	0
13	0	1	0	11	0	14	0	0	0	0	0	0
14	3	9	0	0	0	0	0	0	0	0	21	0
15	4	0	0	22	0	0	0	0	0	0	38	0
16	32	27	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0
17	19	5	47	0	0	0	0	0	0	0	42	0
18	9	7	2	0	20	0	0	0	0	0	14	0
19	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	39	0
20	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	4	0
21	51	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	4	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0
23	3'0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	5	23	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	4	9	0	0	0	0	0	0	0	0
26	17	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	13	0	2	0	0	0	0	0	0	0	15	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	27	0	25	0	0	0	0	0	0	0	6	0
30	0	0	20	0	0	0	0	0	0	0	33	0
31	15	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	218.0	307.0	274.0	211.0	23.0	116.0	4.0	0.0	0.0	0.0	247.0	0.0
Hari hujan	14	15	20	12	2	8	1	0	0	0	11	0
Rerata	15.6	17.1	13.7	17.6	11.5	12.9	2.0	0.0	0.0	0.0	20.6	0.0
Maks.	51	55	47	43	20	59	4	0	0	0	42	0

Tahun Data

2002

Nama Pos

: Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	ttd	ttd	ttd	0	0	ttd	ttd	0	ttd	ttd	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
3	0	0	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	5	14	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	16	0	0	0	0	0	0	25	19
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	7
9	0	0	0	36	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	49	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	17
13	0	0	0	0	9	0	0	3	0	0	0	2
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
15	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0	3'0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
17	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	5
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	0
20	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	1'0	2
21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
22	0	0	0	29	0	0	0	0	0	0	0	13
23	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0	7	0
24	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	47
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	8
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	3
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
Total	0.0	0.0	0.0	232.0	72.0	0.0	0.0	3.0	0.0	0.0	132.0	221.0
Hari hujan	0	0	0	13	3	0	0	1	0	0	7	18
Rerata	0.0	0.0	0.0	17.8	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.7	12.3
Maks.	0	0	0	37	49	0	0	3	0	0	83	47

Tahun Data : 2003
 Nama Pos : Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	7	57	19	0	12	0	ttd	ttd	ttd	0	tad	tad
2	43	4	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	114	19	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	11	10	64	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	7	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	2	0	58	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	16	0	3	20	0	0	0	0	0	0	0
9	0	24	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	30	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0
12	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	13	11	19	1	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	65	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	2	56	3	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	17	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	56	29	0	0	3	0	0	0	0	0	0
21	0	3	6	0	0	4	0	0	0	0	0	0
22	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	16	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
26	3	103	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	14	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0
28	37	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	1	0	0	0	0	0	0	0	23	0	0	0
30	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
31	42	0	0	0	0	0	0	0	65	0	0	0
Total	355.0	526.0	297.0	24.0	37.0	7.0	0.0	0.0	89.0	0.0	0.0	0.0
Hari hujan	16	22	16	6	3	2	0	0	3	0	0	0
Rerata	22.2	23.9	17.5	3.4	9.3	1.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maks.	114	103	64	10	20	4	0	0	65	0	0	0

Tahun Data

2004

Nama Pos

: Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	ttd	ttd	ttd	ttd	0	0	0	ttd	ttd	ttd	ttd	ttd
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	31	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	13	2	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
27	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	11	0	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	0.0	0.0	0.0	0.0	61.0	44.0	21.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Hari hujan	0	0	0	0	8	2	4	0	0	0	0	0
Rerata	0.0	0.0	0.0	0.0	6.8	14.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Maks.	0	0	0	0	13	31	10	0	0	0	0	0

Tahun Data
Nama Pos

2005
: Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	0	1	12	0	0	0	0	0	0	6	0
2	1	0	1	2	2	0	0	0	0	0	0	8
3	4	8	7	1	3	0	0	0	0	0	33	78
4	0	1	0	64	0	0	0	0	0	0	0	57
5	6	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	23	0	0	7	0	0	10	0	0	0	0	0
7	15	0	3	0	0	0	31	0	0	0	0	0
8	0	0	14	6	0	2	1	0	0	0	0	0
9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
10	0	0	1	6	0	0	61	0	0	0	0	46
11	0	43	20	11	0	0	21	0	0	3	0	8
12	2	12	1	0	0	0	0	0	0	0	0	11
13	0	0	88	12	0	0	0	0	0	0	0	15
14	0	38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
15	1	16	1	0	0	2	0	0	0	0	0	23
16	20	0	0	0	0	0	10	0	0	0	1	5
17	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
18	20	24	0	7	0	0	0	0	0	13	0	15
19	17	3	0	2	0	0	0	0	3	0	0	2
20	0	40	1	13	0	28	0	0	0	0	0	37
21	75	22	0	0	0	21	0	0	0	0	0	12
22	11	6	0	0	0	48	0	0	0	0	0	4
23	40	13	0	0	0	8	0	0	0	22	0	2
24	1	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
25	1	2	2	0	0	0	0	0	11	0	30	4
26	0	50	20	0	0	0	0	0	0	0	0	10
27	5	15	5	0	0	7	0	0	0	0	12	4
28	27	0	28	1	0	22	0	0	0	0	0	28
29	15	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	10
30	3	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
31	3	0	75	0	0	0	0	0	0	0	0	17
Total	291.0	296.0	300.0	144.0	5.0	139.0	134.0	0.0	14.0	44.0	82.0	433.0
Hari hujan	21	17	19	13	2	9	6	0	2	4	5	25
Rerata	13.9	14.8	15.8	11.1	0.0	15.4	19.1	0.0	4.7	8.8	0.0	17.3
Maks.	75	50	88	64	3	48	61	0	11	22	33	78

Tahun Data 2006
 Nama Pos : Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	30	0	27	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	22	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	3	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	15	0	19	0	0	0	0	0	0	0	5
6	0	43	0	22	0	0	0	0	0	0	0	35
7	0	1	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	55	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	23	0	0	0	0	0	0	0	2
13	0	0	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	46	0	0	0	0	0	0	0	48
15	0	0	0	19	0	0	0	0	0	0	0	9
16	0	51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	4
19	0	80	0	1	0	0	0	0	0	0	0	5
20	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0
21	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	80
22	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	18
23	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	41
24	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
25	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	37
26	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
27	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	74
Total	0.0	353.0	0.0	301.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	418.0
Hari hujan	0	17	0	18	0	0	0	0	0	0	0	18
Rerata	0.0	20.8	0.0	16.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.2
Maks.	0	80	0	48	0	0	0	0	0	0	0	80

Tahun Data
Nama Pos

2007
: Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	10	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
2	7	4	0	44	1	0	0	0	0	0	0	32
3	6	5	14	4	0	0	0	0	0	0	0	2
4	0	23	7	0	0	0	0	0	0	0	0	8
5	0	4	6	0	1	0	0	0	0	0	0	9
6	0	10	0	4	4	0	0	0	0	0	0	0
7	0	57	34	0	0	0	0	0	0	0	0	5
8	0	0	4	27	0	0	0	0	0	0	0	1
9	0	0	0	31	1	0	0	0	0	0	0	1
10	0	10	7	11	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	12	2	0	0	0	0	0	0	4
12	0	0	0	41	0	0	0	0	0	0	0	23
13	0	17	0	39	0	0	0	0	0	0	0	7
14	0	10	10	58	4	0	0	0	0	0	0	22
15	0	0	0	6	1	0	0	0	0	0	0	0
16	0	21	25	0	16	0	0	0	0	0	0	2
17	0	12	0	15	0	0	0	0	0	0	0	30
18	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	8	35	9	1	0	0	0	0	0	0	1
20	0	8	50	98	1	0	0	0	0	0	0	25
21	38	24	17	0	3	0	0	0	0	0	0	11
22	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	12
23	11	68	50	0	0	0	0	0	0	0	0	1
24	10	29	1	41	0	0	0	0	0	0	0	0
25	1	1	11	17	0	0	0	0	0	0	0	4
26	1	1	34	3	0	0	0	0	0	0	0	132
27	0	5	1	19	0	0	0	0	0	0	0	44
28	4	5	25	0	0	0	0	0	0	0	0	11
29	1	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	39
30	0	4	0	4	0	0	0	0	0	0	0	6
31	0	0	0	48	0	0	0	0	0	0	0	26
Total	91.0	363.0	332.0	534.0	35.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	458.0
Hari hujan	11	24	18	21	11	0	0	0	0	0	0	25
Rerata	8.3	15.1	17.5	25.4	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.3
Maks.	38	68	50	98	16	0	0	0	0	0	0	132

Tahun Data		2008										
Tabel Hujan Harian (mm)												
Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	0	33	18	0	0	0	0	0	0	0	0
2	6	52	12	4	3	0	0	0	0	0	0	0
3	6	77	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
4	23	40	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0
5	41	8	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0
6	2	92	14	0	4	0	0	0	0	0	0	0
7	0	7	19	14	0	0	0	0	0	0	0	1
8	14	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36
9	9	3	54	8	0	0	0	0	0	0	0	13
10	10	12	3	22	0	0	0	0	0	0	0	24
11	1	7	43	0	0	0	0	0	0	0	0	6
12	0	1	17	11	0	0	0	0	0	0	0	12
13	0	1	1	72	0	0	0	0	0	0	0	2
14	6	48	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0
15	6	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
16	7	1	15	1	0	0	0	0	0	0	0	0
17	6	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	2
18	93	12	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
19	0	31	43	0	0	0	0	0	0	0	0	43
20	0	34	19	27	0	0	0	0	0	0	0	6
21	0	1	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0
22	0	40	24	0	8	0	0	0	0	0	0	3
23	0	96	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
24	0	1	27	0	0	0	0	0	0	0	0	3
25	1	13	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	40	0	19	0	0	0	0	0	0	0	0
27	7	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
29	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	14
30	1	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	11
31	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11
Total	272.0	690.0	369.0	238.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	197.0
Hari hujan	18	26	21	17	3	0	0	0	0	0	0	18
Rerata	15.1	25.6	17.6	14.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.9
Maks.	93	96	54	72	8	0	0	0	0	0	0	43

Tahun Data
Nama Pos

2009
: Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	4	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	32	0	0	28	0	0	0	0	0	0	0
5	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	16
7	5	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	14
8	19	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
9	1	0	0	0	11	19	0	0	0	0	0	0
10	2	0	0	0	5	0	0	0	0	0	35	0
11	5	0	0	0	4	1	0	0	0	0	8	0
12	8	70	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
13	58	7	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
14	11	7	0	0	15	0	0	0	0	0	12	0
15	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
17	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	2	22	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0
19	6	0	0	19	26	0	0	0	0	0	1	0
20	1	0	0	0	37	0	0	0	0	0	22	0
21	1	0	0	14	3	0	0	0	0	0	8	1
22	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
23	20	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
24	7	3	0	17	0	0	0	0	0	0	0	1
25	27	1	0	12	0	0	0	0	0	0	0	25
26	0	17	0	39	0	0	0	0	0	0	9	1
27	36	4	0	52	33	0	0	0	0	0	9	18
28	37	0	0	25	0	0	0	0	0	0	0	22
29	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	66	22
30	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
31	24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	320.0	313.0	0.0	178.0	180.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	175.0	131.0
Hari hujan	25	18	0	7	15	2	0	0	0	0	12	12
Rerata	12.8	17.4	0.0	25.4	12.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.5	10.1
Maks.	58	70	0	52	37	19	0	0	0	0	66	25

Tahun Data : 2010
 Nama Pos : Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	0	0	3	5	0	0	3	0	0	0	0	39
2	12	0	0	5	8	0	0	0	0	0	0	0
3	2	0	0	0	22	0	27	0	0	0	0	7
4	2	0	10	0	2	0	0	0	0	0	0	14
5	0	0	44	0	4	0	0	0	10	6	0	9
6	2	0	0	1	0	0	0	0	49	0	0	75
7	0	0	18	3	12	6	0	0	13	0	0	3
8	51	0	0	3	0	12	1	0	62	0	0	21
9	8	0	73	1	1	0	0	0	0	2	0	23
10	1	113	8	0	46	0	0	0	0	0	35	24
11	13	19	0	0	48	0	0	0	0	0	8	3
12	10	1	8	0	6	15	0	0	0	0	0	25
13	0	25	9	0	8	7	0	0	0	0	0	0
14	8	0	134	3	48	7	0	0	0	40	0	2
15	3	9	84	14	25	5	0	0	84	0	0	16
16	1	8	3	6	6	0	0	0	55	1	1	12
17	0	31	15	0	0	0	0	0	30	0	0	25
18	46	4	3	7	0	0	0	0	16	12	0	1
19	3	0	32	1	0	0	0	0	0	48	0	11
20	4	32	0	0	0	0	0	0	2	0	22	0
21	2	0	8	0	0	0	0	2	34	0	8	11
22	6	6	1	0	0	0	0	2	34	40	2	9
23	30	0	0	1	17	0	0	0	5	0	0	3
24	18	34	0	5	2	0	0	20	9	26	0	0
25	25	0	0	10	1	0	0	7	40	0	0	8
26	3	0	25	0	0	0	5	0	13	20	9	18
27	1	0	20	24	0	0	20	0	0	16	9	7
28	9	0	19	2	0	0	7	0	0	25	0	54
29	30	0	28	0	0	0	2	0	0	4	66	2
30	0	0	30	2	0	0	0	0	0	0	0	7
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
Total	290.0	282.0	575.0	93.0	256.0	52.0	65.0	31.0	456.0	243.0	160.0	429.0
Hari hujan	24	11	21	17	16	6	7	4	15	13	9	26
Rerata	12.1	21.7	27.4	5.5	16.0	6.5	9.3	6.2	26.8	18.7	16.0	15.9
Maks.	51	113	134	24	48	15	27	20	84	48	66	75

Tahun Data 2011
 Nama Pos : Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	16	5	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0
2	43	13	4	14	0	0	0	0	0	0	0	5
3	80	4	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	45	2	1	0	0	0	0	0	0	0	9
5	0	17	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	6	1	4	0	0	0	0	0	0	0	2
7	11	13	14	42	0	0	0	0	0	0	0	0
8	53	3	25	4	0	0	0	0	0	0	0	12
9	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
10	7	0	10	20	0	0	0	0	0	0	0	10
11	7	23	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	9	6	0	0	0	0	0	0	0	6
13	22	0	5	3	0	0	0	0	0	0	0	16
14	9	66	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
15	25	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
16	2	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
17	55	8	38	0	0	0	0	0	0	0	0	43
18	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
19	1	22	2	3	0	0	0	0	0	0	0	7
20	22	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	27
21	12	2'0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
22	1	9	27	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	4	18	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	23	10	40	0	0	0	0	0	0	0	0	18
25	33	38	3	3	0	0	0	0	0	0	0	0
26	13	8	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1
27	11	5	22	0	0	0	0	0	0	0	0	10
28	0	22	8	0	0	0	0	0	0	0	0	9
29	9	0	14	1	0	0	0	0	0	0	0	25
30	1	0	14	22	0	0	0	0	0	0	0	0
31	3	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	28
Total	471.0	377.0	266.0	159.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	255.0
Hari hujan	27	22	24	18	0	0	0	0	0	0	0	21
Rerata	17.4	15.1	11.1	8.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.6
Maks.	80	66	40	42	0	0	0	0	0	0	0	43

Tahun Data : 2012
 Nama Pos : Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	84	0	58	0	21	0	0	0	0	0	0	0
2	3	9	21	0	1	0	0	0	0	0	0	11
3	1	2	36	0	0	0	0	0	0	0	0	7
4	8	85	9	0	0	0	0	0	0	0	16	44
5	18	26	12	0	9	0	0	0	0	0	0	12
6	29	0	42	0	4	1	0	0	0	0	0	14
7	35	0	20	0	65	3	0	0	0	0	0	0
8	15	2	4	0	2	0	0	0	0	0	0	10
9	4	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	14
10	25	1	3	0	0	0	0	0	0	0	2	33
11	3	2	42	0	0	0	0	0	0	0	0	14
12	1	2	22	0	15	0	0	0	0	3	0	0
13	42	64	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
14	5	0	0	0	0	0	0	0	0	7	39	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7	10
16	3	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	12
17	1	0	10	0	36	0	0	0	0	0	0	20
18	0	0	64	0	23	0	0	0	0	0	39	8
19	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	15
20	3	52	71	0	0	0	0	0	0	0	0	3
21	31	17	28	0	0	5	0	0	0	0	0	3
22	0	42	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	22	8	0	0	0	0	0	0	0	8	2
24	2	20	0	0	0	0	0	0	0	0	36	33
25	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	47	0
26	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	30
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
28	26	13	0	0	0	0	0	0	0	0	34	21
29	0	42	0	0	0	0	0	0	0	0	55	1
30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	18	22	12
31	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	60
Total	361.0	405.0	476.0	0.0	176.0	9.0	0.0	0.0	0.0	29.0	316.0	391.0
Hari hujan	23	18	22	0	9	3	0	0	0	4	13	24
Rerata	15.7	22.5	21.6	0.0	17.6	0.0	0.0	0.0	0.0	5.8	22.6	16.3
Maks.	84	85	71	0	65	5	0	0	0	18	55	60

Tahun Data
Nama Pos

2013
: Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	36	0	18	0	5	6	0	0	0	0	0	0
2	36	1	1	23	5	3	12	0	0	0	0	0
3	0	12	13	0	4	2	4	0	0	0	19	0
4	14	0	3	2	4	0	3	0	0	0	0	0
5	9	5	13	0	3	0	0	0	0	0	9	0
6	77	12	1	17	2	0	0	0	0	0	0	0
7	1	1	0	29	2	13	0	0	0	0	0	0
8	30	0	8	2	2	15	0	0	0	0	8	5
9	3	28	6	6	2	24	0	0	0	0	0	44
10	1	3	0	0	2	17	0	0	0	0	0	27
11	19	1	2	8	1	17	29	0	0	0	0	10
12	11	21	0	3	1	1	2	0	0	0	15	3
13	18	31	1	1	1	1	0	0	0	0	16	11
14	1	25	10	0	0	25	1	0	0	0	19	4
15	17	5	0	0	0	1	0	0	0	0	15	14
16	10	18	9	0	3	0	0	0	0	0	17	0
17	7	8	8	53	0	9	0	0	0	0	10	8
18	8	0	13	29	7	0	0	0	0	0	0	41
19	12	78	22	0	1	1	0	0	0	7	0	28
20	2	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	41
21	28	2	0	0	2	48	0	0	0	0	0	48
22	0	28	0	7	0	15	0	0	0	0	0	83
23	8	13	0	1	7	0	0	0	0	0	0	1
24	49	30	0	0	1	0	0	0	0	0	0	36
25	39	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3	12
26	10	8	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0
27	5	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0
28	7	0	4	0	2	48	0	0	0	5	0	0
29	0	0	44	0	6	0	0	0	0	0	0	0
30	1	0	0	0	0	3	0	0	0	23	0	66
31	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	22
Total	459.0	330.0	211.0	181.0	74.0	249.0	51.0	0.0	0.0	35.0	134.0	504.0
Hari hujan	27	20	19	13	24	18	6	0	0	3	11	19
Rerata	17.0	15.0	11.1	12.9	3.0	13.8	7.3	0.0	0.0	0.0	10.3	25.2
Maks.	77	78	44	53	7	48	29	0	0	23	19	83

Tahun Data : 2014
 Nama Pos : Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	11.0	5.0	0.0	11.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0
2	0.0	19.0	0.0	30.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
3	0.0	8.0	18.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0
4	0.0	22.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
5	4.0	2.0	0.0	30.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
6	17.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
7	0.0	4.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.0	0.0
8	2.0	10.0	0.0	11.0	13.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	48.0
9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
10	40.0	14.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
11	19.0	16.0	0.0	4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	15.0
12	1.0	0.0	0.0	19.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	82.0
13	10.0	0.0	93.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0
14	37.0	0.0	3.0	44.0	17.0	0.0	22.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
15	26.0	0.0	0.0	1.0	5.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0
16	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	16.0
17	2.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.0	34.0
18	69.0	17.0	14.0	0.0	4.0	15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.0	0.0
19	33.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	5.0
20	57.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0
21	5.0	12.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	8.0	16.0
22	15.0	23.0	0.0	2.0	0.0	47.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	28.0
23	6.0	0.0	73.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	23.0	0.0
24	15.0	22.0	7.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0
25	35.0	6.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	30.0
26	5.0	0.0	0.0	0.0	5.0	9.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
27	0.0	0.0	18.0	2.0	0.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	4.0
28	32.0	0.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	79.0
29	25.0		0.0	0.0	33.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0
30	3.0		4.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	73.0	4.0
31	6.0		1.0		0.0		0.0	0.0		0.0		0.0
Total	476.0	187.0	234.0	191.0	97.0	94.0	24.0	0.0	0.0	0.0	207.0	438.0
Hari hujan	25	16	10	16	8	5	2	0	0	0	13	23
Rerata	15.4	6.7	7.5	6.4	3.1	3.1	0.8	0.0	0.0	0.0	6.9	14.1
Maks.	69	23	93	44	33	47	22	0	0	0	73	82

Tahun Data : 2015
 Nama Pos : Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	17	84	24	8	2	0	0	0	0	0	0	4
2	26	37	66	0	31	0	0	0	0	0	0	1
3	21	16	64	0	0	0	0	0	0	0	0	9
4	65	30	1	21	0	0	0	0	0	0	0	4
5	15	0	12	0	1	18	18	0	0	0	0	33
6	14	34	0	53	0	2	2	0	0	0	1	25
7	6	2	3	2	0	26	26	0	0	0	2	35
8	2	24	13	0	0	0	0	0	0	0	10	26
9	0	5	6	8	0	0	0	0	0	0	0	2
10	47	30	0	5	0	32	32	0	0	0	0	8
11	30	71	0	0	4	0	0	0	0	21	0	17
12	1	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	4	33	14	0	0	0	0	0	0	0	9	20
14	0	22	0	0	0	0	0	0	0	0	19	23
15	2	5	11	0	0	0	0	0	0	0	67	7
16	0	5	3	3	0	0	0	0	0	4	35	5
17	7	1	0	5	4	0	0	0	0	2	25	5
18	9	33	10	0	0	7	7	0	0	0	0	0
19	30	12	5	0	0	19	19	0	0	0	55	0
20	0	3	8	0	5	5	5	0	0	0	0	0
21	22	40	0	0	4	1	1	0	0	0	65	5
22	45	0	44	0	0	0	0	0	0	0	0	12
23	0	2	80	0	0	0	0	0	0	2	23	4
24	3	0	1	3	0	0	0	0	0	3	17	5
25	49	0	0	0	0	0	0	0	0	8	25	3
26	44	3	3	0	0	0	0	0	0	0	22	0
27	0	15	27	0	0	0	0	0	0	45	9	0
28	8	4	3	0	0	0	0	0	0	0	4	0
29	3	0	0	20	1	0	0	0	0	19	4	0
30	9	0	52	4	0	0	0	0	0	0	5	0
31	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	479.0	528.0	451.0	132.0	52.0	110.0	110.0	0.0	0.0	104.0	397.0	253.0
Hari hujan	24	24	22	11	8	8	8	0	0	8	18	21
Rerata	20.0	20.3	19.6	12.0	6.5	13.8	0.0	0.0	0.0	0.0	22.1	10.5
Maks.	65	84	80	53	31	32	32	0	0	45	67	35

Tahun Data : 2016
 Nama Pos : Waduk Ngancar

Tabel Hujan Harian (mm)

Tgl	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agst	Sep	Okt	Nop	Des
1	0.0	35.0	11.0	1.0	7.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	11.0
2	2.0	55.0	0.0	13.0	0.0	1.0	0.0	1.0	23.0	1.0	0.0	64.0
3	4.0	37.0	2.0	8.0	1.0	0.0	0.0	2.0	0.0	40.0	4.0	10.0
4	0.0	8.0	0.0	8.0	0.0	0.0	4.0	2.0	0.0	0.0	2.0	22.0
5	4.0	1.0	1.0	17.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0	14.0	4.0
6	1.0	37.0	3.0	12.0	16.0	1.0	0.0	12.0	18.0	1.0	0.0	13.0
7	0.0	3.0	61.0	8.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	5.0	0.0	6.0
8	0.0	9.0	6.0	27.0	3.0	0.0	11.0	0.0	0.0	1.0	36.0	63.0
9	10.0	2.0	23.0	47.0	0.0	31.0	0.0	3.0	0.0	38.0	1.0	12.0
10	0.0	6.0	1.0	0.0	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	15.0	79.0	1.0
11	15.0	25.0	0.0	17.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0	0.0
12	32.0	17.0	34.0	7.0	52.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	10.0	13.0
13	2.0	2.0	21.0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	13.0	7.0	0.0
14	0.0	2.0	6.0	9.0	0.0	17.0	0.0	14.0	2.0	0.0	16.0	0.0
15	6.0	0.0	0.0	18.0	4.0	26.0	2.0	74.0	0.0	97.0	8.0	2.0
16	0.0	0.0	0.0	0.0	18.0	0.0	15.0	0.0	0.0	0.0	6.0	6.0
17	0.0	17.0	2.0	28.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	9.0	2.0
18	0.0	3.0	0.0	16.0	0.0	21.0	0.0	0.0	23.0	0.0	24.0	8.0
19	108.0	0.0	10.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	11.0	0.0	24.0	0.0
20	8.0	4.0	0.0	1.0	0.0	0.0	5.0	0.0	8.0	0.0	0.0	0.0
21	40.0	0.0	0.0	0.0	9.0	0.0	0.0	0.0	28.0	0.0	7.0	10.0
22	7.0	29.0	1.0	0.0	0.0	1.0	5.0	0.0	30.0	0.0	0.0	6.0
23	5.0	4.0	3.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12.0	58.0	0.0	2.0
24	6.0	1.0	7.0	0.0	0.0	0.0	12.0	0.0	2.0	7.0	0.0	1.0
25	0.0	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	6.0	35.0	1.0	0.0
26	23.0	1.0	6.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.0	1.0	6.0	0.0
27	1.0	9.0	36.0	8.0	1.0	2.0	12.0	0.0	17.0	2.0	0.0	45.0
28	14.0	9.0	35.0	11.0	0.0	0.0	0.0	5.0	1.0	66.0	13.0	2.0
29	2.0	13.0	15.0	1.0	1.0	0.0	0.0	5.0	129.0	60.0	10.0	7.0
30	0.0		25.0	0.0	55.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	22.0	0.0
31	6.0		27.0		0.0		0.0	1.0		0.0		0.0
Total	296.0	329.0	341.0	317.0	170.0	101.0	66.0	121.0	328.0	445.0	300.0	310.0
Hari hujan	20	24	23	21	13	9	8	11	16	18	21	22
Rerata	9.5	11.3	11.0	10.6	5.5	3.4	2.1	3.9	10.9	14.4	10.0	10.0
Maks.	108	55	61	55	55	31	15	74	129	97	79	64

Lampiran 2 Uji Ketiadaan *Trend* Bulanan
 Uji Ketiadaan Trend Bulan Januari Stasiun Ngancar

No.	Tahun	CH Tahunan	Rt	dt	dt ²
1	1996	300	10	9	81
2	1997	339	8	6	36
3	1998	175	17	14	196
4	1999	478	2	-2	4
5	2000	134	18	13	169
6	2001	218	16	10	100
7	2002	274	15	8	64
8	2003	355	7	-1	1
9	2004	284	14	5	25
10	2005	291	12	2	4
11	2006	0	21	10	100
12	2007	91	19	7	49
13	2008	18	20	7	49
14	2009	320	9	-5	25
15	2010	290	13	-2	4
16	2011	471	4	-12	144
17	2012	361	6	-11	121
18	2013	459	5	-13	169
19	2014	476	3	-16	256
20	2015	479	1	-19	361
21	2016	296	11	-10	100
Jumlah					1378
<i>n</i>					21
<i>KP</i>					0.105
<i>t</i>					0.461
Uji Spearman			Kesimpulan		

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} = \mathbf{0.105} \quad \mathbf{0.461} < \mathbf{2.539}$$

$$t = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} = \mathbf{0.461} \quad \mathbf{Ho diterima}$$

tidak ada trend

uji dua sisi,
 $\alpha = \mathbf{1.0\%}$
 $dk = n - 2 = \mathbf{19}$
 $t_{cr} = \mathbf{2.539}$

Uji Ketiadaan Trend Bulan Februari Stasiun Ngancar

No.	Tahun	CH Tahunan	Rt	dt	dt ²
1	1996	0	21	20	400
2	1997	321	11	9	81
3	1998	337	8	5	25
4	1999	243	18	14	196
5	2000	421	3	-2	4
6	2001	307	13	7	49
7	2002	272	17	10	100
8	2003	526	2	-6	36
9	2004	303	14	5	25
10	2005	296	15	5	25
11	2006	353	7	-4	16
12	2007	363	6	-6	36
13	2008	26	20	7	49
14	2009	313	12	-2	4
15	2010	282	16	1	1
16	2011	377	5	-11	121
17	2012	405	4	-13	169
18	2013	330	9	-9	81
19	2014	187	19	0	0
20	2015	528	1	-19	361
21	2016	329	10	-11	121
Jumlah					959
<i>n</i>					21
<i>KP</i>					0.377
<i>t</i>					1.776
Uji Spearman			Kesimpulan		

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} = \mathbf{0.377} \quad \mathbf{1.776} < \mathbf{2.539}$$

$$t = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} = \mathbf{1.776} \quad \mathbf{Ho diterima}$$

tidak ada trend

uji dua sisi, $\alpha = \mathbf{1.0\%}$

$dk = n - 2 = \mathbf{19}$

$t_{cr} = \mathbf{2.539}$

Uji Ketiadaan Trend Bulan Maret Stasiun Ngancar

No.	Tahun	CH Tahunan	Rt	dt	dt ²
1	1996	186	17	16	256
2	1997	100	18	16	256
3	1998	376	4	1	1
4	1999	330	7	3	9
5	2000	242	14	9	81
6	2001	274	10	4	16
7	2002	251	13	6	36
8	2003	297	9	1	1
9	2004	257	12	3	9
10	2005	300	8	-2	4
11	2006	0	20	9	81
12	2007	332	6	-6	36
13	2008	21	19	6	36
14	2009	0	20	6	36
15	2010	575	1	-14	196
16	2011	266	11	-5	25
17	2012	476	2	-15	225
18	2013	211	16	-2	4
19	2014	234	15	-4	16
20	2015	451	3	-17	289
21	2016	341	5	-16	256
Jumlah					1200
<i>n</i>					21
<i>KP</i>					0.221
<i>t</i>					0.987
Uji Spearman			Kesimpulan		

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} = \mathbf{0.221} \quad \mathbf{0.987} < \mathbf{2.539}$$

$$t = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} = \mathbf{0.987} \quad \mathbf{Ho diterima}$$

tidak ada trend

uji dua sisi, $\alpha = \mathbf{1.0\%}$

$dk = n - 2 = \mathbf{19}$

$t_{cr} = \mathbf{2.539}$

Uji Ketiadaan Trend Bulan April Stasiun Ngancar

No.	Tahun	CH Tahunan	Rt	dt	dt ²
1	1996	177	12	11	121
2	1997	169	13	11	121
3	1998	338	2	-1	1
4	1999	164	14	10	100
5	2000	196	7	2	4
6	2001	211	6	0	0
7	2002	232	5	-2	4
8	2003	24	19	11	121
9	2004	189	9	0	0
10	2005	144	16	6	36
11	2006	301	4	-7	49
12	2007	534	1	-11	121
13	2008	17	20	7	49
14	2009	178	11	-3	9
15	2010	93	18	3	9
16	2011	159	15	-1	1
17	2012	0	21	4	16
18	2013	181	10	-8	64
19	2014	191	8	-11	121
20	2015	132	17	-3	9
21	2016	317	3	-18	324
Jumlah					772
<i>n</i>					21
<i>KP</i>					0.499
<i>t</i>					2.508
Uji Spearman			Kesimpulan		

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} = \mathbf{0.499} \quad \mathbf{2.508} < \mathbf{2.539}$$

$$t = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} = \mathbf{2.508} \quad \mathbf{Ho diterima}$$

tidak ada trend

uji dua sisi, $\alpha = \mathbf{1.0\%}$

$dk = n - 2 = \mathbf{19}$

$t_{cr} = \mathbf{2.539}$

Uji Ketiadaan Trend Bulan Mei Stasiun Ngancar

No.	Tahun	CH Tahunan	Rt	dt	dt ²
1	1996	21	17	16	256
2	1997	112	5	3	9
3	1998	55	11	8	64
4	1999	97	6	2	4
5	2000	36	14	9	81
6	2001	23	16	10	100
7	2002	72	9	2	4
8	2003	37	13	5	25
9	2004	61	10	1	1
10	2005	5	18	8	64
11	2006	0	20	9	81
12	2007	35	15	3	9
13	2008	3	19	6	36
14	2009	180	2	-12	144
15	2010	256	1	-14	196
16	2011	0	20	4	16
17	2012	176	3	-14	196
18	2013	74	8	-10	100
19	2014	97	6	-13	169
20	2015	52	12	-8	64
21	2016	170	4	-17	289
Jumlah					1300
<i>n</i>					21
<i>KP</i>					0.156
<i>t</i>					0.688
Uji Spearman			Kesimpulan		

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} = \mathbf{0.156} \quad \mathbf{0.688} < \mathbf{2.539}$$

$$t = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} = \mathbf{0.688} \quad \mathbf{Ho diterima}$$

tidak ada trend

uji dua sisi, $\alpha = \mathbf{1.0\%}$

$dk = n - 2 = \mathbf{19}$

$t_{cr} = \mathbf{2.539}$

Uji Ketiadaan Trend Bulan Juni Stasiun Ngancar

No.	Tahun	CH Tahunan	Rt	dt	dt ²
1	1996	11	13	12	144
2	1997	0	16	14	196
3	1998	240	2	-1	1
4	1999	0	16	12	144
5	2000	46	10	5	25
6	2001	116	4	-2	4
7	2002	69	8	1	1
8	2003	7	15	7	49
9	2004	44	11	2	4
10	2005	139	3	-7	49
11	2006	0	16	5	25
12	2007	0	16	4	16
13	2008	0	16	3	9
14	2009	20	12	-2	4
15	2010	52	9	-6	36
16	2011	0	16	0	0
17	2012	9	14	-3	9
18	2013	249	1	-17	289
19	2014	94	7	-12	144
20	2015	110	5	-15	225
21	2016	101	6	-15	225
Jumlah					982
<i>n</i>					21
<i>KP</i>					0.362
<i>t</i>					1.695
Uji Spearman			Kesimpulan		

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} = \mathbf{0.362} \quad \mathbf{1.695} < \mathbf{2.539}$$

$$t = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} = \mathbf{1.695} \quad \mathbf{Ho diterima}$$

tidak ada trend

uji dua sisi, $\alpha = \mathbf{1.0\%}$

$dk = n - 2 = \mathbf{19}$

$t_{cr} = \mathbf{2.539}$

Uji Ketiadaan Trend Bulan Juli Stasiun Ngancar

No.	Tahun	CH Tahunan	Rt	dt	dt ²
1	1996	0	13	12	144
2	1997	0	13	11	121
3	1998	152	1	-2	4
4	1999	4	11	7	49
5	2000	0	13	8	64
6	2001	4	11	5	25
7	2002	27	7	0	0
8	2003	27	7	-1	1
9	2004	21	10	1	1
10	2005	134	2	-8	64
11	2006	0	13	2	4
12	2007	0	13	1	1
13	2008	0	13	0	0
14	2009	0	13	-1	1
15	2010	65	5	-10	100
16	2011	0	13	-3	9
17	2012	0	13	-4	16
18	2013	51	6	-12	144
19	2014	24	9	-10	100
20	2015	110	3	-17	289
21	2016	66	4	-17	289
Jumlah					953
<i>n</i>					21
<i>KP</i>					0.381
<i>t</i>					1.797
Uji Spearman			Kesimpulan		

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} = \mathbf{0.381} \quad \mathbf{1.797} < \mathbf{2.539}$$

$$t = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} = \mathbf{1.797} \quad \mathbf{H_0 \text{ diterima}} \\ \mathbf{\text{tidak ada trend}}$$

uji dua sisi, $\alpha = \mathbf{1.0\%}$

$dk = n - 2 = \mathbf{19}$

$t_{cr} = \mathbf{2.539}$

Uji Ketiadaan Trend Bulan Agustus Stasiun Ngancar

No.	Tahun	CH Tahunan	Rt	dt	dt ²
1	1996	94	2	1	1
2	1997	0	9	7	49
3	1998	10	7	4	16
4	1999	0	9	5	25
5	2000	35	3	-2	4
6	2001	0	9	3	9
7	2002	3	8	1	1
8	2003	21	5	-3	9
9	2004	21	5	-4	16
10	2005	0	9	-1	1
11	2006	0	9	-2	4
12	2007	0	9	-3	9
13	2008	0	9	-4	16
14	2009	0	9	-5	25
15	2010	31	4	-11	121
16	2011	0	9	-7	49
17	2012	0	9	-8	64
18	2013	0	9	-9	81
19	2014	0	9	-10	100
20	2015	0	9	-11	121
21	2016	121	1	-20	400
Jumlah					990
<i>n</i>					21
<i>KP</i>					0.357
<i>t</i>					1.667
Uji Spearman			Kesimpulan		

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} = \mathbf{0.357} \quad \mathbf{1.667} < \mathbf{2.539}$$

$$t = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} = \mathbf{1.667} \quad \mathbf{Ho diterima}$$

tidak ada trend

uji dua sisi, $\alpha = \mathbf{1.0\%}$

$dk = n - 2 = \mathbf{19}$

$t_{cr} = \mathbf{2.539}$

Uji Ketiadaan Trend Bulan September Stasiun Ngancar

No.	Tahun	CH Tahunan	Rt	dt	dt ²
1	1996	0	10	9	81
2	1997	0	10	8	64
3	1998	59	3	0	0
4	1999	15	4	0	0
5	2000	0	10	5	25
6	2001	15	4	-2	4
7	2002	15	4	-3	9
8	2003	15	4	-4	16
9	2004	15	4	-5	25
10	2005	14	9	-1	1
11	2006	0	10	-1	1
12	2007	0	10	-2	4
13	2008	0	10	-3	9
14	2009	0	10	-4	16
15	2010	456	1	-14	196
16	2011	0	10	-6	36
17	2012	0	10	-7	49
18	2013	0	10	-8	64
19	2014	0	10	-9	81
20	2015	0	10	-10	100
21	2016	328	2	-19	361
Jumlah					917
<i>n</i>					21
<i>KP</i>					0.405
<i>t</i>					1.928
Uji Spearman			Kesimpulan		

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} = \mathbf{0.405} \quad \mathbf{1.928} < \mathbf{2.539}$$

$$t = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} = \mathbf{1.928} \quad \mathbf{H_0 \text{ diterima}} \\ \mathbf{\text{tidak ada trend}}$$

uji dua sisi, $\alpha = \mathbf{1.0\%}$

$dk = n - 2 = \mathbf{19}$

$t_{cr} = \mathbf{2.539}$

Uji Ketiadaan Trend Bulan Oktober Stasiun Ngancar

No.	Tahun	CH Tahunan	Rt	dt	dt ²
1	1996	0	15	14	196
2	1997	10	14	12	144
3	1998	203	3	0	0
4	1999	132	4	0	0
5	2000	53	10	5	25
6	2001	80	8	2	4
7	2002	80	8	1	1
8	2003	89	6	-2	4
9	2004	81	7	-2	4
10	2005	44	11	1	1
11	2006	0	15	4	16
12	2007	0	15	3	9
13	2008	0	15	2	4
14	2009	0	15	1	1
15	2010	243	2	-13	169
16	2011	0	15	-1	1
17	2012	29	13	-4	16
18	2013	35	12	-6	36
19	2014	0	15	-4	16
20	2015	104	5	-15	225
21	2016	445	1	-20	400
Jumlah					893
<i>n</i>					21
<i>KP</i>					0.420
<i>t</i>					2.018
Uji Spearman			Kesimpulan		

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} = \mathbf{0.420} \quad \mathbf{2.018} < \mathbf{2.539}$$

$$t = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} = \mathbf{2.018} \quad \mathbf{H_0 \text{ diterima}} \\ \mathbf{\text{tidak ada trend}}$$

uji dua sisi, $\alpha = \mathbf{1.0\%}$

$dk = n - 2 = \mathbf{19}$

$t_{cr} = \mathbf{2.539}$

Uji Ketiadaan Trend Bulan November Stasiun Ngancar

No.	Tahun	CH Tahunan	Rt	dt	dt ²
1	1996	164	8	7	49
2	1997	29	17	15	225
3	1998	93	15	12	144
4	1999	259	4	0	0
5	2000	146	12	7	49
6	2001	247	5	-1	1
7	2002	132	14	7	49
8	2003	152	10	2	4
9	2004	152	10	1	1
10	2005	82	16	6	36
11	2006	0	18	7	49
12	2007	0	18	6	36
13	2008	0	18	5	25
14	2009	175	7	-7	49
15	2010	160	9	-6	36
16	2011	0	18	2	4
17	2012	316	2	-15	225
18	2013	134	13	-5	25
19	2014	207	6	-13	169
20	2015	397	1	-19	361
21	2016	300	3	-18	324
Jumlah					1303
<i>n</i>					21
<i>KP</i>					0.154
<i>t</i>					0.679
Uji Spearman			Kesimpulan		

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} = \mathbf{0.154} \quad \mathbf{0.679} < \mathbf{2.539}$$

$$t = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} = \mathbf{0.679} \quad \mathbf{Ho diterima}$$

tidak ada trend

uji dua sisi, $\alpha = \mathbf{1.0\%}$

$dk = n - 2 = \mathbf{19}$

$t_{cr} = \mathbf{2.539}$

Uji Ketiadaan Trend Bulan Desember Stasiun Ngancar

No.	Tahun	CH Tahunan	Rt	dt	dt ²
1	1996	291	10	9	81
2	1997	215	14	12	144
3	1998	0	21	18	324
4	1999	401	7	3	9
5	2000	102	19	14	196
6	2001	202	17	11	121
7	2002	221	13	6	36
8	2003	205	15	7	49
9	2004	205	15	6	36
10	2005	433	4	-6	36
11	2006	418	6	-5	25
12	2007	458	2	-10	100
13	2008	18	20	7	49
14	2009	131	18	4	16
15	2010	429	5	-10	100
16	2011	255	11	-5	25
17	2012	391	8	-9	81
18	2013	504	1	-17	289
19	2014	438	3	-16	256
20	2015	253	12	-8	64
21	2016	310	9	-12	144
Jumlah					1149
<i>n</i>					21
<i>KP</i>					0.254
<i>t</i>					1.144
Uji Spearman			Kesimpulan		

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{n^3 - n} = \mathbf{0.254} \quad \mathbf{1.144} < \mathbf{2.539}$$

$$t = KP \left[\frac{n-2}{1-KP^2} \right]^{\frac{1}{2}} = \mathbf{1.144} \quad \mathbf{Ho diterima}$$

tidak ada trend

uji dua sisi, $\alpha = \mathbf{1.0\%}$

$dk = n - 2 = \mathbf{19}$

$t_{cr} = \mathbf{2.539}$

Lampiran 3 Uji Stasioner Bulanan Stasiun Ngancar

Tabel - Uji Stationer Stasiun Ngancar Bulan Januari

No	Kelompok I		No	Kelompok II	
	Tahun	Ch		Tahun	Ch
1	1996	300.00	12	2007	91.00
2	1997	339.00	13	2008	18.00
3	1998	175.00	14	2009	320.00
4	1999	478.00	15	2010	290.00
5	2000	134.00	16	2011	471.00
6	2001	218.00	17	2012	361.00
7	2002	274.00	18	2013	459.00
8	2003	355.00	19	2014	476.00
9	2004	284.00	20	2015	479.00
10	2005	291.00	21	2016	296.00
11	2006	0.00			
N ₁	=	11	N ₂	=	10
Ch ₁	=	258.91	Ch ₂	=	326.10
S ₁	=	125.927	S ₂	=	162.675
dk ₁	=	10	dk ₂	=	9
Uji Kestabilan Varian			Kesimpulan		
$F = \frac{N_1 \cdot S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 \cdot S_2^2 (N_1 - 1)} = 0.593 \quad 0.593 < 5.257$					
F Tabel	1%	Fc =	5.257	Ho diterima varian data stationer/homogen	
Uji Kestabilan Rata-rata			Kesimpulan		
$\sigma = \left(\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} = 152.015 \quad 1.012 < 2.861$					
$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} = 1.012 \quad \text{Ho diterima}$ varian data stationer/homogen					
dk = N ₁ + N ₂ - 2 =		19			
uji dua arah, ± α/2 =		0.01%			
t tabel	1%	tc =	2.861		

Tabel - Uji Stationer Stasiun Ngancar Bulan Februari

Kelompok I			Kelompok II		
No	Tahun	Ch	No	Tahun	Ch
1	1996	0.00	12	2007	363.00
2	1997	321.00	13	2008	26.00
3	1998	337.00	14	2009	313.00
4	1999	243.00	15	2010	282.00
5	2000	421.00	16	2011	377.00
6	2001	307.00	17	2012	405.00
7	2002	272.00	18	2013	330.00
8	2003	526.00	19	2014	187.00
9	2004	303.00	20	2015	528.00
10	2005	296.00	21	2016	329.00
11	2006	353.00			
N ₁	=	11	N ₂	=	10
Ch ₁	=	307.18	Ch ₂	=	314.00
S ₁	=	128.014	S ₂	=	133.760
dk ₁	=	10	dk ₂	=	9
Uji Kestabilan Varian			Kesimpulan		
$F = \frac{N_1 \cdot S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 \cdot S_2^2 (N_1 - 1)} = \mathbf{0.907} \quad \mathbf{0.907} < \mathbf{5.257}$					
F Tabel	1%	Fc =	Ho diterima varian data stationer/homogen		
			5.257		
Uji Kestabilan Rata-rata			Kesimpulan		
$\sigma = \left(\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} = \mathbf{137.493} \quad \mathbf{0.113} < \mathbf{2.861}$					
$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} = \mathbf{0.113} \quad \mathbf{Ho diterima}$ varian data stationer/homogen					
dk = N ₁ + N ₂ - 2 =		19			
uji dua arah, ± α/2 =		0.01%			
t tabel	1%	tc =	2.861		

Tabel - Uji Stationer Stasiun Ngancar Bulan Maret

No	Kelompok I		No	Kelompok II	
	Tahun	Ch		Tahun	Ch
1	1996	186.00	12	2007	332.00
2	1997	100.00	13	2008	21.00
3	1998	376.00	14	2009	0.00
4	1999	330.00	15	2010	575.00
5	2000	242.00	16	2011	266.00
6	2001	274.00	17	2012	476.00
7	2002	251.00	18	2013	211.00
8	2003	297.00	19	2014	234.00
9	2004	257.00	20	2015	451.00
10	2005	300.00	21	2016	341.00
11	2006	0.00			
N ₁	=	11	N ₂	=	10
Ch ₁	=	237.55	Ch ₂	=	290.70
S ₁	=	107.268	S ₂	=	186.344
dk ₁	=	10	dk ₂	=	9
Uji Kestabilan Varian			Kesimpulan		
$F = \frac{N_1 \cdot S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 \cdot S_2^2 (N_1 - 1)} = \mathbf{0.328} \quad \mathbf{0.328} < \mathbf{5.257}$					
F Tabel	1%	Fc =	5.257	Ho diterima varian data stationer/homogen	
Uji Kestabilan Rata-rata			Kesimpulan		
$\sigma = \left(\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} = \mathbf{157.916} \quad \mathbf{0.770} < \mathbf{2.861}$					
$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} = \mathbf{0.770} \quad \mathbf{Ho diterima}$ varian data stationer/homogen					
dk = N ₁ + N ₂ - 2 =		19			
uji dua arah, ± α/2 =		0.01%			
t tabel	1%	tc =	2.861		

Tabel - Uji Stationer Stasiun Ngancar Bulan April

No	Kelompok I		No	Kelompok II	
	Tahun	Ch		Tahun	Ch
1	1996	177.00	12	2007	534.00
2	1997	169.00	13	2008	17.00
3	1998	338.00	14	2009	178.00
4	1999	164.00	15	2010	93.00
5	2000	196.00	16	2011	159.00
6	2001	211.00	17	2012	0.00
7	2002	232.00	18	2013	181.00
8	2003	24.00	19	2014	191.00
9	2004	189.00	20	2015	132.00
10	2005	144.00	21	2016	317.00
11	2006	301.00			
N_1	=	11	N_2	=	10
Ch_1	=	195.00	Ch_2	=	180.20
S_1	=	81.945	S_2	=	154.018
dk_1	=	10	dk_2	=	9
Uji Kestabilan Varian			Kesimpulan		
$F = \frac{N_1 \cdot S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 \cdot S_2^2 (N_1 - 1)} = \mathbf{0.280} \quad \mathbf{0.280} < \mathbf{5.257}$					
F Tabel	1%	$F_c =$	$\mathbf{5.257}$	Ho diterima varian data stationer/homogen	
Uji Kestabilan Rata-rata			Kesimpulan		
$\sigma = \left(\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} = \mathbf{127.956} \quad \mathbf{0.265} < \mathbf{2.861}$					
$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} = \mathbf{0.265} \quad \mathbf{0.265} < \mathbf{2.861}$					
$dk = N_1 + N_2 - 2 =$		$\mathbf{19}$			
uji dua arah, $\pm \alpha/2 =$		$\mathbf{0.01\%}$			
t tabel	1%	$tc =$	$\mathbf{2.861}$		

Tabel - Uji Stationer Stasiun Ngancar Bulan Mei

No	Kelompok I		No	Kelompok II	
	Tahun	Ch		Tahun	Ch
1	1996	21.00	12	2007	35.00
2	1997	112.00	13	2008	3.00
3	1998	55.00	14	2009	180.00
4	1999	97.00	15	2010	256.00
5	2000	36.00	16	2011	0.00
6	2001	23.00	17	2012	176.00
7	2002	72.00	18	2013	74.00
8	2003	37.00	19	2014	97.00
9	2004	61.00	20	2015	52.00
10	2005	5.00	21	2016	170.00
11	2006	0.00			
N ₁	=	11	N ₂	=	10
Ch ₁	=	47.18	Ch ₂	=	104.30
S ₁	=	36.133	S ₂	=	86.827
dk ₁	=	10	dk ₂	=	9
Uji Kestabilan Varian			Kesimpulan		
$F = \frac{N_1 \cdot S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 \cdot S_2^2 (N_1 - 1)} = 0.171 \quad 0.171 < 5.257$					
F Tabel	1%	Fc =	5.257	Ho diterima varian data stationer/homogen	
Uji Kestabilan Rata-rata			Kesimpulan		
$\sigma = \left(\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} = 68.729 \quad 1.902 < 2.861$					
$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} = 1.902 \quad \text{Ho diterima}$ varian data stationer/homogen					
dk = N ₁ + N ₂ - 2 =		19			
uji dua arah, ± α/2 =		0.01%			
t tabel	1%	tc =	2.861		

Tabel - Uji Stationer Stasiun Ngancar Bulan Juni

No	Kelompok I		No	Kelompok II	
	Tahun	Ch		Tahun	Ch
1	1996	11.00	12	2007	0.00
2	1997	0.00	13	2008	0.00
3	1998	240.00	14	2009	20.00
4	1999	0.00	15	2010	52.00
5	2000	46.00	16	2011	0.00
6	2001	116.00	17	2012	9.00
7	2002	69.00	18	2013	249.00
8	2003	7.00	19	2014	94.00
9	2004	44.00	20	2015	110.00
10	2005	139.00	21	2016	101.00
11	2006	0.00			
N ₁	=	11	N ₂	=	10
Ch ₁	=	61.09	Ch ₂	=	63.50
S ₁	=	76.359	S ₂	=	78.881
dk ₁	=	10	dk ₂	=	9
Uji Kestabilan Varian			Kesimpulan		
$F = \frac{N_1 \cdot S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 \cdot S_2^2 (N_1 - 1)} = \mathbf{0.928} \quad \mathbf{0.928} < \mathbf{5.257}$					
F Tabel	1%	Fc =	Ho diterima varian data stationer/homogen		
Uji Kestabilan Rata-rata			Kesimpulan		
$\sigma = \left(\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} = \mathbf{81.551} \quad \mathbf{0.068} < \mathbf{2.861}$					
$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} = \mathbf{0.068} \quad \mathbf{Ho diterima}$					
varian data stationer/homogen					
dk = N ₁ + N ₂ - 2 =		19			
uji dua arah, ± α/2 =		0.01%			
t tabel	1%	tc =	2.861		

Tabel - Uji Stationer Stasiun Ngancar Bulan Juli

No	Kelompok I		No	Kelompok II	
	Tahun	Ch		Tahun	Ch
1	1996	0.00	12	2007	0.00
2	1997	0.00	13	2008	0.00
3	1998	152.00	14	2009	0.00
4	1999	4.00	15	2010	65.00
5	2000	0.00	16	2011	0.00
6	2001	4.00	17	2012	0.00
7	2002	27.00	18	2013	51.00
8	2003	27.00	19	2014	24.00
9	2004	21.00	20	2015	110.00
10	2005	134.00	21	2016	66.00
11	2006	0.00			
N_1	=	11	N_2	=	10
Ch_1	=	33.55	Ch_2	=	31.60
S_1	=	55.329	S_2	=	39.260
dk_1	=	10	dk_2	=	9
Uji Kestabilan Varian			Kesimpulan		
$F = \frac{N_1 \cdot S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 \cdot S_2^2 (N_1 - 1)} = \mathbf{1.966} \quad \mathbf{1.966} < \mathbf{5.257}$					
F Tabel	1%	$F_c =$	$\mathbf{5.257}$	Ho diterima varian data stationer/homogen	
Uji Kestabilan Rata-rata			Kesimpulan		
$\sigma = \left(\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} = \mathbf{50.829} \quad \mathbf{0.088} < \mathbf{2.861}$					
$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} = \mathbf{0.088} \quad \mathbf{0.088} < \mathbf{2.861}$					
$dk = N_1 + N_2 - 2 =$		$\mathbf{19}$			
uji dua arah, $\pm \alpha/2 =$		$\mathbf{0.01\%}$			
t tabel	1%	$tc =$	$\mathbf{2.861}$		

Tabel - Uji Stationer Stasiun Ngancar Bulan Agustus

No	Kelompok I		No	Kelompok II	
	Tahun	Ch		Tahun	Ch
1	1996	94.00	12	2007	0.00
2	1997	0.00	13	2008	0.00
3	1998	10.00	14	2009	0.00
4	1999	0.00	15	2010	31.00
5	2000	35.00	16	2011	0.00
6	2001	0.00	17	2012	0.00
7	2002	3.00	18	2013	0.00
8	2003	21.00	19	2014	0.00
9	2004	21.00	20	2015	0.00
10	2005	0.00	21	2016	121.00
11	2006	0.00			
N ₁	=	11	N ₂	=	10
Ch ₁	=	16.73	Ch ₂	=	15.20
S ₁	=	28.239	S ₂	=	38.430
dk ₁	=	10	dk ₂	=	9
Uji Kestabilan Varian			Kesimpulan		
$F = \frac{N_1 \cdot S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 \cdot S_2^2 (N_1 - 1)} = \mathbf{0.535} \quad \mathbf{0.535} < \mathbf{5.257}$					
F Tabel	1%	Fc =	5.257	Ho diterima varian data stationer/homogen	
Uji Kestabilan Rata-rata			Kesimpulan		
$\sigma = \left(\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} = \mathbf{35.199} \quad \mathbf{0.099} < \mathbf{2.861}$					
$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} = \mathbf{0.099} \quad \mathbf{Ho diterima}$ varian data stationer/homogen					
dk = N ₁ + N ₂ - 2 =		19			
uji dua arah, ± α/2 =		0.01%			
t tabel	1%	tc =	2.861		

Tabel - Uji Stationer Stasiun Ngancar Bulan September

No	Kelompok I		No	Kelompok II	
	Tahun	Ch		Tahun	Ch
1	1996	0.00	12	2007	0.00
2	1997	0.00	13	2008	0.00
3	1998	59.00	14	2009	0.00
4	1999	15.00	15	2010	456.00
5	2000	0.00	16	2011	0.00
6	2001	15.00	17	2012	0.00
7	2002	15.00	18	2013	0.00
8	2003	15.00	19	2014	0.00
9	2004	15.00	20	2015	0.00
10	2005	14.00	21	2016	328.00
11	2006	0.00			
N ₁	=	11	N ₂	=	10
Ch ₁	=	13.45	Ch ₂	=	78.40
S ₁	=	16.765	S ₂	=	168.013
dk ₁	=	10	dk ₂	=	9
Uji Kestabilan Varian			Kesimpulan		
$F = \frac{N_1 \cdot S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 \cdot S_2^2 (N_1 - 1)} = 0.010 < 5.257$					
F Tabel	1%	Fc =	5.257	Ho diterima varian data stationer/homogen	
Uji Kestabilan Rata-rata			Kesimpulan		
$\sigma = \left(\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} = 122.555 < 2.861$					
$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} = 1.213 < 2.861$					
Ho diterima varian data stationer/homogen					
dk = N ₁ + N ₂ - 2 =		19			
uji dua arah, ± α/2 =		0.01%			
t tabel	1%	tc =	2.861		

Tabel - Uji Stationer Stasiun Ngancar Bulan Oktober

No	Kelompok I		No	Kelompok II	
	Tahun	Ch		Tahun	Ch
1	1996	0.00	12	2007	0.00
2	1997	10.00	13	2008	0.00
3	1998	203.00	14	2009	0.00
4	1999	132.00	15	2010	243.00
5	2000	53.00	16	2011	0.00
6	2001	80.00	17	2012	29.00
7	2002	80.00	18	2013	35.00
8	2003	89.00	19	2014	0.00
9	2004	81.00	20	2015	104.00
10	2005	44.00	21	2016	445.00
11	2006	0.00			
N ₁	=	11	N ₂	=	10
Ch ₁	=	70.18	Ch ₂	=	85.60
S ₁	=	60.481	S ₂	=	147.830
dk ₁	=	10	dk ₂	=	9
Uji Kestabilan Varian			Kesimpulan		
$F = \frac{N_1 \cdot S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 \cdot S_2^2 (N_1 - 1)} = \mathbf{0.166} \quad \mathbf{0.166} < \mathbf{5.257}$					
F Tabel	1%	Fc =	5.257	Ho diterima varian data stationer/homogen	
Uji Kestabilan Rata-rata			Kesimpulan		
$\sigma = \left(\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} = \mathbf{116.703} \quad \mathbf{0.302} < \mathbf{2.861}$					
$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} = \mathbf{0.302} \quad \mathbf{Ho diterima}$ varian data stationer/homogen					
$dk = N_1 + N_2 - 2 =$		19			
uji dua arah, $\pm \alpha/2 =$		0.01%			
t tabel	1%	tc =	2.861		

Tabel - Uji Stationer Stasiun Ngancar Bulan Nopember

No	Kelompok I		No	Kelompok II	
	Tahun	Ch		Tahun	Ch
1	1996	164.00	12	2007	0.00
2	1997	29.00	13	2008	0.00
3	1998	93.00	14	2009	175.00
4	1999	259.00	15	2010	160.00
5	2000	146.00	16	2011	0.00
6	2001	247.00	17	2012	316.00
7	2002	132.00	18	2013	134.00
8	2003	152.00	19	2014	207.00
9	2004	152.00	20	2015	397.00
10	2005	82.00	21	2016	300.00
11	2006	0.00			
N ₁	=	11	N ₂	=	10
Ch ₁	=	132.36	Ch ₂	=	168.90
S ₁	=	79.641	S ₂	=	141.116
dk ₁	=	10	dk ₂	=	9
Uji Kestabilan Varian			Kesimpulan		
$F = \frac{N_1 \cdot S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 \cdot S_2^2 (N_1 - 1)} = 0.315 < 5.257$					
F Tabel	1%	Fc =	5.257	Ho diterima varian data stationer/homogen	
Uji Kestabilan Rata-rata			Kesimpulan		
$\sigma = \left(\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} = 118.966 < 2.861$					
$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} = 0.703 < 2.861$					
Ho diterima varian data stationer/homogen					
dk = N ₁ + N ₂ - 2 =		19			
uji dua arah, ± α/2 =		0.01%			
t tabel	1%	tc =	2.861		

Tabel - Uji Stationer Stasiun Ngancar Bulan Desember

No	Kelompok I		No	Kelompok II	
	Tahun	Ch		Tahun	Ch
1	1996	291.00	12	2007	458.00
2	1997	215.00	13	2008	18.00
3	1998	0.00	14	2009	131.00
4	1999	401.00	15	2010	429.00
5	2000	102.00	16	2011	255.00
6	2001	202.00	17	2012	391.00
7	2002	221.00	18	2013	504.00
8	2003	205.00	19	2014	438.00
9	2004	205.00	20	2015	253.00
10	2005	433.00	21	2016	310.00
11	2006	418.00			
N ₁	=	11	N ₂	=	10
Ch ₁	=	244.82	Ch ₂	=	318.70
S ₁	=	133.688	S ₂	=	156.158
dk ₁	=	10	dk ₂	=	9
Uji Kestabilan Varian			Kesimpulan		
$F = \frac{N_1 \cdot S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 \cdot S_2^2 (N_1 - 1)} = 0.726 \quad 0.726 < 5.257$					
F Tabel	1%	Fc =	5.257	Ho diterima varian data stationer/homogen	
Uji Kestabilan Rata-rata			Kesimpulan		
$\sigma = \left(\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{\frac{1}{2}} = 152.255 \quad 1.111 < 2.861$					
$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} = 1.111 \quad \text{Ho diterima}$ varian data stationer/homogen					
dk = N ₁ + N ₂ - 2 =		19			
uji dua arah, ± α/2 =		0.01%			
t tabel	1%	tc =	2.861		

Lampiran 4 Uji *Run Test* Stasiun Ngancar
Run Test Bulan Januari Stasiun Ngancar

No	Tahun	CH Tahunan	Hasil Run	Run
1	1996	300	B	1
2	1997	339	B	1
3	1998	175	K	2
4	1999	478	B	3
5	2000	134	K	
6	2001	218	K	4
7	2002	274	K	
8	2003	355	B	5
9	2004	284	K	
10	2005	291	K	
11	2006	0	K	6
12	2007	91	K	
13	2008	18	K	
14	2009	320	B	7
15	2010	290	K	8
16	2011	471	B	
17	2012	361	B	
18	2013	459	B	9
19	2014	476	B	
20	2015	479	B	
21	2016	296	B	
Median				296
N1				10
N2				11
Jumlah Run				9

Run Test

Run Test, α	
=	1%
$r_a =$	5
$r_b =$	18

Untuk n_1 dan $n_2 \leq 20$
 bila $r_a \leq r \leq r_b \rightarrow H_0$ diterima
 bila $r < r_a$ atau $r > r_b \rightarrow H_0$ ditolak

r_a	\leq	r	\leq	r_b
5	\leq	9	\leq	18

H_0 Diterima
data bersifat random

Run Test Bulan Februari Stasiun
Ngancar

No	Tahun	CH Tahunan	Hasil Run	Run
1	1996	0	K	1
2	1997	321	B	2
3	1998	337	B	3
4	1999	243	K	4
5	2000	421	B	5
6	2001	307	K	6
7	2002	272	K	7
8	2003	526	B	8
9	2004	303	K	9
10	2005	296	K	10
11	2006	353	B	11
12	2007	363	B	12
13	2008	26	K	
14	2009	313	K	
15	2010	282	K	
16	2011	377	B	
17	2012	405	B	
18	2013	330	B	
19	2014	187	K	
20	2015	528	B	
21	2016	329	B	
Median				321
N1				10
N2				11
Jumlah Run				12

Run Test	
Run Test, $\alpha =$	1%
$r_a =$	5
$r_b =$	18

Untuk n_1 dan $n_2 \leq 20$ _____
 bila $r_a \leq r \leq r_b \rightarrow H_0$ diterima _____
 bila $r < r_a$ atau $r > r_b \rightarrow H_0$ ditolak _____

$r_a \leq r \leq r_b$
 5 \leq 12 \leq 18

Ho Diterima
data bersifat random

Run Test Bulan Maret Stasiun Ngancar

No	Tahun	CH Tahunan	Hasil Run	Run
1	1996	186	K	1
2	1997	100	K	2
3	1998	376	B	3
4	1999	330	B	4
5	2000	242	K	5
6	2001	274	B	6
7	2002	251	K	7
8	2003	297	B	8
9	2004	257	K	9
10	2005	300	B	10
11	2006	0	K	11
12	2007	332	B	12
13	2008	21	K	13
14	2009	0	K	14
15	2010	575	B	15
16	2011	266	B	16
17	2012	476	B	17
18	2013	211	K	18
19	2014	234	K	19
20	2015	451	B	20
21	2016	341	B	21
Median				266
N1				10
N2				11
Jumlah Run				14

Run Test	
Run Test, $\alpha =$	1%
$r_a =$	5
$r_b =$	18

Untuk n_1 dan $n_2 \leq 20$
 bila $r_a \leq r \leq r_b \rightarrow H_0$ diterima
 bila $r < r_a$ atau $r > r_b \rightarrow H_0$ ditolak

$$r_a \leq r \leq r_b$$

$$5 \leq 14 \leq 18$$

H_0 Diterima
data bersifat random

Run Test Bulan April Stasiun Ngancar

No	Tahun	CH Tahunan	Hasil Run	Run
1	1996	177	K	1
2	1997	169	K	2
3	1998	338	B	3
4	1999	164	K	4
5	2000	196	B	5
6	2001	211	B	6
7	2002	232	B	7
8	2003	24	K	8
9	2004	189	B	9
10	2005	144	K	10
11	2006	301	B	11
12	2007	534	B	12
13	2008	17	K	13
14	2009	178	B	14
15	2010	93	K	15
16	2011	159	K	16
17	2012	0	K	17
18	2013	181	B	18
19	2014	191	B	19
20	2015	132	K	20
21	2016	317	B	21
Median				178
N1				10
N2				11
Jumlah Run				14

Run Test	
Run Test, $\alpha =$	1%
$r_a =$	5
$r_b =$	18

Untuk n_1 dan $n_2 \leq 20$

bila $r_a \leq r \leq r_b \rightarrow H_0$ diterima

bila $r < r_a$ atau $r > r_b \rightarrow H_0$ ditolak

$$r_a \leq r \leq r_b$$

$$5 \leq 14 \leq 18$$

H_0 Diterima
data bersifat random

Run Test Bulan Mei Stasiun Ngancar

No	Tahun	CH Tahunan	Hasil Run	Run
1	1996	21	K	1
2	1997	112	B	
3	1998	55	B	2
4	1999	97	B	
5	2000	36	K	
6	2001	23	K	3
7	2002	72	B	4
8	2003	37	K	5
9	2004	61	B	6
10	2005	5	K	
11	2006	0	K	
12	2007	35	K	7
13	2008	3	K	
14	2009	180	B	
15	2010	256	B	8
16	2011	0	K	9
17	2012	176	B	
18	2013	74	B	10
19	2014	97	B	
20	2015	52	K	11
21	2016	170	B	12
Median				55
N1				10
N2				11
Jumlah Run				12

Run Test

Run Test, $\alpha =$	1%
$r_a =$	5
$r_b =$	18

Untuk n_1 dan $n_2 \leq 20$

bila $r_a \leq r \leq r_b \rightarrow H_0$ diterima

bila $r < r_a$ atau $r > r_b \rightarrow H_0$ ditolak

r_a	\leq	r	\leq	r_b
5	\leq	12	\leq	18

H_0 Diterima
data bersifat random

Run Test Bulan Juni Stasiun Ngancar

No	Tahun	CH Tahunan	Hasil Run	Run
1	1996	11	K	1
2	1997	0	K	1
3	1998	240	B	2
4	1999	0	K	3
5	2000	46	B	
6	2001	116	B	4
7	2002	69	B	
8	2003	7	K	5
9	2004	44	B	
10	2005	139	B	6
11	2006	0	K	
12	2007	0	K	7
13	2008	0	K	
14	2009	20	K	8
15	2010	52	B	9
16	2011	0	K	
17	2012	9	K	10
18	2013	249	B	
19	2014	94	B	
20	2015	110	B	11
21	2016	101	B	
Median				44
N1				10
N2				11
Jumlah Run				11

Run Test

Run Test, $\alpha =$	1%
$r_a =$	5
$r_b =$	18

Untuk n_1 dan $n_2 \leq 20$

bila $r_a \leq r \leq r_b \rightarrow H_0$ diterima

bila $r < r_a$ atau $r > r_b \rightarrow H_0$ ditolak

r_a	\leq	r	\leq	r_b
5	\leq	11	\leq	18

Ho Diterima
data bersifat random

Run Test Bulan Juli Stasiun Ngancar

No	Tahun	CH Tahunan	Hasil Run	Run
1	1996	0	K	
2	1997	0	K	1
3	1998	152	B	2
4	1999	4	K	
5	2000	0	K	3
6	2001	4	K	
7	2002	27	B	
8	2003	27	B	4
9	2004	21	B	
10	2005	134	B	
11	2006	0	K	
12	2007	0	K	5
13	2008	0	K	
14	2009	0	K	
15	2010	65	B	6
16	2011	0	K	
17	2012	0	K	7
18	2013	51	B	
19	2014	24	B	8
20	2015	110	B	
21	2016	66	B	
Median				4
N1				10
N2				11
Jumlah Run				8

Run Test

Run Test, $\alpha =$	1%
$r_a =$	5
$r_b =$	18

Untuk n_1 dan $n_2 \leq 20$

bila $r_a \leq r \leq r_b \rightarrow H_0$ diterima

bila $r < r_a$ atau $r > r_b \rightarrow H_0$ ditolak

r_a	\leq	r	\leq	r_b
5	\leq	8	\leq	18

H_0 Diterima
data bersifat random

Run Test Bulan Agustus Stasiun
Ngancar

No	Tahun	CH Tahunan	Hasil Run	Run
1	1996	94	B	1
2	1997	0	K	2
3	1998	10	B	3
4	1999	0	K	4
5	2000	35	B	5
6	2001	0	K	6
7	2002	3	B	
8	2003	21	B	7
9	2004	21	B	
10	2005	0	K	
11	2006	0	K	
12	2007	0	K	8
13	2008	0	K	
14	2009	0	K	
15	2010	31	B	9
16	2011	0	K	
17	2012	0	K	
18	2013	0	K	10
19	2014	0	K	
20	2015	0	K	
21	2016	121	B	11
Median				0
N1				8
N2				13
Jumlah Run				11

Run Test

Run Test, $\alpha =$ **1%**

$r_a =$ 5

$r_b =$ 18

Untuk n_1 dan $n_2 \leq 20$

bila $r_a \leq r \leq r_b \rightarrow$ Ho diterima

bila $r < r_a$ atau $r > r_b \rightarrow$ Ho ditolak

r_a	\leq	r	\leq	r_b
5	\leq	11	\leq	18

Ho Diterima
data bersifat random

Run Test Bulan September Stasiun Ngancar

No	Tahun	CH Tahunan	Hasil Run	Run
1	1996	0	K	1
2	1997	0	K	
3	1998	59	B	2
4	1999	15	B	
5	2000	0	K	3
6	2001	15	B	
7	2002	15	B	
8	2003	15	B	4
9	2004	15	B	
10	2005	14	B	
11	2006	0	K	
12	2007	0	K	5
13	2008	0	K	
14	2009	0	K	
15	2010	456	B	6
16	2011	0	K	
17	2012	0	K	
18	2013	0	K	7
19	2014	0	K	
20	2015	0	K	
21	2016	328	B	8
Median				0
N1				9
N2				12
Jumlah Run				8

Run Test

Run Test, $\alpha =$	1%
$r_a =$	5
$r_b =$	18

Untuk n_1 dan $n_2 \leq 20$

bila $r_a \leq r \leq r_b \rightarrow$ Ho diterima

bila $r < r_a$ atau $r > r_b \rightarrow$ Ho ditolak

r_a	\leq	r	\leq	r_b
5	\leq	8	\leq	18

Ho Diterima
data bersifat random

Run Test Bulan Oktober Stasiun
Ngancar

No	Tahun	CH Tahunan	Hasil Run	Run
1	1996	0	K	
2	1997	10	K	1
3	1998	203	B	
4	1999	132	B	
5	2000	53	B	
6	2001	80	B	2
7	2002	80	B	
8	2003	89	B	
9	2004	81	B	
10	2005	44	K	
11	2006	0	K	
12	2007	0	K	3
13	2008	0	K	
14	2009	0	K	
15	2010	243	B	4
16	2011	0	K	5
17	2012	29	K	
18	2013	35	K	6
19	2014	0	K	
20	2015	104	B	
21	2016	445	B	7
Median				44
N1				10
N2				11
Jumlah Run				7

Run Test

Run Test, $\alpha =$	1%
$r_a =$	5
$r_b =$	18

Untuk n_1 dan $n_2 \leq 20$

bila $r_a \leq r \leq r_b \rightarrow H_0$ diterima

bila $r < r_a$ atau $r > r_b \rightarrow H_0$ ditolak

r_a	\leq	r	\leq	r_b
5	\leq	7	\leq	18

Ho Diterima
data bersifat random

Run Test Bulan Nopember Stasiun Ngancar

No	Tahun	CH Tahunan	Hasil Run	Run
1	1996	164	B	1
2	1997	29	K	2
3	1998	93	K	
4	1999	259	B	3
5	2000	146	K	4
6	2001	247	B	5
7	2002	132	K	6
8	2003	152	B	
9	2004	152	B	7
10	2005	82	K	
11	2006	0	K	
12	2007	0	K	8
13	2008	0	K	
14	2009	175	B	
15	2010	160	B	9
16	2011	0	K	10
17	2012	316	B	11
18	2013	134	K	12
19	2014	207	B	
20	2015	397	B	13
21	2016	300	B	
Median				152
N1				10
N2				11
Jumlah Run				13

Run Test

Run Test, $\alpha =$	1%
$r_a =$	5
$r_b =$	18

Untuk n_1 dan $n_2 \leq 20$

bila $r_a \leq r \leq r_b \rightarrow H_0$ diterima

bila $r < r_a$ atau $r > r_b \rightarrow H_0$ ditolak

r_a	\leq	r	\leq	r_b
5	\leq	13	\leq	18

Ho Diterima
data bersifat random

Run Test Bulan Desember Stasiun Ngancar

No	Tahun	CH Tahunan	Hasil Run	Run
1	1996	291	B	1
2	1997	215	K	2
3	1998	0	K	
4	1999	401	B	3
5	2000	102	K	
6	2001	202	K	
7	2002	221	K	4
8	2003	205	K	
9	2004	205	K	
10	2005	433	B	
11	2006	418	B	5
12	2007	458	B	
13	2008	18	K	6
14	2009	131	K	
15	2010	429	B	
16	2011	255	B	
17	2012	391	B	7
18	2013	504	B	
19	2014	438	B	
20	2015	253	K	8
21	2016	310	B	9
Median				255
N1				10
N2				11
Jumlah Run				9

Run Test

Run Test, $\alpha =$	1%
$r_a =$	5
$r_b =$	18

Untuk n_1 dan $n_2 \leq 20$

bila $r_a \leq r \leq r_b \rightarrow$ Ho diterima

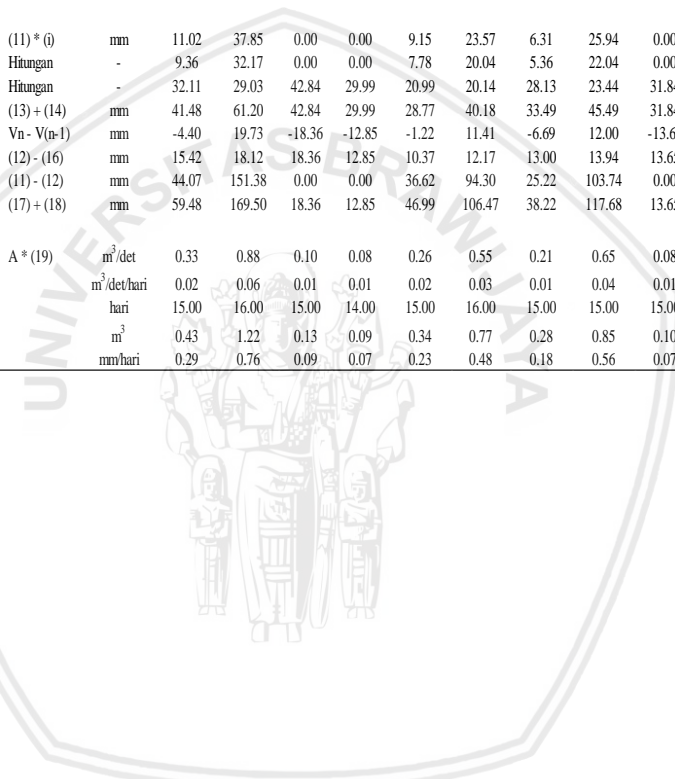
bila $r < r_a$ atau $r > r_b \rightarrow$ Ho ditolak

r_a	\leq	r	\leq	r_b
5	\leq	9	\leq	18

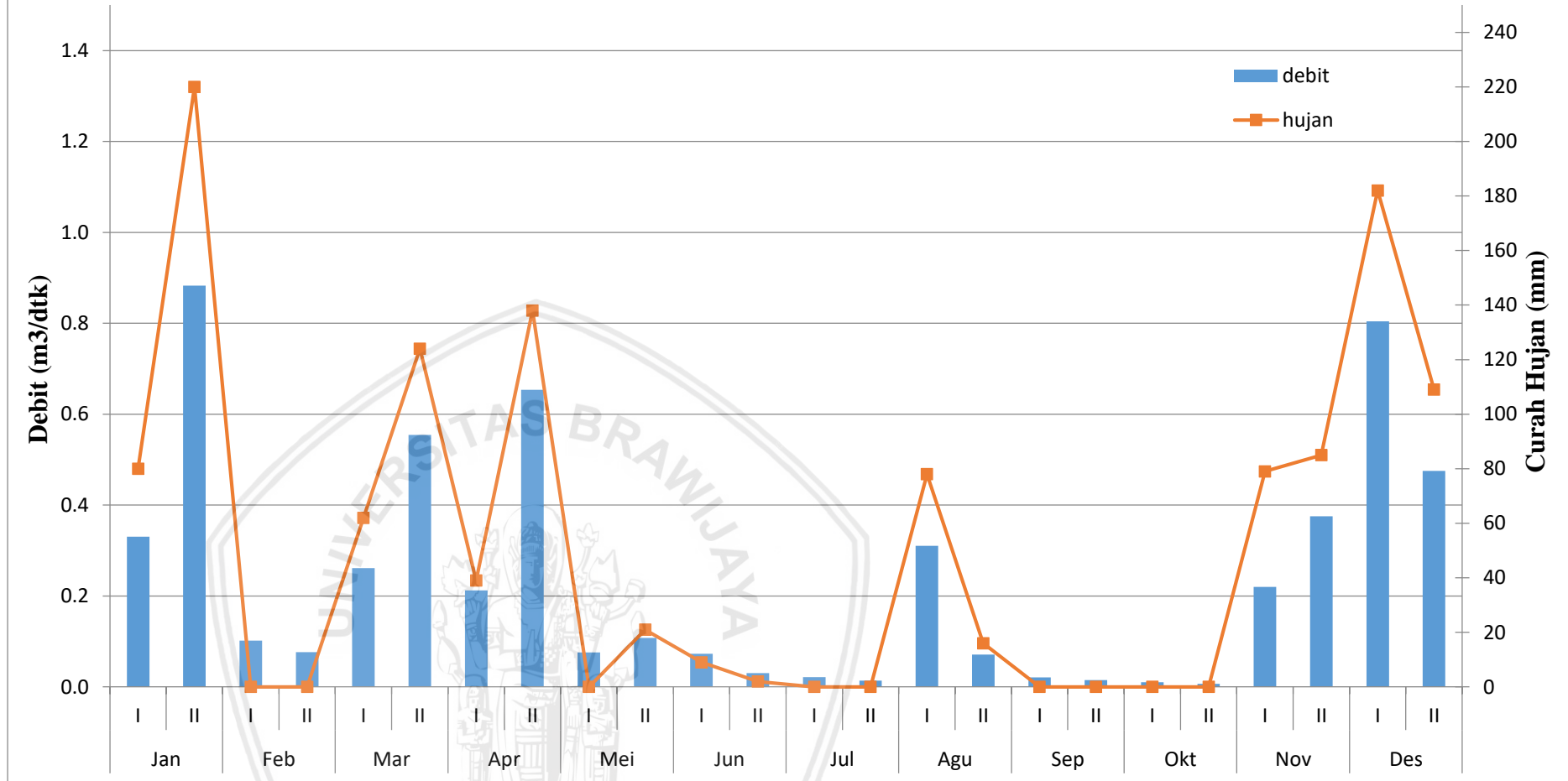
Ho Diterima
data bersifat random

Lampiran 5 Perhitungan Debit Metode F.J. Mock
Perhitungan Debit Metode F.J. Mock Tahun 1996

No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des	
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
I DATA HUJAN																											
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	80.00	220.00	0.00	0.00	62.00	124.00	39.00	138.00	0.00	21.00	9.00	2.00	0.00	0.00	78.00	16.00	0.00	0.00	0.00	0.00	79.00	85.00	182.00	109.00
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	6.00	12.00	0.00	0.00	10.00	11.00	3.00	7.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	2.00	1.00	0.00	0.00	0.00	6.00	8.00	13.00	9.00	
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (E_t)																											
3	Evapotranspirasi Potensial (E _{t0})	E _{t0}	mm	32.79	34.97	8.58	8.01	6.68	7.12	10.67	10.67	5.66	6.03	3.23	3.23	6.00	6.39	7.25	7.73	9.49	9.49	10.12	10.79	9.09	9.09	16.55	17.66
4	Permukaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
5	(m ₂₀) * (18 - h)	Hitungan	-	0.24	0.12	0.36	0.36	0.16	0.14	0.30	0.22	0.36	0.34	0.34	0.34	0.36	0.36	0.32	0.34	0.36	0.36	0.36	0.36	0.24	0.20	0.10	0.18
6	E = (E _{t0}) * (m ₂₀) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	7.87	4.20	3.09	2.88	1.07	1.00	3.20	2.35	2.04	2.05	1.10	1.10	2.16	2.30	2.32	2.63	3.42	3.42	3.64	3.89	2.18	1.82	1.66	3.18
7	E _t = (E _{t0}) - (E)	(3) - (6)	mm	24.92	30.77	5.49	5.13	5.61	6.13	7.47	8.32	3.62	3.98	2.13	2.13	3.84	4.09	4.93	5.10	6.07	6.07	6.48	6.91	6.91	7.27	14.90	14.48
III KESEIMBANGAN AIR																											
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (D _s = P - E _t)	(1) - (7)	mm	55.08	189.23	-5.49	-5.13	56.39	117.87	31.53	129.68	-3.62	17.02	6.87	-0.13	-3.84	-4.09	73.07	10.90	-6.07	-6.07	-6.48	-6.91	72.09	77.73	167.10	94.52
9	Kandungan Air Tanah (SMS)		mm	0.00	0.00	-5.49	-5.13	0.00	0.00	0.00	0.00	-3.62	0.00	0.00	-0.13	-3.84	-4.09	0.00	0.00	-6.07	-6.07	-6.48	-6.91	0.00	0.00	0.00	0.00
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	SMC	mm	200.00	200.00	194.51	189.38	200.00	200.00	200.00	200.00	196.38	200.00	200.00	199.87	196.03	191.94	200.00	200.00	193.93	187.85	181.38	174.47	200.00	200.00	200.00	200.00
11	Kelebihan Air (WS)	(8) - (9)	mm	55.08	189.23	0.00	0.00	45.77	117.87	31.53	129.68	0.00	13.40	6.87	0.00	0.00	0.00	65.01	10.90	0.00	0.00	0.00	0.00	46.56	77.73	167.10	94.52
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH																											
12	Infiltrasi (I)	(11) * (i)	mm	11.02	37.85	0.00	0.00	9.15	23.57	6.31	25.94	0.00	2.68	1.37	0.00	0.00	0.00	13.00	2.18	0.00	0.00	0.00	0.00	9.31	15.55	33.42	18.90
13	0.5 (1 + k) In	Hitungan	-	9.36	32.17	0.00	0.00	7.78	20.04	5.36	22.04	0.00	2.28	1.17	0.00	0.00	0.00	11.05	1.85	0.00	0.00	0.00	0.00	7.92	13.21	28.41	16.07
14	k * V (n - 1)	Hitungan	-	32.11	29.03	42.84	29.99	20.99	20.14	28.13	23.44	31.84	22.29	17.20	12.85	9.00	6.30	4.41	10.82	8.87	6.21	4.35	3.04	2.13	7.03	14.17	29.81
15	Volume Penyimpanan (V _n)	(13) + (14)	mm	41.48	61.20	42.84	29.99	28.77	40.18	33.49	45.49	31.84	24.57	18.36	12.85	9.00	6.30	15.46	12.67	8.87	6.21	4.35	3.04	10.05	20.25	42.58	45.87
16	Perubahan Volume Air (DV _n)	V _n - V _{n-1}	mm	-4.40	19.73	-18.36	-12.85	-1.22	11.41	-6.69	12.00	-13.65	-7.27	-6.20	-5.51	-3.86	-2.70	9.16	-2.79	-3.80	-2.66	-1.86	-1.30	7.00	10.20	22.33	3.29
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	15.42	18.12	18.36	12.85	10.37	12.17	13.00	13.94	13.65	9.95	7.58	5.51	3.86	2.70	3.84	4.97	3.80	2.66	1.86	1.30	2.31	5.35	11.09	15.61
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	44.07	151.38	0.00	0.00	36.62	94.30	25.22	103.74	0.00	10.72	5.50	0.00	0.00	0.00	52.01	8.72	0.00	0.00	0.00	0.00	37.25	62.18	133.68	75.62
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	59.48	169.50	18.36	12.85	46.99	106.47	38.22	117.68	13.65	20.67	13.07	5.51	3.86	2.70	55.85	13.68	3.80	2.66	1.86	1.30	39.56	67.53	144.77	91.23
V DEBIT ALIRAN SUNGAI																											
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	0.33	0.88	0.10	0.08	0.26	0.55	0.21	0.65	0.08	0.11	0.07	0.03	0.02	0.01	0.31	0.07	0.02	0.01	0.01	0.01	0.22	0.38	0.80	0.48
22	Debit Aliran Sungai		m ³ /det/hari	0.02	0.06	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.05	0.03
23	Jumlah hari		hari	15.00	16.00	15.00	14.00	15.00	16.00	15.00	15.00	15.00	16.00	15.00	15.00	16.00	15.00	16.00	15.00	15.00	15.00	15.00	16.00	15.00	15.00	15.00	16.00
24	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶)		m ³	0.43	1.22	0.13	0.09	0.34	0.77	0.28	0.85	0.10	0.15	0.09	0.04	0.03	0.02	0.40	0.10	0.03	0.02	0.01	0.01	0.28	0.49	1.04	0.66
25	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶ /14)		mm/hari	0.29	0.76	0.09	0.07	0.23	0.48	0.18	0.56	0.07	0.09	0.06	0.03	0.02	0.01	0.27	0.06	0.02	0.01	0.01	0.01	0.19	0.32	0.69	0.41



Debit Bulanan (Tahun 1996) Metode F.J. Mock

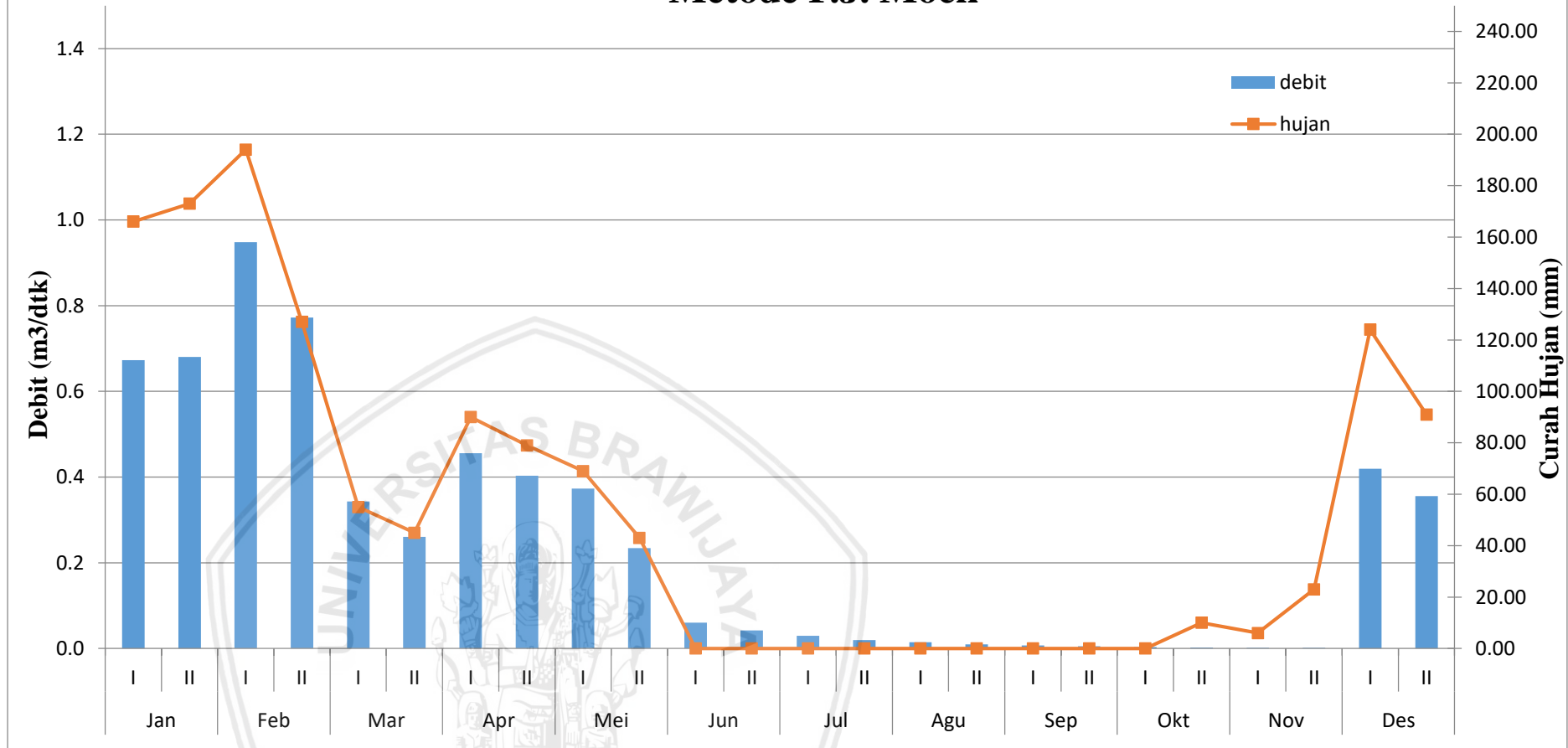


Perhitungan Debit Metode F.J. Mock Tahun 1997

No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des				
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II			
I DATA HUJAN																														
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	166.00	173.00	194.00	127.00	55.00	45.00	90.00	79.00	69.00	43.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	10.00	6.00	23.00	124.00	91.00				
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	12.00	11.00	11.00	12.00	8.00	4.00	5.00	7.00	4.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	1.00	3.00	5.00	9.00				
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)																														
3	Evapotranspirasi Potensial (Eto)	Eto	mm	32.79	34.97	8.58	7.44	6.68	7.12	10.67	10.67	5.66	6.03	3.23	3.23	6.00	6.39	7.25	7.73	9.49	9.49	10.12	10.79	9.09	9.09	16.55	17.66			
4	Permukaan Laban Terbuka (m)	Tentukan	%	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	
5	(m20) * (18 - h)	Hitungan	-	0.12	0.14	0.14	0.12	0.20	0.28	0.26	0.22	0.28	0.34	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.32	0.34	0.30	0.26	0.18		
6	E = (Eto) * (m20) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	3.93	4.90	1.20	0.89	1.34	1.99	2.77	2.35	1.58	2.05	1.16	1.16	2.16	2.30	2.61	2.78	3.42	3.42	3.64	3.45	3.09	2.73	4.30	3.18			
7	Et = (Eto) - (E)	(3) - (6)	mm	28.85	30.08	7.38	6.55	5.34	5.13	7.90	8.32	4.07	3.98	2.07	2.07	3.84	4.09	4.64	4.95	6.07	6.07	6.48	7.34	6.00	6.36	12.25	14.48			
III KESEMBANGAN AIR																														
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (Ds = P - Et)	(1) - (7)	mm	137.15	142.92	186.62	120.45	49.66	39.87	82.10	70.68	64.93	39.02	-2.07	-2.07	-3.84	-4.09	-4.64	-4.95	-6.07	-6.07	-6.48	2.66	0.00	16.64	111.75	76.52			
9	Kandungan Air Tanah (SMS)		mm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.07	-2.07	-3.84	-4.09	-4.64	-4.95	-6.07	-6.07	-6.48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	SMC	mm	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	200.00	197.93	195.87	192.03	187.94	183.30	178.35	172.28	166.20	159.73	162.39	162.39	179.03	200.00	200.00			
11	Kelebihan Air (WS)	(8) - (9)	mm	137.15	142.92	186.62	120.45	49.66	39.87	82.10	70.68	64.93	39.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	90.78	76.52			
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH																														
12	Infiltrasi (I)	(11) * (i)	mm	27.43	28.58	37.32	24.09	9.93	7.97	16.42	14.14	12.99	7.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.16	15.30			
13	0.5 (I + k) In	Hitungan	-	23.32	24.30	31.73	20.48	8.44	6.78	13.96	12.01	11.04	6.63	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	15.43	13.01		
14	k * V (n - 1)	Hitungan	-	16.84	28.11	36.68	47.89	47.85	39.41	32.33	32.40	31.09	29.49	25.29	17.70	12.39	8.67	6.07	4.25	2.97	2.08	1.46	1.02	0.71	0.50	0.35	11.05			
15	Volume Penyimpanan (Vn)	(13) + (14)	mm	40.16	52.41	68.41	68.36	56.30	46.19	46.29	44.42	42.13	36.12	25.29	17.70	12.39	8.67	6.07	4.25	2.97	2.08	1.46	1.02	0.71	0.50	15.78	24.06			
16	Perubahan Volume Air (DVn)	Vn - V(n-1)	mm	16.10	12.25	16.00	-0.05	-12.07	-10.11	0.10	-1.87	-2.29	-6.01	-10.84	-7.59	-5.31	-3.72	-2.60	-1.82	-1.27	-0.89	-0.62	-0.44	-0.31	-0.21	15.28	8.27			
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	11.33	16.33	21.32	24.14	22.00	18.08	16.32	16.01	15.27	13.81	10.84	7.59	5.31	3.72	2.60	1.82	1.27	0.89	0.62	0.44	0.31	0.21	2.87	7.03			
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	109.72	114.34	149.29	96.36	39.73	31.90	65.68	56.54	51.94	31.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	72.62	61.22			
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	121.05	130.67	170.62	120.50	61.72	49.98	82.00	72.55	67.21	45.02	10.84	7.59	5.31	3.72	2.60	1.82	1.27	0.89	0.62	0.44	0.31	0.21	75.50	68.25			
V DEBIT ALIRAN SUNGAI																														
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	0.67	0.68	0.95	0.77	0.34	0.26	0.46	0.40	0.37	0.23	0.06	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	0.36			
22	Debit Aliran Sungai		m ³ /det/hari	0.04	0.04	0.06	0.06	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02			
23	Jumlah hari		hari	15.00	16.00	15.00	13.00	15.00	16.00	15.00	15.00	15.00	16.00	15.00	15.00	15.00	16.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	15.00	16.00	15.00	15.00	15.00	16.00		
24	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶)		m ³	0.87	0.94	1.23	0.87	0.44	0.36	0.59	0.52	0.48	0.32	0.08	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.54	0.49			
25	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶ /14)		mm/hari	0.58	0.59	0.82	0.67	0.30	0.22	0.39	0.35	0.32	0.20	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.36	0.31			



Debit Bulanan (Tahun 1997) Metode F.J. Mock

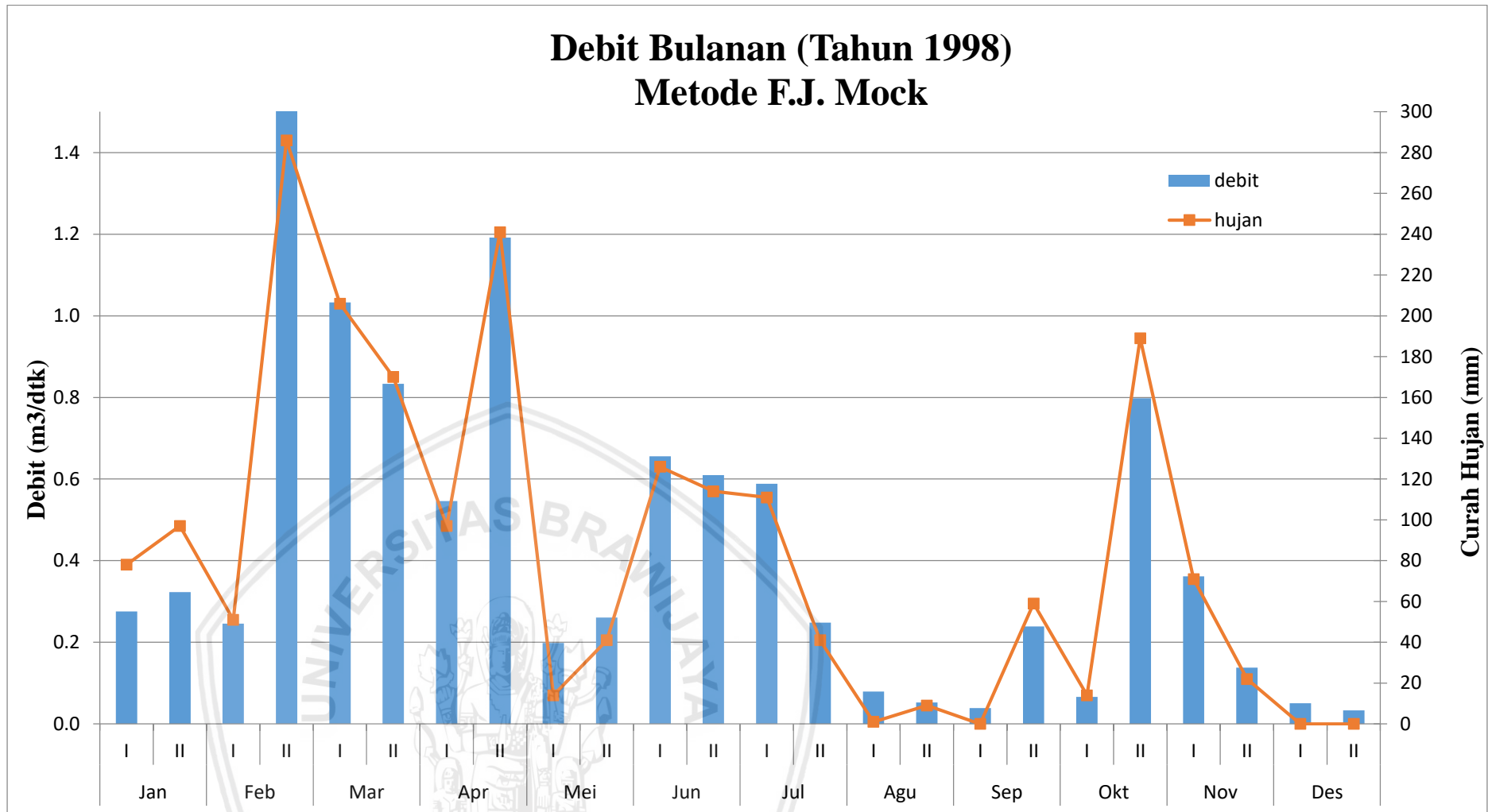


Perhitungan Debit Metode F.J. Mock Tahun 1998

No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des	
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
I DATA HUJAN																											
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	78	97	51	286	206	170	97	241	14	41	126	114	111	41	1	9	0	59	14	189	71	22	0	0
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	4	10	8	11	10	10	9	11	2	4	8	7	8	8	1	1	0	5	1	13	8	3	0	0
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)																											
3	Evapotranspirasi Potensial (ET _p)	ET _p	mm	32.786	34.971	8.583	7.439	6.679	7.124	10.672	10.672	5.658	6.035	3.227	3.227	5.995231	6.39491	7.25097	7.73437	9.48858	9.48858	10.1179	10.79245	9.08828	9.08828	16.5519	17.6553
4	Pernukaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5	(m ₂₀) * (18 - h)	Hitungan	-	0.280	0.160	0.200	0.140	0.160	0.160	0.180	0.140	0.320	0.280	0.200	0.220	0.2	0.2	0.34	0.34	0.36	0.26	0.34	0.1	0.2	0.3	0.36	0.36
6	E = (ET _p) * (m ₂₀) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	9.180	5.595	1.717	1.041	1.069	1.140	1.921	1.494	1.810	1.690	0.645	0.710	1.199046	1.27898	2.46533	2.62968	3.41589	2.46703	3.44009	1.079245	1.81766	2.72648	5.95867	6.35592
7	Et = (ET _p) - (E)	(3) - (6)	mm	23.606	29.376	6.866	6.397	5.610	5.984	8.751	9.178	3.847	4.345	2.582	2.517	4.796185	5.11593	4.78564	5.10468	6.07269	7.02155	6.67783	9.713201	7.27063	6.3618	10.5932	11.2994
III KESEMBANGAN AIR																											
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (Ds = P - Et)	(1) - (7)	mm	54.394	67.624	44.134	279.603	200.390	164.016	88.249	231.822	10.153	36.655	123.418	111.483	106.208	35.8841	-3.7856	3.89532	-6.0727	51.9785	7.32217	179.2868	63.7294	15.6382	-10.593	-11.299
9	Kandungan Air Tanah (SMS)		mm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	-3.7856	0	-6.0727	0	0	0	0	0	-10.593	-11.299
10	Kapasitas Kelenjangan Tanah (SMC)	SMC	mm	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	196	200	194	200	200	200	200	200	200	189	178
11	Kelebihan Air (WS)	(8) - (9)	mm	54.394	67.624	44.134	279.603	200.390	164.016	88.249	231.822	10.153	36.655	123.418	111.483	106.204	35.884	0.000	0.110	0.000	45.906	7.322	179.287	63.729	15.638	0.000	0.000
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH																											
12	Infiltrasi (I)	(11) * (i)	mm	10.879	13.525	8.827	55.921	40.078	32.803	17.650	46.364	2.031	7.331	24.684	22.297	21.24076	7.17681	0	0.02194	0	9.18115	1.46443	35.85736	12.7459	3.12764	0	0
13	0.5 (I + k) In	Hitungan	-	9.247	11.496	7.503	47.532	34.066	27.883	15.002	39.410	1.726	6.231	20.981	18.952	18.05465	6.10029	0	0.01865	0	7.80398	1.24477	30.47876	10.834	2.65849	0	0
14	k * V (n - 1)	Hitungan	-	10.369	13.731	17.659	17.613	45.602	55.768	58.555	51.490	63.630	45.749	36.386	40.157	41.37655	41.6018	33.3915	23.374	16.3749	11.4624	13.4865	10.31187	28.5534	27.5712	21.1608	14.8126
15	Volume Penyimpanan (Vn)	(13) + (14)	mm	19.616	25.227	25.162	65.146	79.668	83.650	73.558	90.900	65.356	51.981	57.368	59.109	59.4312	47.7021	33.3915	23.3927	16.3749	19.2664	14.7312	40.79063	39.3874	30.2297	21.1608	14.8126
16	Perubahan Volume Air (DVn)	Vn - V(n-1)	mm	4.803	5.611	-0.065	39.984	14.523	3.982	-10.093	17.343	-25.544	-13.375	5.387	1.742	0.32184	-11.729	-14.311	-9.9988	-7.0178	2.89152	-4.5351	26.05938	-1.4032	-9.1577	-9.0689	-6.3482
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	6.076	7.913	8.892	15.937	25.555	28.821	27.743	29.022	27.575	20.706	19.297	20.555	20.91892	18.9059	14.3106	10.0207	7.01781	6.28964	5.99958	9.797979	14.1491	12.2854	9.06891	6.34824
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	43.516	54.099	35.307	223.682	160.312	131.213	70.599	185.458	8.122	29.324	98.735	89.186	84.96305	28.7073	0	0.08774	0	36.7246	5.85774	143.4294	50.9835	12.5106	0	0
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	49.591	62.013	44.199	239.619	185.867	160.033	98.342	214.480	35.697	50.030	118.031	109.741	105.882	47.6131	14.3106	10.1085	7.01781	43.0143	11.8573	153.2274	65.1326	24.7959	9.06891	6.34824
V DEBIT ALIRAN SUNGAI																											
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	0.276	0.323	0.246	1.536	1.033	0.834	0.546	1.192	0.198	0.261	0.656	0.610	0.588233	0.24799	0.0795	0.05265	0.03899	0.23897	0.06587	0.798059	0.36185	0.13776	0.05038	0.03306
22	Debit Aliran Sungai		m ³ /det/hari	0.018	0.020	0.016	0.118	0.069	0.052	0.036	0.079	0.013	0.016	0.044	0.041	0.039216	0.0155	0.0053	0.00329	0.0026	0.01593	0.00439	0.049879	0.02412	0.00918	0.00336	0.00207
23	Jumlah hari		hari	15	16	15	13	15	16	15	15	16	15	15	15	15	16	15	16	15	15	15	15	15	15	15	16
24	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶)		m ³	0.357	0.446	0.318	1.725	1.338	1.152	0.708	1.544	0.257	0.360	0.850	0.790	0.76235	0.34281	0.10304	0.07278	0.05053	0.3097	0.08537	1.103237	0.46895	0.17853	0.0653	0.04571
25	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶ *14)		mm/hari	0.238	0.279	0.212	1.327	0.892	0.720	0.472	1.030	0.171	0.225	0.567	0.527	0.508233	0.21426	0.06869	0.04549	0.03369	0.20647	0.05692	0.689523	0.31264	0.11902	0.04353	0.02857



Debit Bulanan (Tahun 1998) Metode F.J. Mock

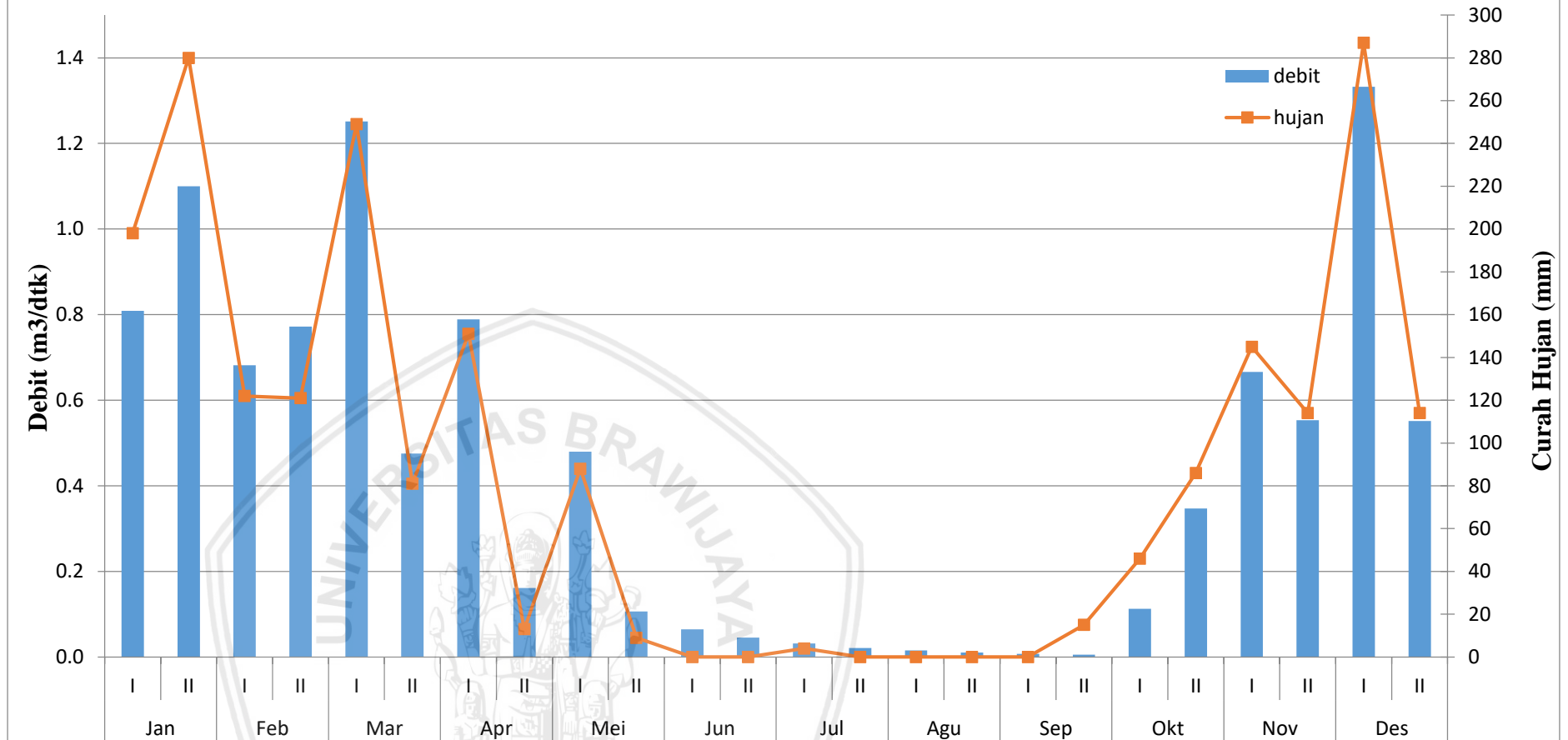


Perhitungan Debit Metode F.J. Mock Tahun 1999

No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des	
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
I DATA HUJAN																											
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	198	280	122	121	249	81	151	13	88	9	0	0	4	0	0	0	0	15	46	86	145	114	287	114
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	8	12	9	8	11	8	9	1	9	1	0	0	1	0	0	0	0	1	4	4	5	6	9	8
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)																											
3	Evapotranspirasi Potensial (ETo)	ETo	mm	32.786	34.971	8.583	7.439	6.679	7.124	10.672	10.672	5.658	6.035	3.227	3.227	5.99523	6.39491	7.25097	7.73437	9.48858	9.48858	10.1179	10.7924	9.08828	9.08828	16.5519	17.6553
4	Permukaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5	(m/20) * (18 - h)	Hitungan	-	0.200	0.120	0.180	0.200	0.140	0.200	0.180	0.340	0.180	0.340	0.360	0.360	0.34	0.36	0.36	0.36	0.36	0.34	0.28	0.28	0.26	0.24	0.18	0.2
6	E = (ETo) * (m/20) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	6.557	4.197	1.545	1.488	0.935	1.425	1.921	3.628	1.018	2.052	1.162	1.162	2.03838	2.30217	2.61035	2.78437	3.41589	3.22612	2.83302	3.02188	2.36295	2.18119	2.97934	3.53107
7	Et = (ETo) - (E)	(3) - (6)	mm	26.228	30.775	7.038	5.951	5.744	5.699	8.751	7.043	4.639	3.983	2.065	2.065	3.95685	4.09274	4.64062	4.94999	6.07269	6.26246	7.2849	7.77056	6.72533	6.90709	13.5725	14.1243
III KESEIMBANGAN AIR																											
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (Ds = P - Et)	(1) - (7)	mm	171.772	249.225	114.962	115.049	243.256	75.301	142.249	5.957	83.361	5.017	-2.065	-2.065	0.04315	-4.0927	-4.6406	-4.95	-6.0727	8.73754	38.7151	78.2294	138.275	107.093	273.427	99.8757
9	Kandungan Air Tanah (SMS)		mm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.065	-2.065	0	-4.0927	-4.6406	-4.95	-6.0727	0	0	0	0	0	0	0
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	SMC	mm	178	200	200	200	200	200	200	200	200	200	198	196	196	192	187	182	176	185	200	200	200	200	200	200
11	Kelebihan Air (WS)	(8) - (9)	mm	149.879	227.333	114.962	115.049	243.256	75.301	142.249	5.957	83.361	5.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	23.609	78.229	138.275	107.093	273.427
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH																											
12	Infiltrasi (I)	(11) * (i)	mm	29.976	45.467	22.992	23.010	48.651	15.060	28.450	1.191	16.672	1.003	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	4.7218	15.6459	27.6549	21.4186	54.6855	19.9751
13	0.5 (1 + k) In	Hitungan	-	25.479	38.647	19.544	19.558	41.354	12.801	24.182	1.013	14.171	0.853	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	4.01353	13.299	23.5067	18.2058	46.4827	16.9789
14	k * V (n - 1)	Hitungan	-	49.438	52.443	63.762	58.314	54.511	67.105	55.934	56.082	39.966	37.896	27.124	18.987	13.2909	9.30364	6.51255	4.55879	3.19115	2.23381	1.56366	3.90403	12.0421	24.8842	30.163	53.652
15	Volume Penyimpanan (Vn)	(13) + (14)	mm	74.918	91.089	83.306	77.872	95.864	79.906	80.117	57.094	54.137	38.749	27.124	18.987	13.2909	9.30364	6.51255	4.55879	3.19115	2.23381	5.57719	17.203	35.5488	43.09	76.6456	70.6308
16	Perubahan Volume Air (DVn)	Vn - V(n-1)	mm	4.292	16.171	-7.783	-5.433	17.992	-15.958	0.211	-23.022	-2.957	-15.388	-11.625	-8.137	-5.6961	-3.9873	-2.7911	-1.9538	-1.3676	-0.9573	3.34339	11.6258	18.3458	7.54115	33.5557	-6.0148
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	25.684	29.295	30.776	28.443	30.659	31.018	28.239	24.214	19.629	16.392	11.625	8.137	5.69611	3.98728	2.79109	1.95377	1.36764	0.95735	1.37841	4.02004	9.30915	13.8774	21.1298	25.99
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	119.903	181.866	91.970	92.039	194.605	60.240	113.799	4.765	66.689	4.014	0.000	0.000	0	0	0	0	0	0	18.8872	62.5836	110.62	85.6743	218.742	79.9006
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	145.587	211.161	122.745	120.482	225.264	91.259	142.039	28.979	86.318	20.405	11.625	8.137	5.69611	3.98728	2.79109	1.95377	1.36764	0.95735	20.2656	66.6036	119.929	99.5518	239.872	105.891
V DEBIT ALIRAN SUNGAI																											
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	0.809	1.100	0.682	0.772	1.251	0.475	0.789	0.161	0.480	0.106	0.065	0.045	0.03165	0.02077	0.01551	0.01018	0.0076	0.00532	0.11259	0.34689	0.66627	0.55307	1.33262	0.55151
22	Debit Aliran Sungai		m ³ /det/hari	0.054	0.069	0.045	0.059	0.083	0.030	0.053	0.011	0.032	0.007	0.004	0.003	0.00211	0.0013	0.00103	0.00064	0.00051	0.00035	0.00751	0.02168	0.04442	0.03687	0.08884	0.03447
23	Jumlah hari		hari	15	16	15	13	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16
24	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶)		m ³	1.048	1.520	0.884	0.867	1.622	0.657	1.023	0.209	0.621	0.147	0.084	0.059	0.04101	0.02871	0.0201	0.01407	0.00985	0.00689	0.14591	0.47955	0.86349	0.71677	1.72708	0.76241
25	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶ /14)		mm/hari	0.699	0.950	0.589	0.667	1.081	0.411	0.682	0.139	0.414	0.092	0.056	0.039	0.02734	0.01794	0.0134	0.00879	0.00656	0.0046	0.09727	0.29972	0.57566	0.47785	1.15138	0.47651



Debit Bulanan (Tahun 1999) Metode F.J. Mock

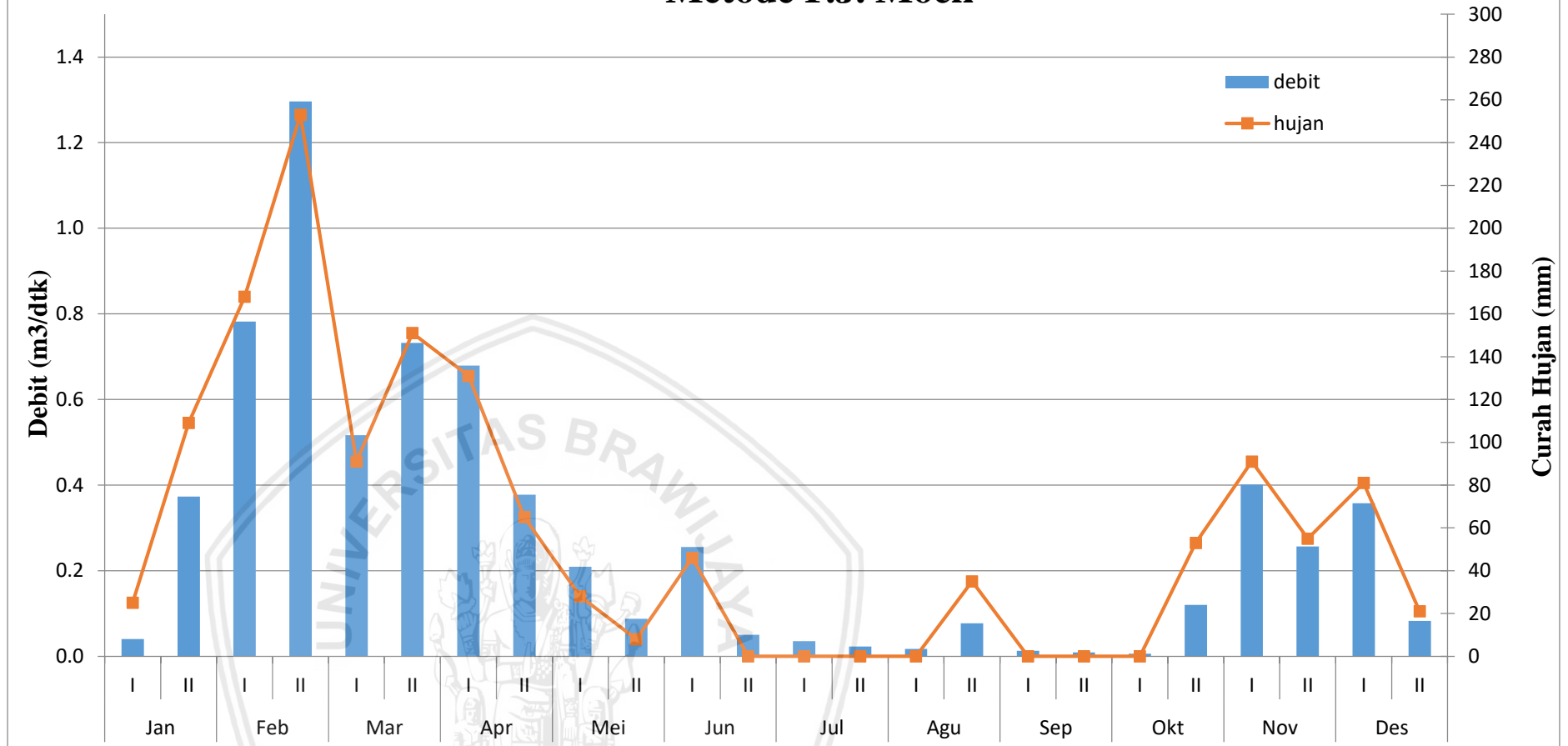


Perhitungan Debit Metode F.J. Mock Tahun 2000

No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des		
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I
I DATA HUJAN																												
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	25	109	168	253	91	151	131	65	28	8	46	0	0	0	0	35	0	0	0	53	91	55	81	21	
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	4	8	9	9	8	5	11	8	2	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0	3	3	2	2	1	
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)																												
3	Evapotranspirasi Potensial (ETo)	ETo	mm	32.786	34.971	8.583	8.011	6.679	7.124	10.672	10.672	5.658	6.035	3.227	3.227	5.99523	6.39491	7.25097	7.73437	9.48858	9.48858	10.1179	10.7924	9.08828	9.08828	16.5519	17.6553	
4	Permukaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5	(m20) * (18 - h)	Hitungan	-	0.280	0.200	0.180	0.180	0.200	0.260	0.140	0.200	0.320	0.320	0.300	0.360	0.36	0.36	0.36	0.34	0.36	0.36	0.36	0.3	0.3	0.32	0.32	0.34	
6	E = (ETo) * (m20) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	9.180	6.994	1.545	1.442	1.336	1.852	1.494	2.134	1.810	1.931	0.968	1.162	2.15828	2.30217	2.61035	2.62968	3.41589	3.41589	3.64245	3.23773	2.72648	2.90825	5.2966	6.00281	
7	Et = (ETo) - (E)	(3) - (6)	mm	23.606	27.977	7.038	6.569	5.343	5.272	9.178	8.537	3.847	4.104	2.259	2.065	3.83695	4.09274	4.64062	5.10468	6.07269	6.07269	6.47547	7.55471	6.3618	6.18003	11.2553	11.6525	
III KESEIMBANGAN AIR																												
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (Ds = P - Et)	(1) - (7)	mm	1.394	81.023	160.962	246.431	85.657	145.728	121.822	56.463	24.153	3.896	43.741	-2.065	-3.8369	-4.0927	-4.6406	29.8953	-6.0727	-6.0727	-6.4755	45.4453	84.6382	48.82	69.7447	9.34748	
9	Kandungan Air Tanah (SMS)	mm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.065	-3.8369	-4.0927	-4.6406	0	-6.0727	-6.0727	-6.4755	0	0	0	0	0	
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	SMC	mm	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	198	194	190	185	200	194	188	181	200	200	200	200	200	
11	Kelebihan Air (WS)	(8) - (9)	mm	1.394	81.023	160.962	246.431	85.657	145.728	121.822	56.463	24.153	3.896	43.741	0.000	0.000	0.000	0.000	15.260	0.000	0.000	0.000	26.824	84.638	48.820	69.745	9.347	
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH																												
12	Infiltrasi (I)	(11) * (i)	mm	0.279	16.205	32.192	49.286	17.131	29.146	24.364	11.293	4.831	0.779	8.748	0.000	0	0	0	3.05193	0	0	0	5.36489	16.9276	9.76399	13.9489	1.8695	
13	0.5 (1 + k) In	Hitungan	-	0.237	13.774	27.364	41.893	14.562	24.774	20.710	9.599	4.106	0.662	7.436	0.000	0	0	0	2.59414	0	0	0	4.56016	14.3885	8.29939	11.8566	1.58907	
14	k * V (n - 1)	Hitungan	-	14.298	10.174	16.764	30.889	50.948	45.857	49.441	49.106	41.093	31.639	22.611	21.033	14.7231	10.3062	7.21433	5.05003	5.35092	3.74564	2.62195	1.83536	4.47686	13.2058	15.0536	18.8371	
15	Volume Penyimpanan (Vn)	(13) + (14)	mm	14.535	23.948	44.127	72.782	65.509	70.630	70.151	58.704	45.199	32.302	30.047	21.033	14.7231	10.3062	7.21433	7.64417	5.35092	3.74564	2.62195	6.39552	18.8654	21.5051	26.9102	20.4262	
16	Perubahan Volume Air (DVn)	Vn - V(n-1)	mm	-5.891	9.414	20.179	28.655	-7.273	5.121	-0.479	-11.447	-13.505	-12.897	-2.255	-9.014	-6.3099	-4.4169	-3.0919	0.42984	-2.2932	-1.6053	-1.1237	3.77357	12.4698	2.63979	5.40506	-6.484	
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	6.169	6.791	12.013	20.631	24.404	24.025	24.844	22.739	18.336	13.677	11.003	9.014	6.30991	4.41693	3.09185	2.62209	2.29325	1.60527	1.12369	1.59132	4.4578	7.12421	8.54389	8.35349	
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	1.116	64.818	128.770	197.145	68.525	116.582	97.458	45.170	19.322	3.117	34.993	0.000	0	0	0	12.2077	0	0	0	21.4596	67.7106	39.056	55.7958	7.47799	
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	7.285	71.609	140.783	217.776	92.930	140.607	122.302	67.909	37.658	16.794	45.996	9.014	6.30991	4.41693	3.09185	14.8298	2.29325	1.60527	1.12369	23.0509	72.1684	46.1802	64.3397	15.8315	
V DEBIT ALIRAN SUNGAI																												
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	0.040	0.373	0.782	1.296	0.516	0.732	0.679	0.377	0.209	0.087	0.256	0.050	0.03506	0.023	0.01718	0.07724	0.01274	0.00892	0.00624	0.12006	0.40094	0.25656	0.35744	0.08246	
22	Debit Aliran Sungai	m ³ /det/hari	0.003	0.023	0.052	0.093	0.034	0.046	0.045	0.025	0.014	0.005	0.017	0.003	0.00234	0.00144	0.00115	0.00483	0.00085	0.00059	0.00042	0.0075	0.02673	0.0171	0.02383	0.00515		
23	Jumlah hari	hari	15	16	15	14	15	16	15	15	15	15	16	15	15	16	15	16	15	15	15	15	16	15	15	15	16	
24	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶)	m ³	0.052	0.516	1.014	1.568	0.669	1.012	0.881	0.489	0.271	0.121	0.331	0.065	0.04543	0.0318	0.02226	0.10677	0.01651	0.01156	0.00809	0.16597	0.51961	0.3325	0.46325	0.11399		
25	Debit Aliran (dibaca : 10E ¹⁴)	mm/hari	0.035	0.322	0.676	1.120	0.446	0.633	0.587	0.326	0.181	0.076	0.221	0.043	0.03029	0.01988	0.01484	0.06673	0.01101	0.00771	0.00539	0.10373	0.34641	0.22166	0.30883	0.07124		



Debit Bulanan (Tahun 2000) Metode F.J. Mock

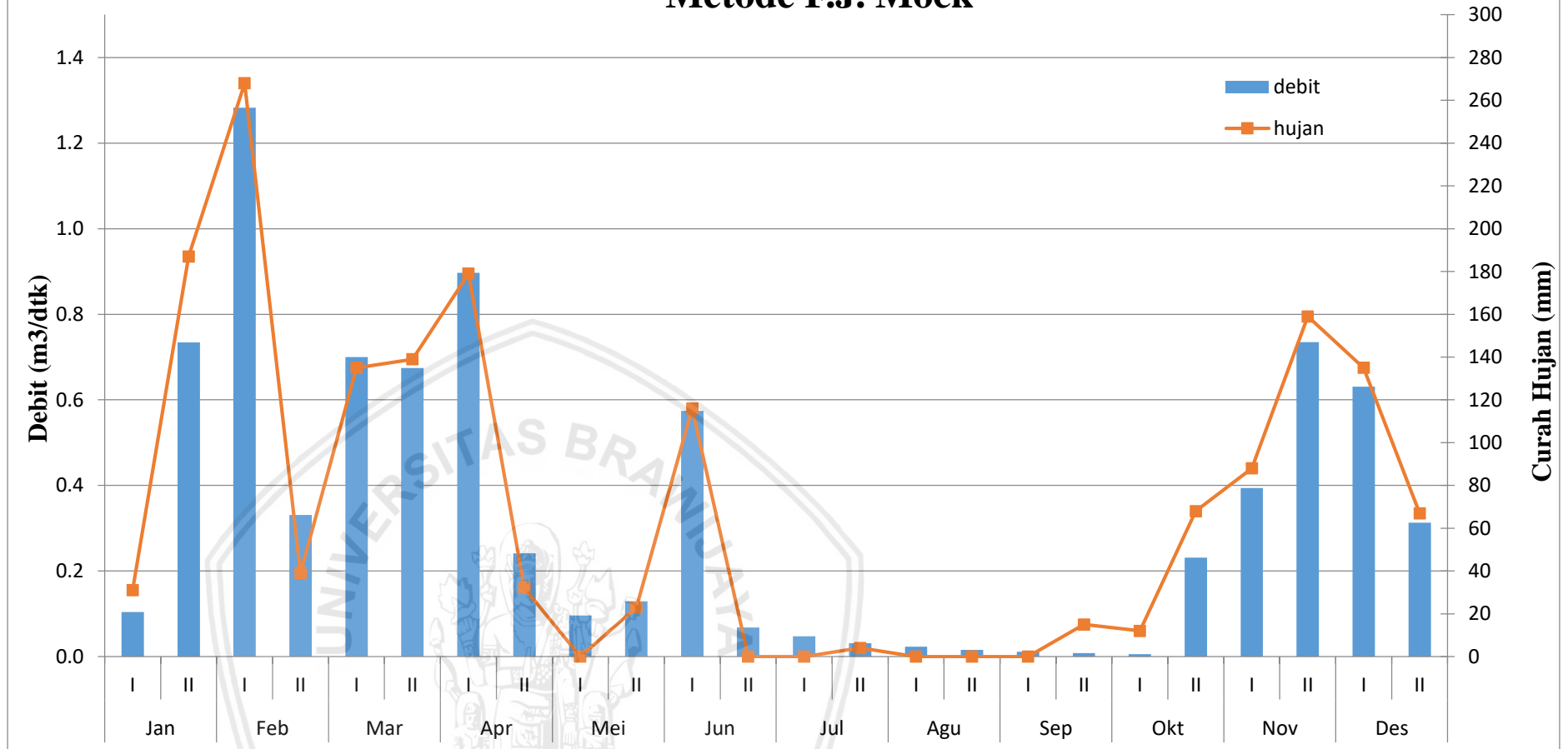


Perhitungan Debit Metode F.J. Mock Tahun 2001

No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des		
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
I DATA HUJAN																												
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	31	187	268	39	135	139	179	32	0	23	116	0	0	4	0	0	0	15	12	68	88	159	135	67	
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	5	9	12	3	7	13	10	2	0	2	8	0	0	1	0	0	0	1	1	3	3	8	7	3	
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)																												
3	Evapotranspirasi Potensial (ETo)	ETo	mm	32.786	34.971	8.583	7.439	6.679	7.124	10.672	10.672	5.658	6.035	3.227	3.227	5.99523	6.39491	7.25097	7.73437	9.48858	9.48858	10.1179	10.7924	9.08828	9.08828	16.5519	17.6553	
4	Pernukaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
5	(m ² 0) * (18 - h)	Hitungan	-	0.260	0.180	0.120	0.300	0.220	0.100	0.160	0.320	0.360	0.320	0.200	0.360	0.36	0.34	0.36	0.36	0.36	0.34	0.34	0.34	0.3	0.3	0.2	0.22	0.3
6	E = (ETo) * (m ² 0) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	8.524	6.295	1.030	2.232	1.469	0.712	1.707	3.415	2.037	1.931	0.645	1.162	2.15828	2.17427	2.61035	2.78437	3.41589	3.22612	3.44009	3.23773	2.72648	1.81766	3.64141	5.2966	
7	Et = (ETo) - (E)	(3) - (6)	mm	24.261	28.676	7.553	5.207	5.210	6.412	8.964	7.257	3.621	4.104	2.582	2.065	3.83695	4.22064	4.64062	4.94999	6.07269	6.26246	6.67783	7.55471	6.3618	7.27063	12.9105	12.3587	
III KESEIMBANGAN AIR																												
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (Ds = P - Et)	(1) - (7)	mm	6.739	158.324	260.447	33.793	129.790	132.588	170.036	24.743	-3.621	18.896	113.418	-2.065	-3.8369	-0.2206	-4.6406	-4.95	-6.0727	8.73754	5.32217	60.4453	81.6382	151.729	122.09	54.6413	
9	Kandungan Air Tanah (SMS)	mm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-3.621	0.000	0.000	-2.065	-3.8369	-0.2206	-4.6406	-4.95	-6.0727	0	0	0	0	0	0	0	
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	SMC	mm	200	200	200	200	200	200	200	200	196	200	200	198	194	194	189	184	178	187	192	200	200	200	200	200	
11	Kelebihan Air (WS)	(8) - (9)	mm	6.739	158.324	260.447	33.793	129.790	132.588	170.036	24.743	0.000	15.276	113.418	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	52.719	81.638	151.729	122.090	54.641
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH																												
12	Infiltrasi (I)	(11) * (i)	mm	1.348	31.665	52.089	6.759	25.958	26.518	34.007	4.949	0.000	3.055	22.684	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	10.5437	16.3276	30.3459	24.4179	10.9283
13	0.5 (I + k) In	Hitungan	-	1.146	26.915	44.276	5.745	22.064	22.540	28.906	4.206	0.000	2.597	19.281	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	8.96218	13.8785	25.794	20.7552	9.28902
14	k * V (n - 1)	Hitungan	-	30.633	22.245	34.412	55.081	42.578	45.250	47.453	53.451	40.360	28.252	21.594	28.613	20.029	14.0203	9.8142	6.86994	4.80896	3.36627	2.35639	1.64947	7.42816	14.9147	28.4961	34.4759	
15	Volume Penyimpanan (Vn)	(13) + (14)	mm	31.778	49.160	78.688	60.826	64.643	67.790	76.359	57.658	40.360	30.849	40.875	28.613	20.029	14.0203	9.8142	6.86994	4.80896	3.36627	2.35639	10.6117	21.3067	40.7087	49.2513	43.7649	
16	Perubahan Volume Air (DVn)	Vn - V(n-1)	mm	-11.983	17.382	29.528	-17.862	3.817	3.147	8.569	-18.701	-17.297	-9.511	10.026	-12.263	-8.5839	-6.0087	-4.2061	-2.9443	-2.061	-1.4427	-1.0099	8.25527	10.695	19.402	8.54263	-5.4864	
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	13.330	14.283	22.561	24.620	22.142	23.370	25.438	23.650	17.297	12.566	12.657	12.263	8.58385	6.0087	4.20609	2.94426	2.06098	1.44269	1.00988	2.28848	5.63264	10.9439	15.8753	16.4146	
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	5.391	126.659	208.358	27.034	103.832	106.071	136.029	19.795	0.000	12.220	90.735	0.000	0	0	0	0	0	0	0	0	42.175	65.3106	121.383	97.6716	43.713
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	18.721	140.942	230.919	51.654	125.974	129.441	161.467	43.445	17.297	24.787	103.392	12.263	8.58385	6.0087	4.20609	2.94426	2.06098	1.44269	1.00988	44.4635	70.9432	132.327	113.547	60.1276	
V DEBIT ALIRAN SUNGAI																												
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	0.104	0.734	1.283	0.331	0.700	0.674	0.897	0.241	0.096	0.129	0.574	0.068	0.04769	0.0313	0.02337	0.01533	0.01145	0.00801	0.00561	0.23158	0.39413	0.73515	0.63082	0.31316	
22	Debit Aliran Sungai	m ³ /det/hari	0.007	0.046	0.086	0.025	0.047	0.042	0.060	0.016	0.006	0.008	0.038	0.005	0.00318	0.00196	0.00156	0.00096	0.00076	0.00053	0.00037	0.01447	0.02628	0.04901	0.04205	0.01957		
23	Jumlah hari	hari	15	16	15	13	15	16	15	15	15	15	16	15	15	16	15	16	15	15	15	15	16	15	15	15	16	
24	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶)	m ³	0.135	1.015	1.663	0.372	0.907	0.932	1.163	0.313	0.125	0.178	0.744	0.088	0.0618	0.04326	0.03028	0.0212	0.01484	0.01039	0.00727	0.32014	0.51079	0.95276	0.81754	0.43292		
25	Debit Aliran (dibaca : 10E ¹⁴)	mm/hari	0.090	0.634	1.108	0.286	0.605	0.582	0.775	0.209	0.083	0.112	0.496	0.059	0.0412	0.02704	0.02019	0.01325	0.00989	0.00692	0.00485	0.20009	0.34053	0.63517	0.54503	0.27057		



Debit Bulanan (Tahun 2001) Metode F.J. Mock

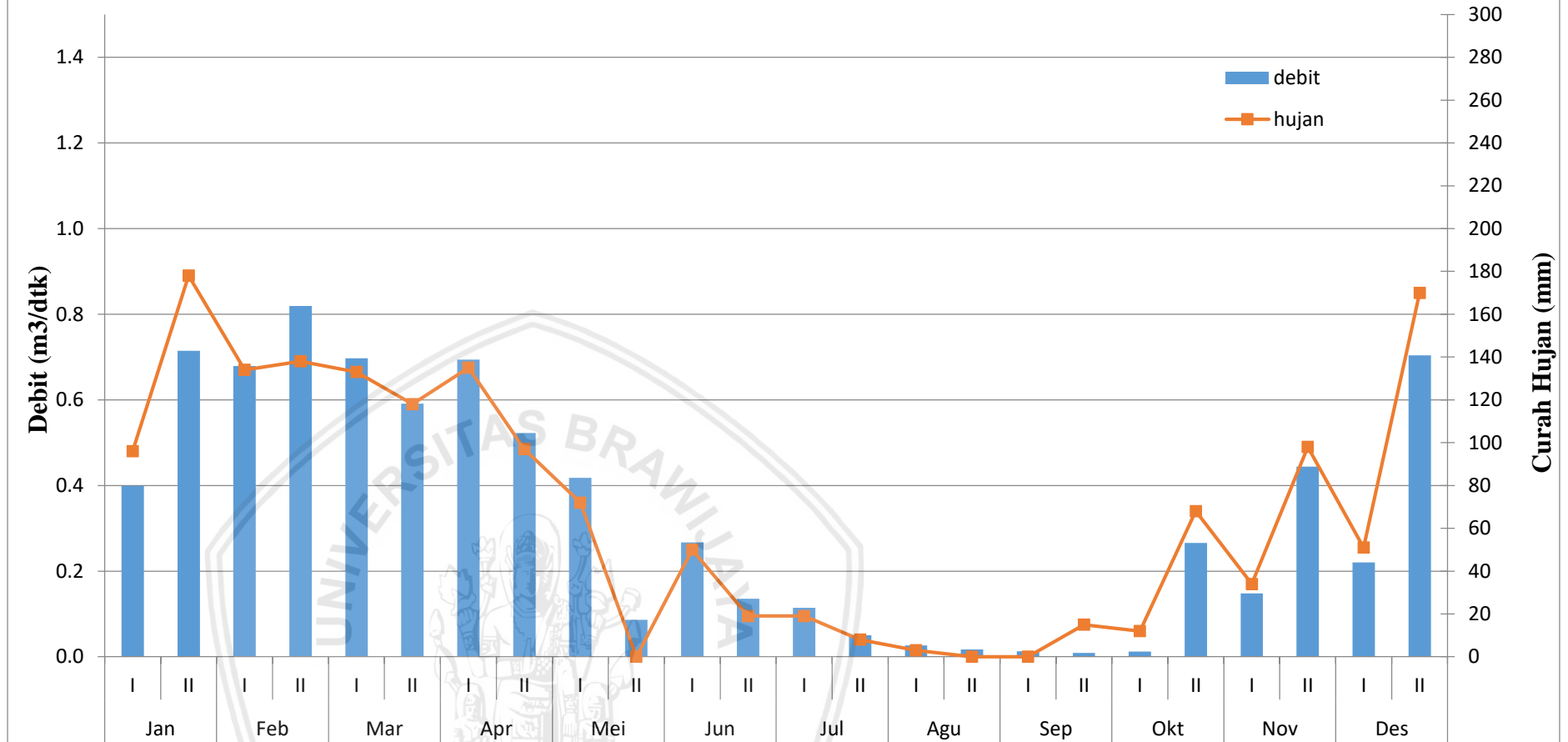


Perhitungan Debit Metode F.J. Mock Tahun 2002

No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des		
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
I DATA HUJAN																												
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	96	178	134	138	133	118	135	97	72	0	50	19	19	8	3	0	0	15	12	68	34	98	51	170	
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	6	8	7	7	7	6	7	6	3	0	3	1	1	1	1	0	0	1	1	3	3	4	5	13	
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)																												
3	Evapotranspirasi Potensial (ETo)	ETo	mm	32.786	34.971	8.583	7.439	6.679	7.124	10.672	10.672	5.658	6.035	3.227	3.227	5.99523	6.39491	7.25097	7.73437	9.48858	9.48858	10.1179	10.7924	9.08828	9.0883	16.5519	17.6553	
4	Permukaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5	(m20) * (18 - h)	Hitungan	-	0.240	0.200	0.220	0.220	0.220	0.240	0.220	0.240	0.300	0.360	0.300	0.340	0.34	0.34	0.34	0.36	0.36	0.34	0.34	0.3	0.3	0.28	0.26	0.1	
6	E = (ETo) * (m20) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	7.869	6.994	1.888	1.637	1.469	1.710	2.348	2.561	1.697	2.173	0.968	1.097	2.03838	2.17427	2.46533	2.78437	3.41589	3.22612	3.44009	3.23773	2.72648	2.5447	4.30349	1.76553	
7	Et = (ETo) - (E)	(3) - (6)	mm	24.917	27.977	6.695	5.802	5.210	5.414	8.324	8.110	3.960	3.862	2.259	2.130	3.95685	4.22064	4.78564	4.94999	6.07269	6.26246	6.67783	7.55471	6.3618	6.5436	12.2484	15.8898	
III KESEIMBANGAN AIR																												
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (Ds = P - Et)	(1) - (7)	mm	71.083	150.023	127.305	132.198	127.790	112.586	126.676	88.890	68.040	-3.862	47.741	16.870	15.0431	3.77936	-1.7856	-4.95	-6.0727	8.73754	5.32217	60.4453	27.6382	91.456	38.7516	154.11	
9	Kandungan Air Tanah (SMS)	mm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-3.862	0.000	0.000	0	0	-1.7856	-4.95	-6.0727	0	0	0	0	0	0	0	
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	SMC	mm	200	200	200	200	200	200	200	200	200	196	200	200	200	200	198	193	187	196	200	200	200	200	200	200	
11	Kelebihan Air (WS)	(8) - (9)	mm	71.083	150.023	127.305	132.198	127.790	112.586	126.676	88.890	68.040	0.000	43.879	16.870	15.043	3.779	0.000	0.000	0.000	0.000	1.251	60.445	27.638	91.456	38.752	154.110	
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH																												
12	Infiltrasi (I)	(11) * (j)	mm	14.217	30.005	25.461	26.440	25.558	22.517	25.335	17.778	13.608	0.000	8.776	3.374	3.00863	0.75587	0	0.00	0	0	0.25028	12.0891	5.52764	18.291	7.75032	30.822	
13	0.5 (1 + k) In	Hitungan	-	12.084	25.504	21.642	22.474	21.724	19.140	21.535	15.111	11.567	0.000	7.459	2.868	2.55734	0.64249	0	0.00	0	0	0.21274	10.2757	4.69849	15.548	6.58777	26.1987	
14	k * V (n - 1)	Hitungan	-	30.088	29.521	38.517	42.111	45.210	46.854	46.195	47.411	43.766	38.733	27.113	24.201	18.948	15.0537	10.9873	7.69114	5.38379	3.76866	2.63806	1.99556	8.58988	9.3019	17.3946	16.7877	
15	Volume Penyimpanan (Vn)	(13) + (14)	mm	42.172	55.025	60.159	64.585	66.934	65.993	67.730	62.522	55.332	38.733	34.572	27.069	21.5053	15.6962	10.9873	7.69114	5.38379	3.76866	2.8508	12.2713	13.2884	24.849	23.9824	42.9864	
16	Perubahan Volume Air (DVn)	Vn - V(n-1)	mm	-0.811	12.852	5.134	4.426	2.349	-0.941	1.737	-5.208	-7.190	-16.600	-4.160	-7.504	-5.5632	-5.8091	-4.7089	-3.2962	-2.3073	-1.6151	-0.9179	9.42046	1.01712	11.561	-0.8671	19.004	
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	15.028	17.152	20.327	22.014	23.209	23.458	23.598	22.986	20.798	16.600	12.936	10.878	8.57185	6.56497	4.70886	3.2962	2.30734	1.61514	1.16814	2.6686	4.51052	6.7302	8.61739	11.818	
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	56.866	120.018	101.844	105.758	102.232	90.068	101.341	71.112	54.432	0.000	35.103	13.496	12.0345	3.02349	0	0.000	0	1.00111	48.3562	22.1106	73.165	31.0013	123.288		
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	71.894	137.171	122.171	127.772	125.442	113.526	124.939	94.097	75.230	16.600	48.039	24.374	20.6064	9.58845	4.70886	3.2962	2.30734	1.61514	2.16925	51.0248	26.6211	79.895	39.6187	135.106	
V DEBIT ALIRAN SUNGAI																												
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	0.399	0.714	0.679	0.819	0.697	0.591	0.694	0.523	0.418	0.086	0.267	0.135	0.11448	0.04994	0.02616	0.01717	0.01282	0.00897	0.01205	0.26575	0.14789	0.4439	0.2201	0.70368	
22	Debit Aliran Sungai	m ³ /det/hari	0.027	0.045	0.045	0.063	0.046	0.037	0.046	0.035	0.028	0.005	0.018	0.009	0.00763	0.00312	0.00174	0.00107	0.00085	0.0006	0.0008	0.01661	0.00986	0.0296	0.01467	0.04398		
23	Jumlah hari	hari	15	16	15	13	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16		
24	Debit Aliran (dibaca : 10E^6)	m ³	0.518	0.988	0.880	0.920	0.903	0.817	0.900	0.678	0.542	0.120	0.346	0.175	0.14837	0.06904	0.0339	0.02373	0.01661	0.01163	0.01562	0.36738	0.19167	0.5752	0.28525	0.97276		
25	Debit Aliran (dibaca : 10E^14)	mm/hari	0.345	0.617	0.586	0.708	0.602	0.511	0.600	0.452	0.361	0.075	0.231	0.117	0.09891	0.04315	0.0226	0.01483	0.01108	0.00775	0.01041	0.22961	0.12778	0.3835	0.19017	0.60798		



Debit Bulanan (Tahun 2002) Metode F.J. Mock

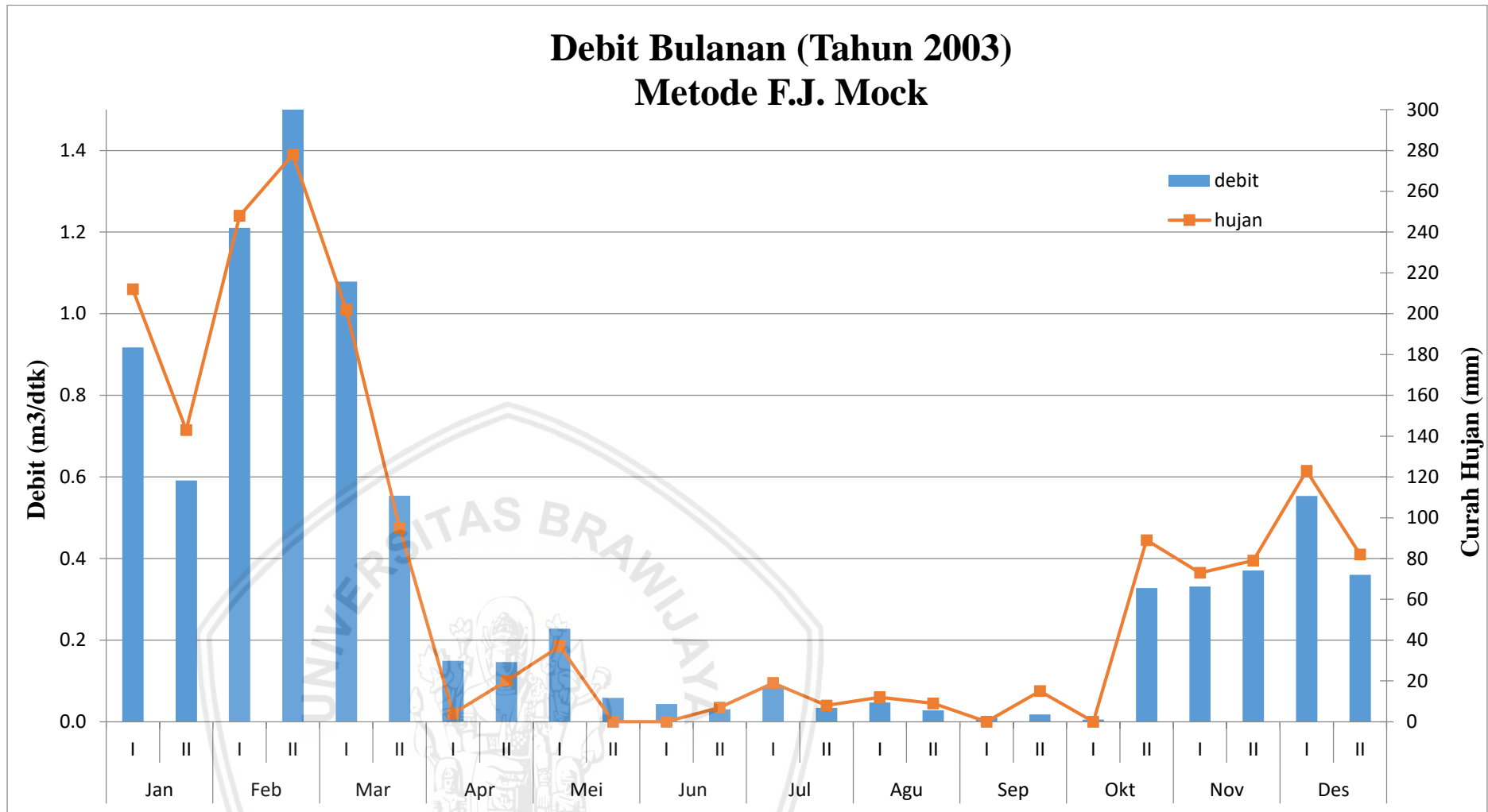


Perhitungan Debit Metode F.J. Mock Tahun 2003

No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des		
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I
I DATA HUIAN																												
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	212	143	248	278	202	95	4	20	37	0	0	7	19	8	12	9	0	15	0	89	73	79	123	82	
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	9	7	11	11	11	5	2	4	3	0	0	2	2	1	2	1	0	2	0	3	3	3	7	3	
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)																												
3	Evapotranspirasi Potensial (ETo)	ETo	mm	32.786	34.971	8.583	7.439	6.679	7.124	10.672	10.672	5.658	6.035	3.227	3.227	5.99523	6.39491	7.25097	7.73437	9.48858	9.48858	10.1179	10.7924	9.08828	9.0883	16.5519	17.6553	
4	Permukaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
5	(m/20) * (18 - h)	Hitungan	-	0.180	0.220	0.140	0.140	0.140	0.140	0.260	0.320	0.280	0.300	0.360	0.360	0.320	0.32	0.34	0.32	0.34	0.36	0.32	0.36	0.3	0.3	0.3	0.22	0.3
6	E = (ETo) * (m/20) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	5.901	7.694	1.202	1.041	0.935	1.852	3.415	2.988	1.697	2.173	1.162	1.033	1.91847	2.17427	2.32031	2.62968	3.41589	3.03634	3.64245	3.23773	2.72648	2.7265	3.64141	5.2966	
7	Et = (ETo) - (E)	(3) - (6)	mm	26.884	27.278	7.381	6.397	5.744	5.272	7.257	7.684	3.960	3.862	2.065	2.194	4.07676	4.22064	4.93066	5.10468	6.07269	6.45223	6.47547	7.55471	6.3618	6.3618	12.9105	12.3587	
III KESEIMBANGAN AIR																												
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (Ds = P - Et)	(1) - (7)	mm	185.116	115.722	240.619	271.603	196.256	89.728	-3.257	12.316	33.040	-3.862	-2.065	4.806	14.9232	3.77936	7.06934	3.89532	-6.0727	8.54777	-6.4755	81.4453	66.6382	72.638	110.09	69.6413	
9	Kandungan Air Tanah (SMS)	mm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-3.257	0.000	0.000	-3.862	-2.065	0.000	0	0	0	-6.0727	0	-6.4755	0	0	0	0	0	0	
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	SMC	mm	200	200	200	200	200	200	197	200	200	196	194	199	200	200	200	200	194	200	194	200	200	200	200	200	
11	Kelebihan Air (WS)	(8) - (9)	mm	185.116	115.722	240.619	271.603	196.256	89.728	0.000	9.060	33.040	0.000	0.000	0.000	13.801	3.779	7.069	3.895	0.000	2.475	0.000	74.970	66.638	72.638	110.090	69.641	
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH																												
12	Infiltrasi (I)	(11) * (i)	mm	37.023	23.144	48.124	54.321	39.251	17.946	0.000	1.812	6.608	0.000	0.000	0.000	2.76023	0.75587	1.41387	0.78	0	0.49502	0	14.994	13.3276	14.528	22.0179	13.9283	
13	0.5 (1 + k) In	Hitungan	-	31.470	19.673	40.905	46.172	33.364	15.254	0.000	1.540	5.617	0.000	0.000	0.000	2.3462	0.64249	1.20179	0.66	0	0.42076	0	12.7449	11.3285	12.348	18.7152	11.839	
14	k * V (n - 1)	Hitungan	-	26.822	40.804	42.334	58.267	73.108	74.530	62.849	43.994	31.874	26.243	18.370	12.859	9.00151	7.9434	6.01012	5.04834	3.99738	2.79816	2.25325	1.57728	10.0255	14.948	19.1074	26.4758	
15	Volume Penyimpanan (Vn)	(13) + (14)	mm	58.291	60.477	83.239	104.440	106.471	89.784	62.849	45.534	37.491	26.243	18.370	12.859	11.3477	8.58589	7.21191	5.71054	3.99738	3.21893	2.25325	14.3221	21.354	27.296	37.8226	38.3149	
16	Perubahan Volume Air (DVn)	Vn - V(n-1)	mm	19.975	2.185	22.762	21.201	2.032	-16.688	-26.935	-17.314	-8.044	-11.247	-7.873	-5.511	-1.5116	-2.7618	-1.374	-1.5014	-1.7132	-0.7784	-0.9657	12.0689	7.03185	5.9423	10.5263	0.49223	
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	17.048	20.959	25.362	33.120	37.220	34.633	26.935	19.126	14.651	11.247	7.873	5.511	4.27183	3.51769	2.78785	2.28043	1.71316	1.27347	0.96568	2.92507	6.29579	8.5853	11.4916	13.436	
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	148.093	92.578	192.495	217.282	157.005	71.782	0.000	7.248	26.432	0.000	0.000	0.000	11.0409	3.02349	5.65547	3.116	0	1.98006	0	59.9759	53.3106	58.111	88.0716	55.713	
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	165.141	113.537	217.856	250.402	194.224	106.416	26.935	26.374	41.083	11.247	7.873	5.511	15.3128	6.54118	8.44332	5.39669	1.71316	3.25353	0.96568	62.9009	59.6064	66.696	99.5632	69.149	
V DEBIT ALIRAN SUNGAI																												
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	0.917	0.591	1.210	1.605	1.079	0.554	0.150	0.147	0.228	0.059	0.044	0.031	0.08507	0.03407	0.04691	0.02811	0.00952	0.01808	0.00536	0.32761	0.33115	0.3705	0.55313	0.36015	
22	Debit Aliran Sungai	m ³ /det/hari	0.061	0.037	0.081	0.123	0.072	0.035	0.010	0.010	0.015	0.004	0.003	0.002	0.00567	0.00213	0.00313	0.00176	0.00063	0.00121	0.00036	0.02048	0.02208	0.0247	0.03688	0.02251		
23	Jumlah hari	hari	15	16	15	13	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16	15	16	15	15	15	16	15	15	15	15	16	
24	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶)	m ³	1.189	0.817	1.569	1.803	1.398	0.766	0.194	0.190	0.296	0.081	0.057	0.040	0.11025	0.0471	0.06079	0.03886	0.01233	0.02343	0.00695	0.45289	0.42917	0.4802	0.71686	0.49787		
25	Debit Aliran (dibaca : 10E ¹⁴)	mm/hari	0.793	0.511	1.046	1.387	0.932	0.479	0.129	0.127	0.197	0.051	0.038	0.026	0.0735	0.02944	0.04053	0.02429	0.00822	0.01562	0.00464	0.28305	0.28611	0.3201	0.4779	0.31117		



Debit Bulanan (Tahun 2003) Metode F.J. Mock

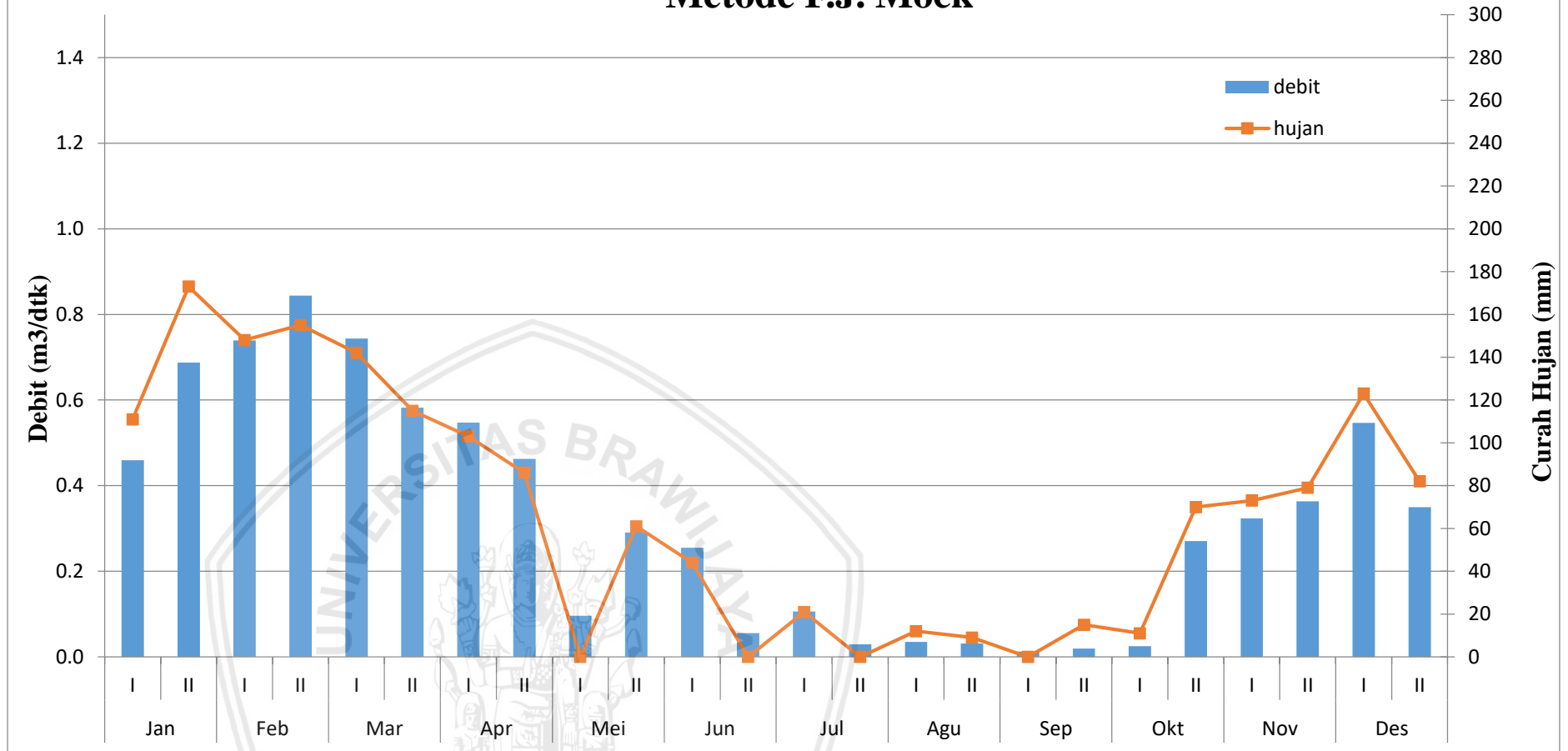


Perhitungan Debit Metode F.J. Mock Tahun 2004

No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des	
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
I DATA HUJAN																											
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	111	173	148	155	142	115	103	86	0	61	44	0	21	0	12	9	0	15	11	70	73	79	123	82
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	6	9	8	7	8	10	10	9	0	8	2	0	4	0	3	2	0	3	3	8	9	9	10	9
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)																											
3	Evapotranspirasi Potensial (ET _o)	ET _o	mm	32.786	34.971	8.583	8.011	6.679	7.124	10.672	10.672	5.658	6.035	3.227	3.227	5.99523	6.39491	7.25097	7.73437	9.48858	9.48858	10.1179	10.7924	9.08828	9.0883	16.5519	17.6553
4	Permukaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5	(m/20) * (18 - h)	Hitungan	-	0.240	0.180	0.200	0.220	0.200	0.160	0.160	0.180	0.360	0.200	0.320	0.360	0.28	0.36	0.3	0.32	0.36	0.3	0.3	0.2	0.18	0.18	0.16	0.18
6	E = (ET _o) * (m/20) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	7.869	6.295	1.717	1.762	1.336	1.140	1.707	1.921	2.037	1.207	1.033	1.162	1.67866	2.30217	2.17529	2.475	3.41589	2.84657	3.03538	2.15849	1.63589	1.6359	2.6483	3.17796
7	Et = (ET _o) - (E)	(3) - (6)	mm	24.917	28.676	6.866	6.248	5.343	5.984	8.964	8.751	3.621	4.828	2.194	2.065	4.31657	4.09274	5.07568	5.25937	6.07269	6.642	7.08254	8.63396	7.45239	7.4524	13.9036	14.4774
III KESEIMBANGAN AIR																											
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (Ds = P - Et)	(1) - (7)	mm	86.083	144.324	141.134	148.752	136.657	109.016	94.036	77.249	-3.621	56.172	41.806	-2.065	16.6834	-4.0927	6.92432	3.74063	-6.0727	8.358	3.91746	61.366	65.5476	71.548	109.096	67.5226
9	Kandungan Air Tanah (SMS)		mm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-3.621	0.000	0.000	-2.065	0	-4.0927	0	0	-6.0727	0	0	0	0	0	0	0
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	SMC	mm	200	200	200	200	200	200	200	200	196	200	200	198	200	196	200	200	194	200	200	200	200	200	200	200
11	Kelebihan Air (WS)	(8) - (9)	mm	86.083	144.324	141.134	148.752	136.657	109.016	94.036	77.249	0.000	52.551	41.806	0.000	14.618	0.000	2.832	3.741	0.000	2.285	3.917	61.366	65.548	71.548	109.096	67.523
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH																											
12	Infiltrasi (I)	(11) * (i)	mm	17.217	28.865	28.227	29.750	27.331	21.803	18.807	15.450	0.000	10.510	8.361	0.000	2.92	0.00	0.57	0.75	0.00	0.46	0.78	12.27	13.11	14.31	21.82	13.50
13	0.5 (1 + k) In	Hitungan	-	14.634	24.535	23.993	25.288	23.232	18.533	15.986	13.132	0.000	8.934	7.107	0.000	2.49	0.00	0.48	0.64	0.00	0.39	0.67	10.43	11.14	12.16	18.55	11.48
14	k * V (n - 1)	Hitungan	-	26.135	28.539	37.152	42.801	47.662	49.626	47.711	44.588	40.404	28.283	26.052	23.211	16.25	13.11	9.18	6.76	5.18	3.63	2.81	2.43	9.01	14.10	18.39	25.85
15	Volume Penyimpanan (Vn)	(13) + (14)	mm	40.770	53.074	61.144	68.089	70.894	68.158	63.697	57.720	40.404	37.217	33.159	23.211	18.73	13.11	9.66	7.40	5.18	4.01	3.48	12.87	20.15	26.27	36.93	37.33
16	Perubahan Volume Air (DVn)	Vn - V(n-1)	mm	3.433	12.304	8.071	6.944	2.805	-2.735	-4.461	-5.977	-17.316	-3.188	-4.058	-9.948	-4.48	-5.62	-3.45	-2.26	-2.22	-1.17	-0.54	9.39	7.28	6.12	10.67	0.40
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	13.783	16.561	20.156	22.806	24.526	24.539	23.269	21.427	17.316	13.698	12.419	9.948	7.40	5.62	4.02	3.01	2.22	1.62	1.32	2.88	5.83	8.19	11.15	13.11
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	68.866	115.459	112.907	119.001	109.325	87.213	75.229	61.799	0.000	42.041	33.444	0.000	11.69	0.00	2.27	2.99	0.00	1.83	3.13	49.09	52.44	57.24	87.28	54.02
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	82.650	132.019	133.063	141.807	133.852	111.751	98.497	83.226	17.316	55.739	45.864	9.948	19.10	5.62	6.28	6.00	2.22	3.45	4.46	51.98	58.26	65.43	98.43	67.12
V DEBIT ALIRAN SUNGAI																											
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	0.459	0.688	0.739	0.844	0.744	0.582	0.547	0.462	0.096	0.290	0.255	0.055	0.11	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.02	0.27	0.32	0.36	0.55	0.35
22	Debit Aliran Sungai		m ³ /det/har	0.031	0.043	0.049	0.060	0.050	0.036	0.036	0.031	0.006	0.018	0.017	0.004	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02	0.04	0.02
23	Jumlah hari		hari	15	16	15	14	15	16	15	15	15	16	15	15	15.00	16.00	15.00	16.00	15.00	15.00	15.00	16.00	15.00	15.00	16.00	
24	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶)		m ³	0.595	0.951	0.958	1.021	0.964	0.805	0.709	0.599	0.125	0.401	0.330	0.072	0.14	0.04	0.05	0.04	0.02	0.02	0.03	0.37	0.42	0.47	0.71	0.48
25	Debit Aliran (dibaca : 10E ¹⁴)		mm/hari	0.397	0.594	0.639	0.729	0.642	0.503	0.473	0.399	0.083	0.251	0.220	0.048	0.09	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.02	0.23	0.28	0.31	0.47	0.30



Debit Bulanan (Tahun 2004) Metode F.J. Mock

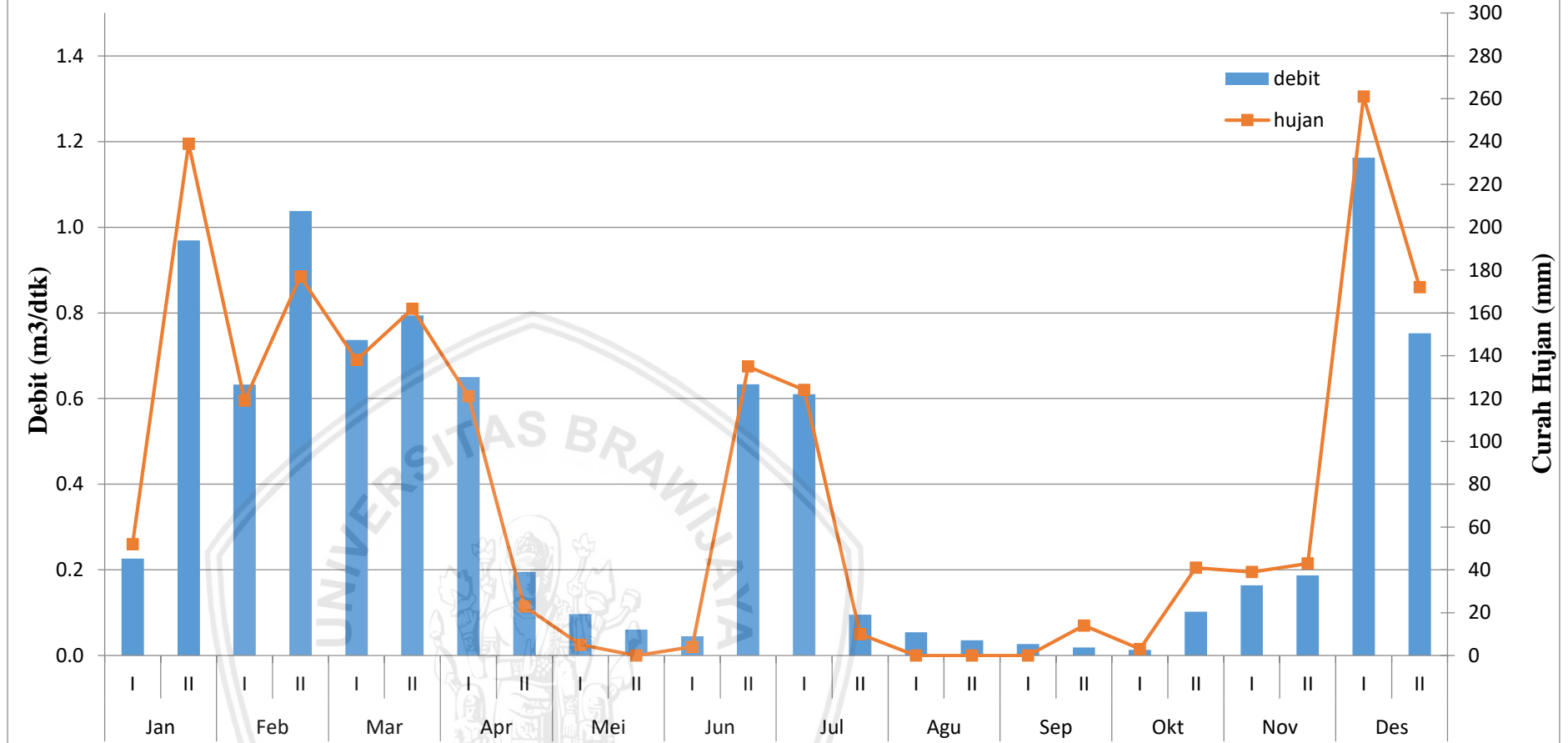


Perhitungan Debit Metode F.J. Mock Tahun 2005

No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des		
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
I DATA HUJAN																												
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	52	239	119	177	138	162	121	23	5	0	4	135	124	10	0	0	0	14	3	41	39	43	261	172	
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	7	14	7	10	11	8	9	4	2	0	2	7	5	1	0	0	0	2	1	3	2	3	10	15	
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)																												
3	Evapotranspirasi Potensial (ET _p)	ET _p	mm	32.786	34.971	8.583	7.439	6.679	7.124	10.672	10.672	5.658	6.035	3.227	3.227	5.99523	6.39491	7.25097	7.73437	9.48858	9.48858	10.1179	10.7924	9.08828	9.0883	16.5519	17.6553	
4	Permukaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
5	(m ₂₀) * (18 - h)	Hitungan	-	0.220	0.080	0.220	0.160	0.140	0.200	0.180	0.280	0.320	0.360	0.320	0.220	0.26	0.34	0.36	0.36	0.36	0.32	0.34	0.3	0.32	0.3	0.16	0.06	
6	E = (ET _p) * (m ₂₀) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	7.213	2.798	1.888	1.190	0.935	1.425	1.921	2.988	1.810	2.173	1.033	0.710	1.55876	2.17427	2.61035	2.78437	3.41589	3.03634	3.44009	3.23773	2.90825	2.7265	2.6483	1.05932	
7	Et = (ET _p) - (E)	(3) - (6)	mm	25.573	32.174	6.695	6.248	5.744	5.699	8.751	7.684	3.847	3.862	2.194	2.517	4.43647	4.22064	4.64062	4.94999	6.07269	6.45223	6.67783	7.55471	6.18003	6.3618	13.9036	16.596	
III KESEIMBANGAN AIR																												
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (Ds = P - Et)	(1) - (7)	mm	26.427	206.826	112.305	170.752	132.256	156.301	112.249	15.316	1.153	-3.862	1.806	132.483	119.564	5.77936	-4.6406	-4.95	-6.0727	7.54777	-3.6778	33.4453	32.82	36.638	247.096	155.404	
9	Kandungan Air Tanah (SMS)	mm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	-4.6406	-4.95	-6.0727	0	-3.6778	0	0	0	0	0		
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	SMC	mm	200	200	200	200	200	200	200	200	200	196	198	200	200	200	195	190	184	192	188	200	200	200	200	200	
11	Kelebihan Air (WS)	(8) - (9)	mm	26.427	206.826	112.305	170.752	132.256	156.301	112.249	15.316	1.153	0.000	0.000	130.426	119.564	5.779	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	21.652	32.820	36.638	247.096	155.404
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH																												
12	Infiltrasi (I)	(11) * (i)	mm	5.285	41.365	22.461	34.150	26.451	31.260	22.450	3.063	0.231	0.000	0.000	26.085	23.9127	1.15587	0	0.00	0	0	0	4.33039	6.56399	7.3276	49.4193	31.0808	
13	0.5 (1 + k) In	Hitungan	-	4.493	35.160	19.092	29.028	22.484	26.571	19.082	2.604	0.196	0.000	0.000	22.172	20.3258	0.98249	0	0.00	0	0	0	3.68083	5.57939	6.2285	42.0064	26.4187	
14	k * V (n - 1)	Hitungan	-	43.813	33.814	48.282	47.162	53.333	53.071	55.750	52.382	38.490	27.080	18.956	13.269	24.8093	31.5946	22.8039	15.9628	11.1739	7.82175	5.47523	3.83266	5.25944	7.5872	9.67098	36.1742	
15	Volume Penyimpanan (Vn)	(13) + (14)	mm	48.305	68.974	67.374	76.190	75.816	79.642	74.832	54.986	38.686	27.080	18.956	35.442	45.1351	32.5771	22.8039	15.9628	11.1739	7.82175	5.47523	7.51349	10.8388	13.816	51.6774	62.5928	
16	Perubahan Volume Air (DVn)	Vn - V(n-1)	mm	-14.284	20.669	-1.600	8.816	-0.373	3.826	-4.810	-19.846	-16.300	-11.606	-8.124	16.486	9.69324	-12.558	-9.7731	-6.8412	-4.7888	-3.3522	-2.3465	2.03826	3.32535	2.9768	37.8617	10.9155	
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	19.570	20.696	24.061	25.335	26.825	27.434	27.260	22.909	16.530	11.606	8.124	9.600	14.2195	13.7139	9.77312	6.84118	4.78883	3.35218	2.34653	2.29213	3.23865	4.3508	11.5576	20.1653	
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	21.142	165.461	89.844	136.601	105.805	125.040	89.799	12.253	0.922	0.000	0.000	104.341	95.6508	4.62349	0	0.000	0	0	17.3215	26.256	29.311	197.677	124.323		
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	40.712	186.158	113.906	161.936	132.629	152.474	117.060	35.162	17.453	11.606	8.124	113.941	109.87	18.3374	9.77312	6.84118	4.78883	3.35218	2.34653	19.6137	29.4946	33.661	209.235	144.489	
V DEBIT ALIRAN SUNGAI																												
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	0.226	0.970	0.633	1.038	0.737	0.794	0.650	0.195	0.097	0.060	0.045	0.633	0.61039	0.09551	0.0543	0.03563	0.0266	0.01862	0.01304	0.10	0.16	0.19	1.16	0.75	
22	Debit Aliran Sungai	m ³ /det/har	0.015	0.061	0.042	0.080	0.049	0.050	0.043	0.013	0.006	0.004	0.003	0.042	0.04069	0.00597	0.00362	0.00223	0.00177	0.00124	0.00087	0.01	0.01	0.01	0.08	0.05		
23	Jumlah hari	hari	15	16	15	13	15	16	15	15	15	15	16	15	15	16	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16	16	
24	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶)	m ³	0.293	1.340	0.820	1.166	0.955	1.098	0.843	0.253	0.126	0.084	0.058	0.820	0.79107	0.13203	0.07037	0.04926	0.03448	0.02414	0.01689	0.14	0.21	0.24	1.51	1.04		
25	Debit Aliran (dibaca : 10E ¹⁴)	mm/hari	0.195	0.838	0.547	0.897	0.637	0.686	0.562	0.169	0.084	0.052	0.039	0.547	0.52738	0.08252	0.04691	0.03079	0.02299	0.01609	0.01126	0.09	0.14	0.16	1.00	0.65		



Debit Bulanan (Tahun 2005) Metode F.J. Mock

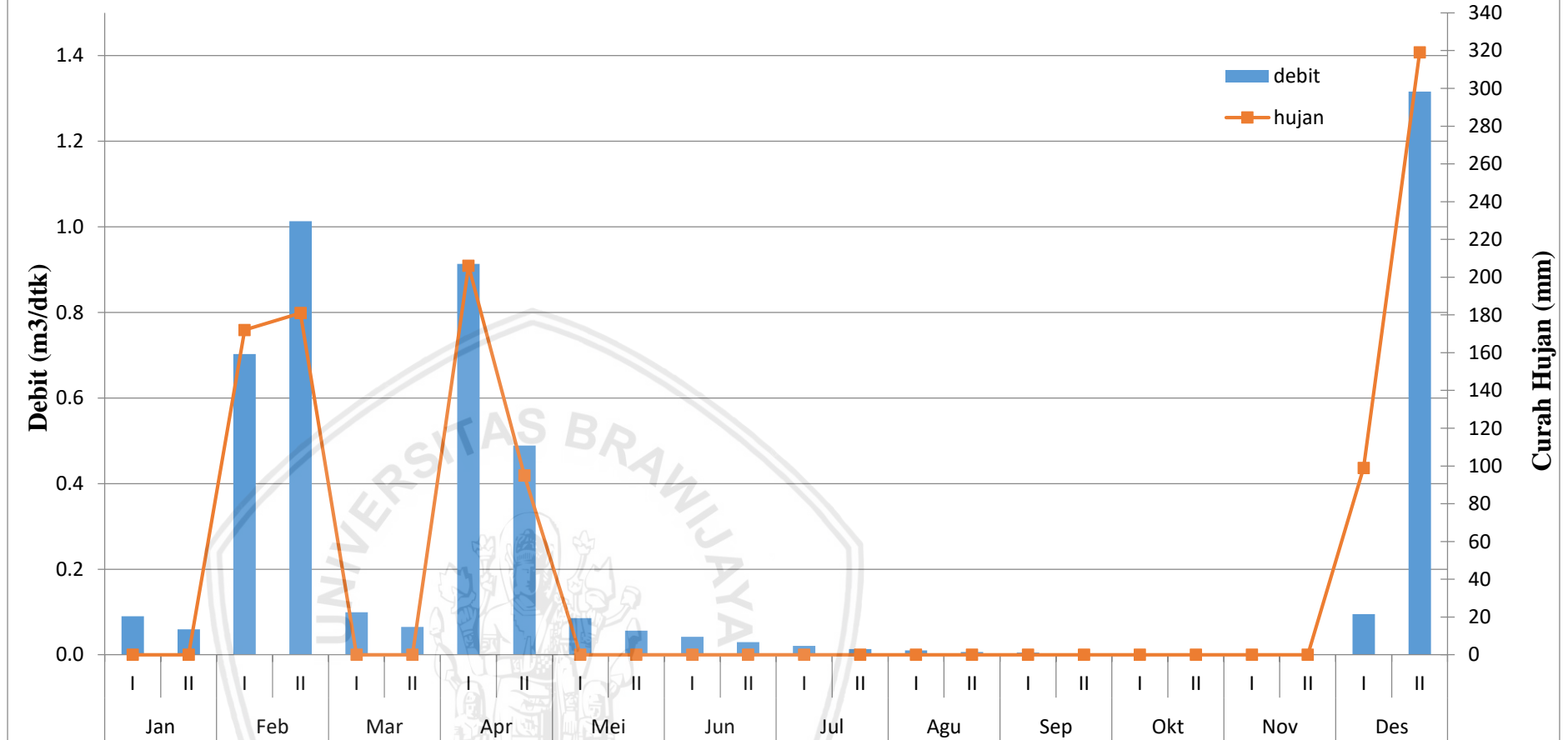


Perhitungan Debit Metode F.J. Mock Tahun 2006

No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des		
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
I DATA HUJAN																												
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	0	0	172	181	0	0	206	95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	319
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	0	0	8	9	0	0	13	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	13	
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)																												
3	Evapotranspirasi Potensial (ETo)	ETo	mm	32.786	34.971	8.583	7.439	6.679	7.124	10.672	10.672	5.658	6.035	3.227	3.227	5.99523	6.39491	7.25097	7.73437	9.48858	9.48858	10.1179	10.7924	9.08828	9.0883	16.5519	17.6553	
4	Pemukaaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5	(m ² 0) * (18 - h)	Hitungan	-	0.360	0.360	0.200	0.180	0.360	0.360	0.100	0.260	0.360	0.360	0.360	0.360	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.26	0.1	
6	E = (ETo) * (m ² 0) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	11.803	12.590	1.717	1.339	2.404	2.565	1.067	2.775	2.037	2.173	1.162	1.162	2.15828	2.30217	2.61035	2.78437	3.41589	3.41589	3.64245	3.88528	3.27178	3.2718	4.30349	1.76553	
7	Et = (ETo) - (E)	(3) - (6)	mm	20.983	22.382	6.866	6.100	4.275	4.560	9.604	7.897	3.621	3.862	2.065	2.065	3.83695	4.09274	4.64062	4.94999	6.07269	6.07269	6.47547	6.90717	5.8165	5.8165	12.2484	15.8898	
III KESEIMBANGAN AIR																												
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (Ds = P - Et)	(1) - (7)	mm	-20.983	-22.382	165.134	174.900	-4.275	-4.560	196.396	87.103	-3.621	-3.862	-2.065	-2.065	-3.8369	-4.0927	-4.6406	-4.95	-6.0727	-6.0727	-6.4755	-6.9072	-5.8165	-5.817	86.7516	303.11	
9	Kandungan Air Tanah (SMS)		mm	-20.983	-22.382	0.000	0.000	-4.275	-4.560	0.000	0.000	-3.621	-3.862	-2.065	-2.065	-3.8369	-4.0927	-4.6406	-4.95	-6.0727	-6.0727	-6.4755	-6.9072	-5.8165	-5.817	0	0	
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	SMC	mm	200	178	200	200	196	191	200	200	196	193	190	188	185	180	176	171	165	159	152	145	140	134	200	200	
11	Kelebihan Air (WS)	(8) - (9)	mm	0.000	0.000	142.752	174.900	0.000	0.000	187.562	87.103	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	20.456	303.110	
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH																												
12	Infiltrasi (I)	(11) * (i)	mm	0.000	0.000	28.550	34.980	0.000	0.000	37.512	17.421	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	4.09129	60.622	
13	0.5 (1 + k) In	Hitungan	-	0.000	0.000	24.268	29.733	0.000	0.000	31.885	14.808	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	3.4776	51.5287	
14	k * V (n - 1)	Hitungan	-	37.896	26.527	18.569	29.986	41.803	29.262	20.484	36.658	36.026	25.218	17.653	12.357	8.64987	6.05491	4.23843	2.9669	2.07683	1.45378	1.01765	0.71235	0.49865	0.3491	0.24434	2.60535	
15	Volume Penyimpanan (Vn)	(13) + (14)	mm	37.896	26.527	42.837	59.719	41.803	29.262	52.369	51.466	36.026	25.218	17.653	12.357	8.64987	6.05491	4.23843	2.9669	2.07683	1.45378	1.01765	0.71235	0.49865	0.3491	3.72193	54.1341	
16	Perubahan Volume Air (DVn)	Vn - V(n-1)	mm	-16.241	-11.369	16.310	16.882	-17.916	-12.541	23.107	-0.903	-15.440	-10.808	-7.565	-5.296	-3.7071	-2.595	-1.8165	-1.2715	-0.8901	-0.623	-0.4361	-0.3053	-0.2137	-0.15	3.37288	50.4122	
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	16.241	11.369	12.241	18.098	17.916	12.541	14.406	18.324	15.440	10.808	7.565	5.296	3.70709	2.59496	1.81647	1.27153	0.89007	0.62305	0.43613	0.30529	0.21371	0.1496	0.71841	10.2099	
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	0.000	0.000	114.202	139.920	0.000	0.000	150.049	69.682	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	16.3652	242.488	
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	16.241	11.369	126.442	158.018	17.916	12.541	164.455	88.006	15.440	10.808	7.565	5.296	3.70709	2.59496	1.81647	1.27153	0.89007	0.62305	0.43613	0.30529	0.21371	0.1496	17.0836	252.698	
V DEBIT ALIRAN SUNGAI																												
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	0.090	0.059	0.702	1.013	0.100	0.065	0.914	0.489	0.086	0.056	0.042	0.029	0.02059	0.01352	0.01009	0.00662	0.00494	0.00346	0.00242	0.00	0.00	0.00	0.09	1.32	
22	Debit Aliran Sungai		m ³ /det/hari	0.006	0.004	0.047	0.078	0.007	0.004	0.061	0.033	0.006	0.004	0.003	0.002	0.00137	0.00084	0.00067	0.00041	0.00033	0.00023	0.00016	0.00	0.00	0.00	0.01	0.08	
23	Jumlah hari		hari	15	16	15	13	15	16	15	15	15	16	15	15	16	15	16	15	15	15	16.00	15.00	15.00	15.00	16.00		
24	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶)		m ³	0.117	0.082	0.910	1.138	0.129	0.090	1.184	0.634	0.111	0.078	0.054	0.038	0.02669	0.01868	0.01308	0.00916	0.00641	0.00449	0.00314	0.00	0.00	0.00	0.12	1.82	
25	Debit Aliran (dibaca : 10E ¹⁴)		mm/hari	0.078	0.051	0.607	0.875	0.086	0.056	0.789	0.422	0.074	0.049	0.036	0.025	0.01779	0.01168	0.00872	0.00572	0.00427	0.00299	0.00209	0.00	0.00	0.00	0.08	1.14	



Debit Bulanan (Tahun 2006) Metode F.J. Mock

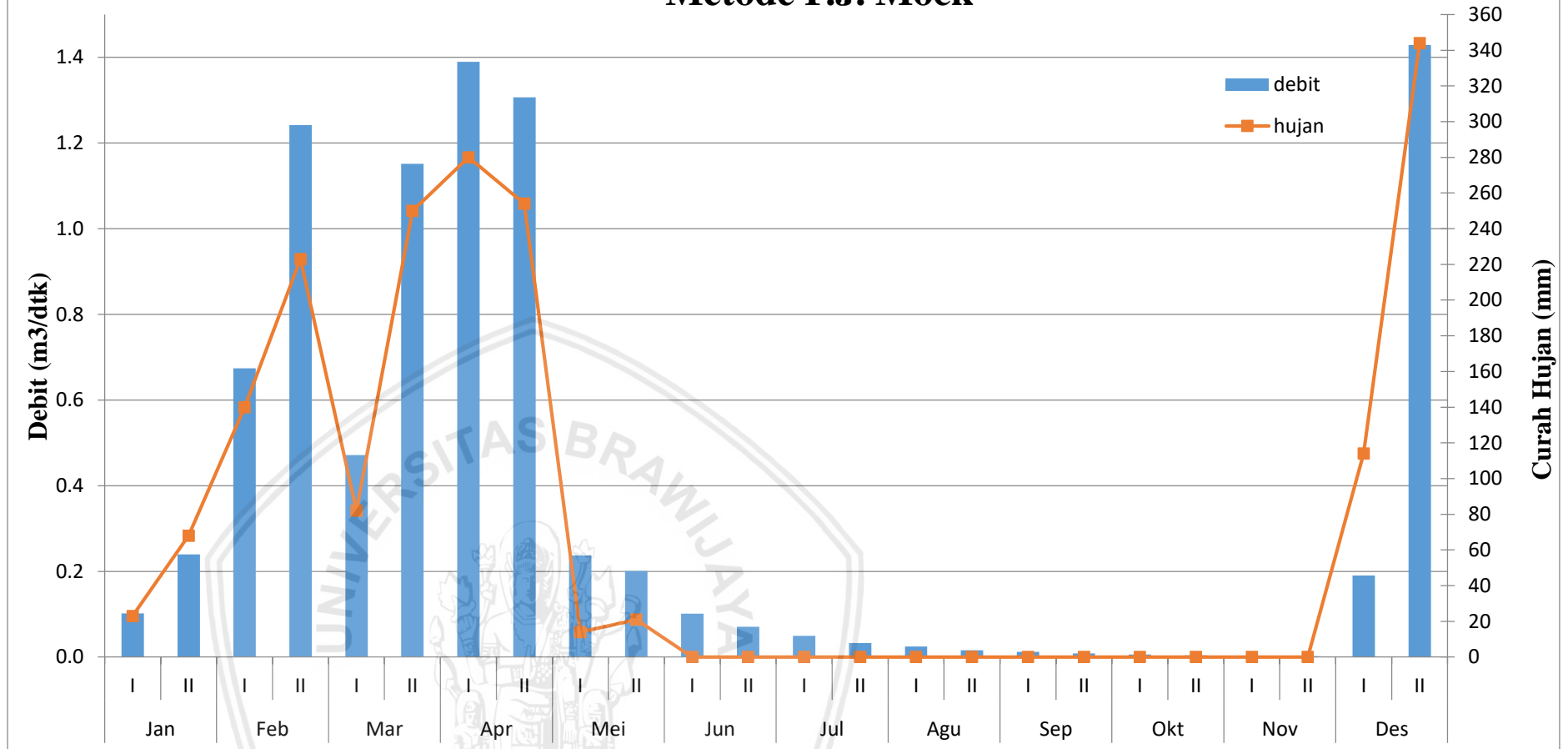


Perhitungan Debit Metode F.J. Mock Tahun 2007

No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des		
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I
I DATA HUJAN																												
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	23	68	140	223	82	250	280	254	14	21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	114	344
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	3	8	9	15	7	11	12	9	7	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	14
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)																												
3	Evapotranspirasi Potensial (ET _o)	ET _o	mm	32.786	34.971	8.583	7.439	6.679	7.124	10.672	10.672	5.658	6.035	3.227	3.227	5.99523	6.39491	7.25097	7.73437	9.48858	9.48858	10.1179	10.7924	9.08828	9.0883	16.5519	17.6553	
4	Pernukaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5	(m/20) * (18 - h)	Hitungan	-	0.300	0.200	0.180	0.060	0.220	0.140	0.120	0.180	0.220	0.280	0.360	0.360	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.14	0.08	
6	E = (ET _o) * (m/20) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	9.836	6.994	1.545	0.446	1.469	0.997	1.281	1.921	1.245	1.690	1.162	1.162	2.15828	2.30217	2.61035	2.78437	3.41589	3.41589	3.64245	3.88528	3.27178	3.2718	2.31726	1.41243	
7	Et = (ET _o) - (E)	(3) - (6)	mm	22.950	27.977	7.038	6.992	5.210	6.127	9.391	8.751	4.413	4.345	2.065	2.065	3.83695	4.09274	4.64062	4.94999	6.07269	6.07269	6.47547	6.90717	5.8165	5.8165	14.2346	16.2429	
III KESEIMBANGAN AIR																												
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (Ds = P - Et)	(1) - (7)	mm	0.050	40.023	132.962	216.008	76.790	243.873	270.609	245.249	9.587	16.655	-2.065	-2.065	-3.8369	-4.0927	-4.6406	-4.95	-6.0727	-6.0727	-6.4755	-6.9072	-5.8165	-5.817	99.7654	327.757	
9	Kandungan Air Tanah (SMS)	mm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.065	-2.065	-3.8369	-4.0927	-4.6406	-4.95	-6.0727	-6.0727	-6.4755	-6.9072	-5.8165	-5.817	0	0	
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	SMC	mm	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	198	196	192	188	183	178	172	166	160	153	147	141	200	200	
11	Kelebihan Air (WS)	(8) - (9)	mm	0.050	40.023	132.962	216.008	76.790	243.873	270.609	245.249	9.587	16.655	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	40.953	327.757	
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH																												
12	Infiltrasi (I)	(11) * (i)	mm	0.010	8.005	26.592	43.202	15.358	48.775	54.122	49.050	1.917	3.331	0.000	0.000	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0	8.19066	65.5514	
13	0.5 (1 + k) In	Hitungan	-	0.009	6.804	22.604	36.721	13.054	41.458	46.004	41.692	1.630	2.831	0.000	0.000	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0	6.96206	55.7187	
14	k * V (n - 1)	Hitungan	-	42.700	29.896	25.690	33.805	49.369	43.696	59.608	73.928	80.934	57.795	42.438	29.707	20.7948	14.5564	10.1895	7.13262	4.99284	3.49499	2.44649	1.71254	1.19878	0.8391	0.5874	5.28463	
15	Volume Penyimpanan (Vn)	(13) + (14)	mm	42.708	36.700	48.293	70.527	62.423	85.155	105.612	115.621	82.564	60.626	42.438	29.707	20.7948	14.5564	10.1895	7.13262	4.99284	3.49499	2.44649	1.71254	1.19878	0.8391	7.54947	61.0033	
16	Perubahan Volume Air (DVn)	Vn - V(n-1)	mm	-18.291	-6.009	11.594	22.233	-8.104	22.732	20.457	10.009	-33.056	-21.938	-18.188	-12.732	-8.9121	-6.2384	-4.3669	-3.0568	-2.1398	-1.4979	-1.0485	-0.7339	-0.5138	-0.36	6.71032	53.4539	
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	18.301	14.013	14.999	20.968	23.462	26.043	33.665	39.041	34.974	25.269	18.188	12.732	8.91207	6.23845	4.36691	3.05684	2.13979	1.49785	1.0485	0.73395	0.51376	0.3596	1.48034	12.0976	
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	0.040	32.018	106.370	172.806	61.432	195.099	216.487	196.199	7.670	13.324	0.000	0.000	0	0	0.0000	0	0	0	0	0	0	0	32.7627	262.206	
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	18.342	46.032	121.368	193.774	84.894	221.142	250.152	235.240	42.643	38.593	18.188	12.732	8.91207	6.23845	4.36691	3.05684	2.13979	1.49785	1.0485	0.73395	0.51376	0.3596	34.243	274.303	
V DEBIT ALIRAN SUNGAI																												
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	0.102	0.240	0.674	1.242	0.472	1.152	1.390	1.307	0.237	0.201	0.101	0.071	0.04951	0.03249	0.02426	0.01592	0.01189	0.00832	0.00582	0.00	0.00	0.00	0.19	1.43	
22	Debit Aliran Sungai	m ³ /det/hari	0.007	0.015	0.045	0.096	0.031	0.072	0.093	0.087	0.016	0.013	0.007	0.005	0.0033	0.00203	0.00162	0.001	0.00079	0.00055	0.00039	0.00	0.00	0.00	0.01	0.09		
23	Jumlah hari	hari	15	16	15	13	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16	15	16	15	15	15	16.00	15.00	15.00	15.00	16.00		
24	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶)	m ³	0.132	0.331	0.874	1.395	0.611	1.592	1.801	1.694	0.307	0.278	0.131	0.092	0.06417	0.04492	0.03144	0.02201	0.01541	0.01078	0.00755	0.01	0.00	0.00	0.25	1.97		
25	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶ 14)	mm/hari	0.088	0.207	0.583	1.073	0.407	0.995	1.201	1.129	0.205	0.174	0.087	0.061	0.04278	0.02807	0.02096	0.01376	0.01027	0.00719	0.00503	0.00	0.00	0.00	0.16	1.23		



Debit Bulanan (Tahun 2007) Metode F.J. Mock

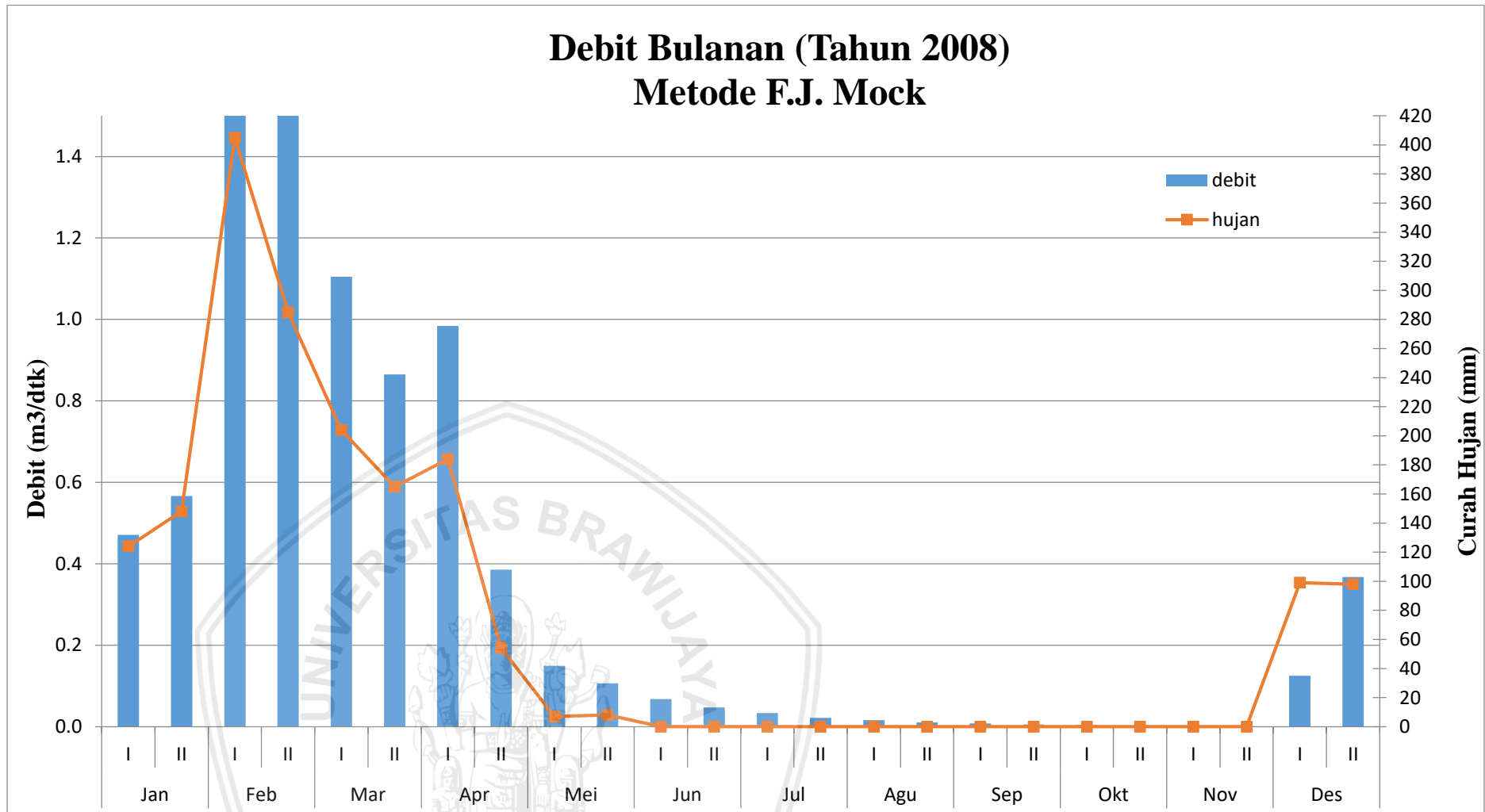


Perhitungan Debit Metode F.J. Mock Tahun 2008

No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des		
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
I DATA HUJAN																												
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	124	148	405	285	204	165	184	54	7	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	99	98
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	11	7	14	12	11	10	11	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	10	
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)																												
3	Evapotranspirasi Potensial (ETo)	ETo	mm	32.786	34.971	8.583	7.439	6.679	7.124	10.672	10.672	5.658	6.035	3.227	3.227	5.99523	6.39491	7.25097	7.73437	9.48858	9.48858	10.1179	10.7924	9.08828	9.0883	16.5519	17.6553	
4	Permukaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5	(m20) * (18 - h)	Hitungan	-	0.140	0.220	0.080	0.120	0.140	0.160	0.140	0.240	0.320	0.340	0.360	0.360	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.2	0.16	
6	E = (ETo) * (m20) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	4.590	7.694	0.687	0.893	0.935	1.140	1.494	2.561	1.810	2.052	1.162	1.162	2.15828	2.30217	2.61035	2.78437	3.41589	3.41589	3.64245	3.88528	3.27178	3.2718	3.31037	2.82485	
7	Et = (ETo) - (E)	(3) - (6)	mm	28.196	27.278	7.896	6.546	5.744	5.984	9.178	8.110	3.847	3.983	2.065	2.065	3.83695	4.09274	4.64062	4.94999	6.07269	6.07269	6.47547	6.90717	5.8165	5.8165	13.2415	14.8305	
III KESEIMBANGAN AIR																												
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (Ds = P - Et)	(1) - (7)	mm	95.804	120.722	397.104	278.454	198.256	159.016	174.822	45.890	3.153	4.017	-2.065	-2.065	-3.8369	-4.0927	-4.6406	-4.95	-6.0727	-6.0727	-6.4755	-6.9072	-5.8165	-5.817	85.7585	83.1695	
9	Kandungan Air Tanah (SMS)	mm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.065	-2.065	-3.8369	-4.0927	-4.6406	-4.95	-6.0727	-6.0727	-6.4755	-6.9072	-5.8165	-5.817	0	0	
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	SMC	mm	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	198	196	192	188	183	178	172	166	160	153	147	141	200	200	
11	Kelebihan Air (WS)	(8) - (9)	mm	95.804	120.722	397.104	278.454	198.256	159.016	174.822	45.890	3.153	4.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	26.946	83.170	
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH																												
12	Infiltrasi (I)	(11) * (i)	mm	19.161	24.144	79.421	55.691	39.651	31.803	34.964	9.178	0.631	0.803	0.000	0.000	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0	5.38929	16.6339	
13	0.5 (I + k) In	Hitungan	-	16.287	20.523	67.508	47.337	33.704	27.033	29.720	7.801	0.536	0.683	0.000	0.000	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0	4.58089	14.1388	
14	k * V (n - I)	Hitungan	-	12.334	20.035	28.390	67.129	80.126	79.681	74.699	73.093	56.626	40.014	28.488	19.941	13.9589	9.77122	6.83986	4.7879	3.35153	2.34607	1.64225	1.14957	0.8047	0.5633	0.3943	3.48264	
15	Volume Penyimpanan (Vn)	(13) + (14)	mm	28.621	40.558	95.898	114.466	113.830	106.713	104.419	80.895	57.162	40.696	28.488	19.941	13.9589	9.77122	6.83986	4.7879	3.35153	2.34607	1.64225	1.14957	0.8047	0.5633	4.9752	17.6215	
16	Perubahan Volume Air (DVn)	Vn - V(n-1)	mm	11.001	11.936	55.340	18.568	-0.636	-7.116	-2.294	-23.525	-23.732	-16.466	-12.209	-8.546	-5.9824	-4.1877	-2.9314	-2.052	-1.4364	-1.0055	-0.7038	-0.4927	-0.3449	-0.241	4.41191	12.6463	
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	8.160	12.208	24.080	37.123	40.287	38.919	37.259	32.702	24.363	17.269	12.209	8.546	5.98238	4.18767	2.93137	2.05196	1.43637	1.00546	0.70382	0.49267	0.34487	0.2414	0.97738	3.98764	
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	76.644	96.578	317.683	222.763	158.605	127.213	139.858	36.712	2.522	3.214	0.000	0.000	0	0	0	0.0000	0	0	0	0	0	0	21.5571	66.5356	
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	84.804	108.786	341.763	259.886	198.892	166.132	177.117	69.414	26.885	20.483	12.209	8.546	5.98238	4.18767	2.93137	2.05196	1.43637	1.00546	0.70382	0.49267	0.34487	0.2414	22.5345	70.5233	
V DEBIT ALIRAN SUNGAI																												
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	0.471	0.567	1.899	1.666	1.105	0.865	0.984	0.386	0.149	0.107	0.068	0.047	0.03324	0.02181	0.01629	0.01069	0.00798	0.00559	0.00391	0.00	0.00	0.00	0.13	0.37	
22	Debit Aliran Sungai	m ³ /det/hari	0.031	0.035	0.127	0.128	0.074	0.054	0.066	0.026	0.010	0.007	0.005	0.003	0.00222	0.00136	0.00109	0.00067	0.00053	0.00037	0.00026	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02		
23	Jumlah hari	hari	15	16	15	13	15	16	15	15	15	15	16	15	15	16	15	16	15	15	15	16.00	15.00	15.00	15.00	16.00		
24	Debit Aliran (dibaca : 10E^6)	m ³	0.611	0.783	2.461	1.871	1.432	1.196	1.275	0.500	0.194	0.147	0.088	0.062	0.04307	0.03015	0.02111	0.01477	0.01034	0.00724	0.00507	0.00	0.00	0.00	0.16	0.51		
25	Debit Aliran (dibaca : 10E^14)	mm/hari	0.407	0.490	1.640	1.439	0.955	0.748	0.850	0.333	0.129	0.092	0.059	0.041	0.02872	0.01884	0.01407	0.00923	0.00689	0.00483	0.00338	0.00	0.00	0.00	0.11	0.32		



Debit Bulanan (Tahun 2008) Metode F.J. Mock

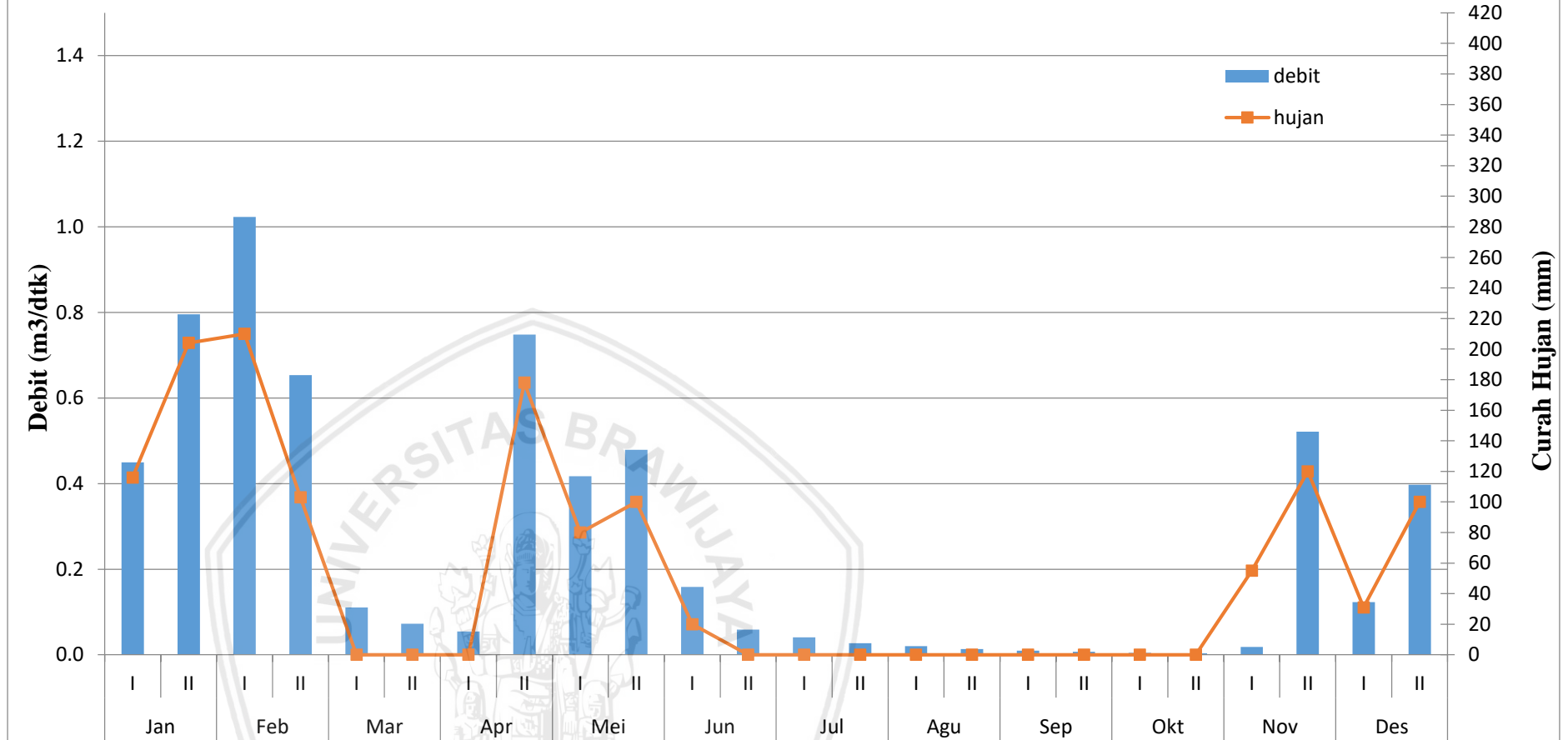


Perhitungan Debit Metode F.J. Mock Tahun 2009

No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des	
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
I DATA HUJAN																											
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	116	204	210	103	0	0	0	178	80	100	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	55	120	31	100
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	11	14	10	8	0	0	0	7	10	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	9	3	9	
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)																											
3	Evapotranspirasi Potensial (ET _o)	ET _o	mm	32.786	34.971	8.583	7.439	6.679	7.124	10.672	10.672	5.658	6.035	3.227	3.227	5.99523	6.39491	7.25097	7.73437	9.48858	9.48858	10.1179	10.7924	9.08828	9.08828	16.5519	17.6553
4	Pernukaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5	(m ₂₀) * (18 - h)	Hitungan	-	0.140	0.080	0.160	0.200	0.360	0.360	0.360	0.220	0.160	0.260	0.320	0.360	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.3	0.18	0.3	0.18
6	E = (ET _o) * (m ₂₀) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	4.590	2.798	1.373	1.488	2.404	2.565	3.842	2.348	0.905	1.569	1.033	1.162	2.15828	2.30217	2.61035	2.78437	3.41589	3.41589	3.64245	3.88528	2.72648	1.63589	4.96556	3.17796
7	Et = (ET _o) - (E)	(3) - (6)	mm	28.196	32.174	7.210	5.951	4.275	4.560	6.830	8.324	4.752	4.466	2.194	2.065	3.83695	4.09274	4.64062	4.94999	6.07269	6.07269	6.47547	6.90717	6.3618	7.45239	11.5863	14.4774
III KESEIMBANGAN AIR																											
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (Ds = P - Et)	(1) - (7)	mm	87.804	171.826	202.790	97.049	-4.275	-4.560	-6.830	169.676	75.248	95.534	17.806	-2.065	-3.8369	-4.0927	-4.6406	-4.95	-6.0727	-6.0727	-6.4755	-6.9072	48.6382	112.548	19.4137	85.5226
9	Kandungan Air Tanah (SMS)		mm	0.000	0.000	0.000	0.000	-4.275	-4.560	-6.830	0.000	0.000	0.000	0.000	-2.065	-3.8369	-4.0927	-4.6406	-4.95	-6.0727	-6.0727	-6.4755	-6.9072	0	0	0	0
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	SMC	mm	200	200	200	200	196	191	184	200	200	200	198	194	190	185	180	174	168	162	155	200	200	200	200	
11	Kelebihan Air (WS)	(8) - (9)	mm	87.804	171.826	202.790	97.049	0.000	0.000	0.000	154.012	75.248	95.534	17.806	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	3.525	112.548	19.414	85.523
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH																											
12	Infiltrasi (I)	(11) * (i)	mm	17.561	34.365	40.558	19.410	0.000	0.000	0.000	30.802	15.050	19.107	3.561	0.000	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.7049	22.5095	3.88274	17.1045
13	0.5 (1 + k) In	Hitungan	-	14.927	29.210	34.474	16.498	0.000	0.000	0.000	26.182	12.792	16.241	3.027	0.000	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0.59917	19.1331	3.30033	14.5388
14	k * V (n - 1)	Hitungan	-	18.742	23.568	36.945	49.994	46.544	32.581	22.807	15.965	29.503	29.606	32.093	24.584	17.2088	12.0462	8.43231	5.90262	4.13183	2.89228	2.0246	1.41722	0.99205	1.11385	14.1729	12.2312
15	Volume Penyimpanan (Vn)	(13) + (14)	mm	33.669	52.779	71.419	66.492	46.544	32.581	22.807	42.147	42.295	45.847	35.120	24.584	17.2088	12.0462	8.43231	5.90262	4.13183	2.89228	2.0246	1.41722	1.59122	20.2469	17.4732	26.7701
16	Perubahan Volume Air (DVn)	Vn - V(n-1)	mm	6.894	19.110	18.641	-4.927	-19.948	-13.963	-9.774	19.340	0.148	3.552	-10.727	-10.536	-7.3752	-5.1626	-3.61385	-2.5297	-1.7708	-1.2396	-0.8677	-0.6074	0.174	18.6557	-2.7738	9.29689
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	10.666	15.255	21.917	24.337	19.948	13.963	9.774	11.462	14.901	15.554	14.288	10.536	7.3752	5.16264	3.61385	2.52969	1.77079	1.23955	0.86769	0.60738	0.5309	3.85379	6.65649	7.80764
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	70.244	137.461	162.232	77.639	0.000	0.000	0.000	123.210	60.198	76.427	14.244	0.000	0	0	0	0.000	0	0	0	0	2.81961	90.0381	15.531	68.4181
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	80.910	152.717	184.149	101.977	19.948	13.963	9.774	134.672	75.100	91.982	28.533	10.536	7.3752	5.16264	3.61385	2.52969	1.77079	1.23955	0.86769	0.60738	3.35051	93.8919	22.1874	76.2257
V DEBIT ALIRAN SUNGAI																											
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	0.449	0.795	1.023	0.654	0.111	0.073	0.054	0.748	0.417	0.479	0.159	0.059	0.04097	0.02689	0.02008	0.01318	0.00984	0.00689	0.00482	0.00	0.02	0.52	0.12	0.40
22	Debit Aliran Sungai		m ³ /det/hari	0.030	0.050	0.068	0.050	0.007	0.005	0.004	0.050	0.028	0.030	0.011	0.004	0.00273	0.00168	0.00134	0.00082	0.00066	0.00046	0.00032	0.00	0.00	0.03	0.01	0.02
23	Jumlah hari		hari	15	16	15	13	15	16	15	15	15	16	15	15	16	15	16	15	15	15	16.00	15.00	15.00	15.00	16.00	
24	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶)		m ³	0.583	1.100	1.326	0.734	0.144	0.101	0.070	0.970	0.541	0.662	0.205	0.076	0.0531	0.03717	0.02602	0.01821	0.01275	0.00892	0.00625	0.00	0.02	0.68	0.16	0.55
25	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶ /14)		mm/hari	0.388	0.687	0.884	0.565	0.096	0.063	0.047	0.646	0.360	0.414	0.137	0.051	0.0354	0.02323	0.01735	0.01138	0.0085	0.00595	0.00416	0.00	0.02	0.45	0.11	0.34



Debit Bulanan (Tahun 2009) Metode F.J. Mock

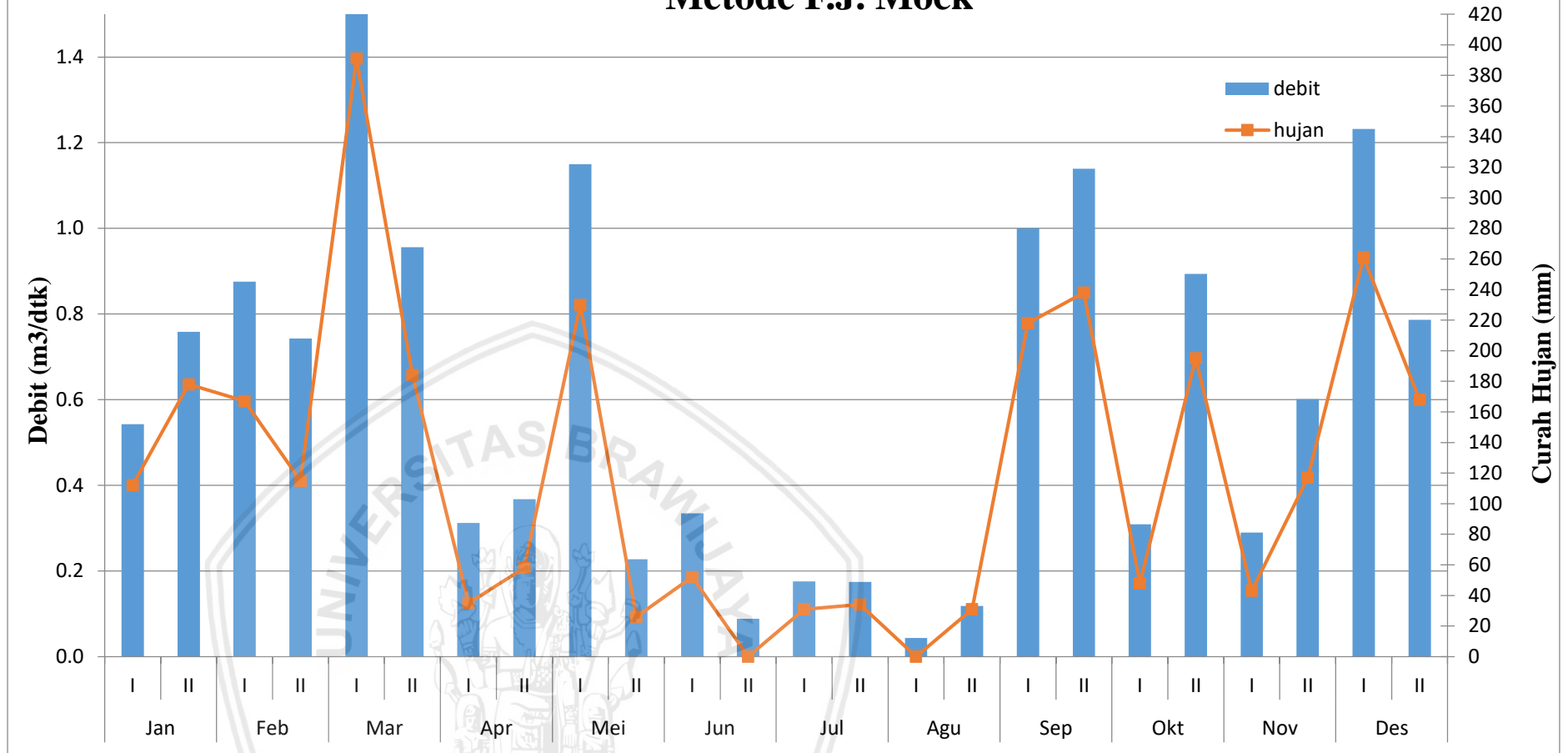


Perhitungan Debit Metode F.J. Mock Tahun 2010

No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des	
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
I DATA HUJAN																											
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	112	178	167	115	391	184	35	58	230	26	52	0	31	34	0	31	218	238	48	195	43	117	261	168
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	11	13	5	6	10	11	8	9	12	4	6	0	3	4	0	4	5	10	3	10	2	7	13	13
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)																											
3	Evapotranspirasi Potensial (ET _o)	ET _o	mm	32.786	34.971	8.583	7.439	6.679	7.124	10.672	10.672	5.658	6.035	3.227	3.227	5.99523	6.39491	7.25097	7.73437	9.48858	9.48858	10.1179	10.7924	9.08828	9.08828	16.5519	17.6553
4	Permukaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
5	(m ² 0) * (18 - h)	Hitungan	-	0.140	0.100	0.260	0.240	0.160	0.140	0.200	0.180	0.120	0.280	0.240	0.360	0.3	0.28	0.36	0.28	0.26	0.16	0.3	0.16	0.32	0.22	0.1	0.1
6	E = (ET _o) * (m ² 0) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	4.590	3.497	2.232	1.785	1.069	0.997	2.134	1.921	0.679	1.690	0.775	1.162	1.79857	1.79058	2.61035	2.16562	2.46703	1.51817	3.03538	1.72679	2.90825	1.99942	1.65519	1.76553
7	Et = (ET _o) - (E)	(3) - (6)	mm	28.196	31.474	6.351	5.653	5.610	6.127	8.537	8.751	4.979	4.345	2.453	2.065	4.19666	4.60434	4.64062	5.56874	7.02155	7.9704	7.08254	9.06565	6.18003	7.08886	14.8967	15.8898
III KESEIMBANGAN AIR																											
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (Ds = P - Et)	(1) - (7)	mm	83.804	146.526	160.649	109.347	385.390	177.873	26.463	49.249	225.021	21.655	49.547	-2.065	26.8033	29.3957	-4.6406	25.4313	210.978	230.03	40.9175	185.934	36.82	109.911	246.103	152.11
9	Kandungan Air Tanah (SMS)		mm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	SMC	mm	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	198	200	200	195	200	200	200	200	200	200	200	200	200
11	Kelebihan Air (WS)	(8) - (9)	mm	83.804	146.526	160.649	109.347	385.390	177.873	26.463	49.249	225.021	21.655	49.547	0.000	24.738	29.396	0.000	20.791	210.978	230.030	40.917	185.934	36.820	109.911	246.103	152.110
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH																											
12	Infiltrasi (I)	(11) * (i)	mm	16.761	29.305	32.130	21.869	77.078	35.575	5.293	9.850	45.004	4.331	9.909	0.000	4.94759	5.87913	0	4.16	42.1957	46.0059	8.18349	37.1869	7.36399	21.9822	49.2207	30.422
13	0.5 (1 + k) In	Hitungan	-	14.247	24.909	27.310	18.589	65.516	30.238	4.499	8.372	38.254	3.681	8.423	0.000	4.20545	4.99726	0	3.53	35.8663	39.105	6.95597	31.6088	6.25939	18.6849	41.8376	25.8587
14	k * V (n - 1)	Hitungan	-	65.590	55.886	56.557	58.707	54.107	83.736	79.782	58.997	47.158	59.788	44.429	36.996	25.8974	21.072	18.2485	12.7739	11.4158	33.0975	50.5418	40.2484	50.3001	39.5916	40.7936	57.8418
15	Volume Penyimpanan (Vn)	(13) + (14)	mm	79.837	80.795	83.867	77.296	119.623	113.975	84.281	67.369	85.412	63.470	52.852	36.996	30.1029	26.0693	18.2485	16.3083	47.2822	72.2026	57.4978	71.8573	56.5595	58.2765	82.6311	83.7005
16	Perubahan Volume Air (DVn)	Vn - V(n-1)	mm	-13.863	0.958	3.072	-6.571	42.328	-5.649	-29.694	-16.912	18.043	-21.942	-10.618	-15.856	-6.8934	-4.0336	-7.8208	-1.9401	30.9738	24.9204	-14.705	14.3595	-15.298	1.71705	24.3546	1.06939
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	30.624	28.347	29.058	28.440	34.750	41.223	34.986	26.762	26.961	26.273	20.527	15.856	11.841	9.91273	7.82078	6.09827	11.2219	21.0855	22.8883	22.8274	22.6618	20.2652	24.8661	29.3526
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	67.044	117.221	128.519	87.477	308.312	142.299	21.170	39.399	180.017	17.324	39.638	0.000	19.7904	23.5165	0	16.633	168.783	184.024	32.734	148.747	29.456	87.9289	196.883	121.688
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	97.668	145.567	157.577	115.918	343.062	183.522	56.156	66.161	206.978	43.597	60.165	15.856	31.6314	33.4293	7.82078	22.7308	180.005	205.109	55.6223	171.575	52.1178	108.194	221.749	151.041
V DEBIT ALIRAN SUNGAI																											
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	0.543	0.758	0.875	0.743	1.906	0.956	0.312	0.368	1.150	0.227	0.334	0.088	0.17573	0.17411	0.04345	0.11839	1.00003	1.1395	0.30901	0.89	0.29	0.60	1.23	0.79
22	Debit Aliran Sungai		m ³ /det/hari	0.036	0.047	0.058	0.057	0.127	0.060	0.021	0.025	0.077	0.014	0.022	0.006	0.01172	0.01088	0.0029	0.0074	0.06667	0.07597	0.0206	0.06	0.02	0.04	0.08	0.05
23	Jumlah hari		hari	15	16	15	13	15	16	15	15	15	16	15	15	15	16	15	16	15	15	15	16.00	15.00	15.00	15.00	16.00
24	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶)		m ³	0.703	1.048	1.135	0.835	2.470	1.321	0.404	0.476	1.490	0.314	0.433	0.114	0.22775	0.24069	0.05631	0.16366	1.29603	1.47679	0.40048	1.24	0.38	0.78	1.60	1.09
25	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶ *14)		mm/hari	0.469	0.655	0.756	0.642	1.647	0.826	0.270	0.318	0.993	0.196	0.289	0.076	0.15183	0.15043	0.03754	0.10229	0.86402	0.98452	0.26699	0.77	0.25	0.52	1.06	0.68



Debit Bulanan (Tahun 2010) Metode F.J. Mock

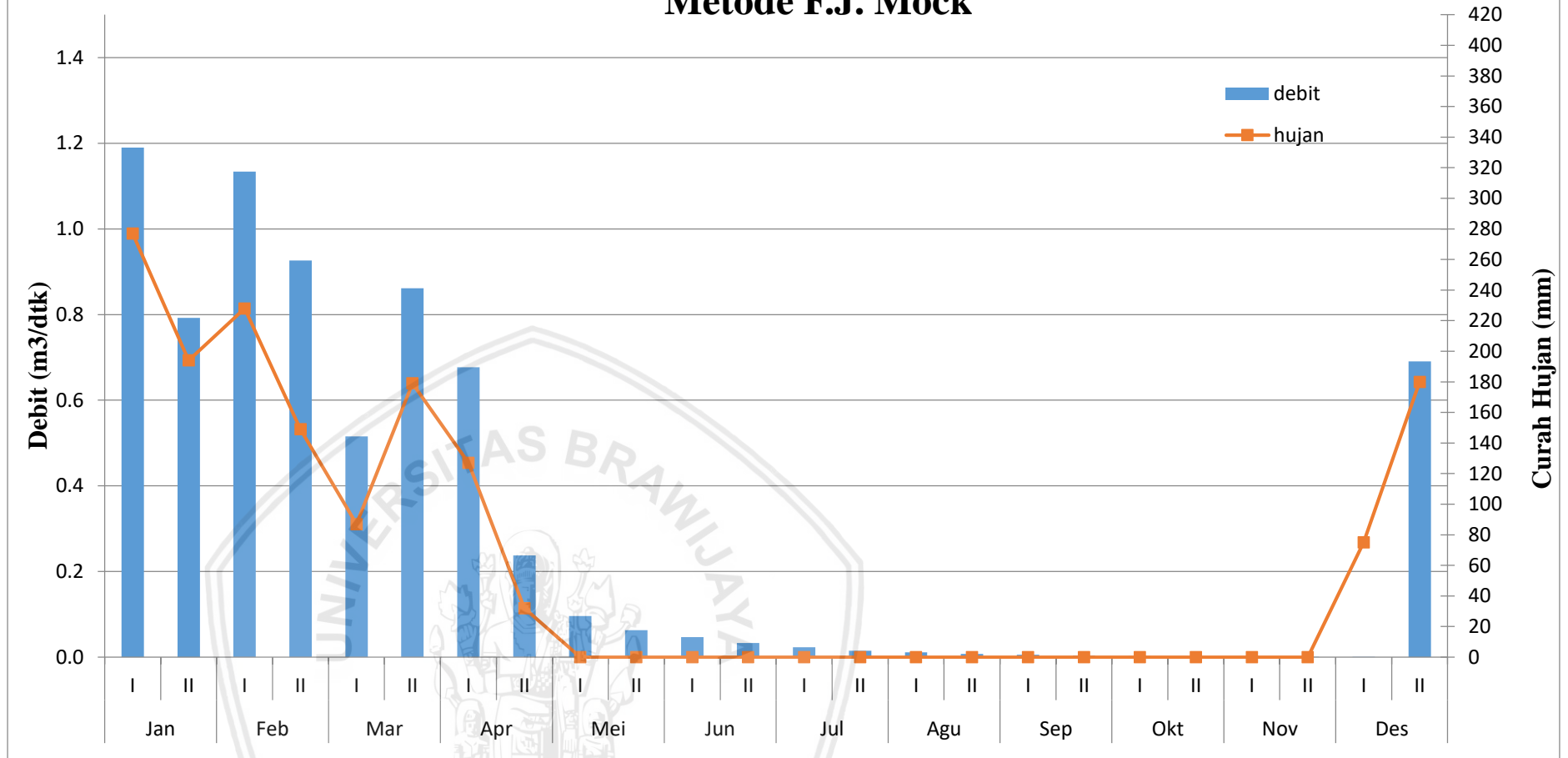


Perhitungan Debit Metode F.J. Mock Tahun 2011

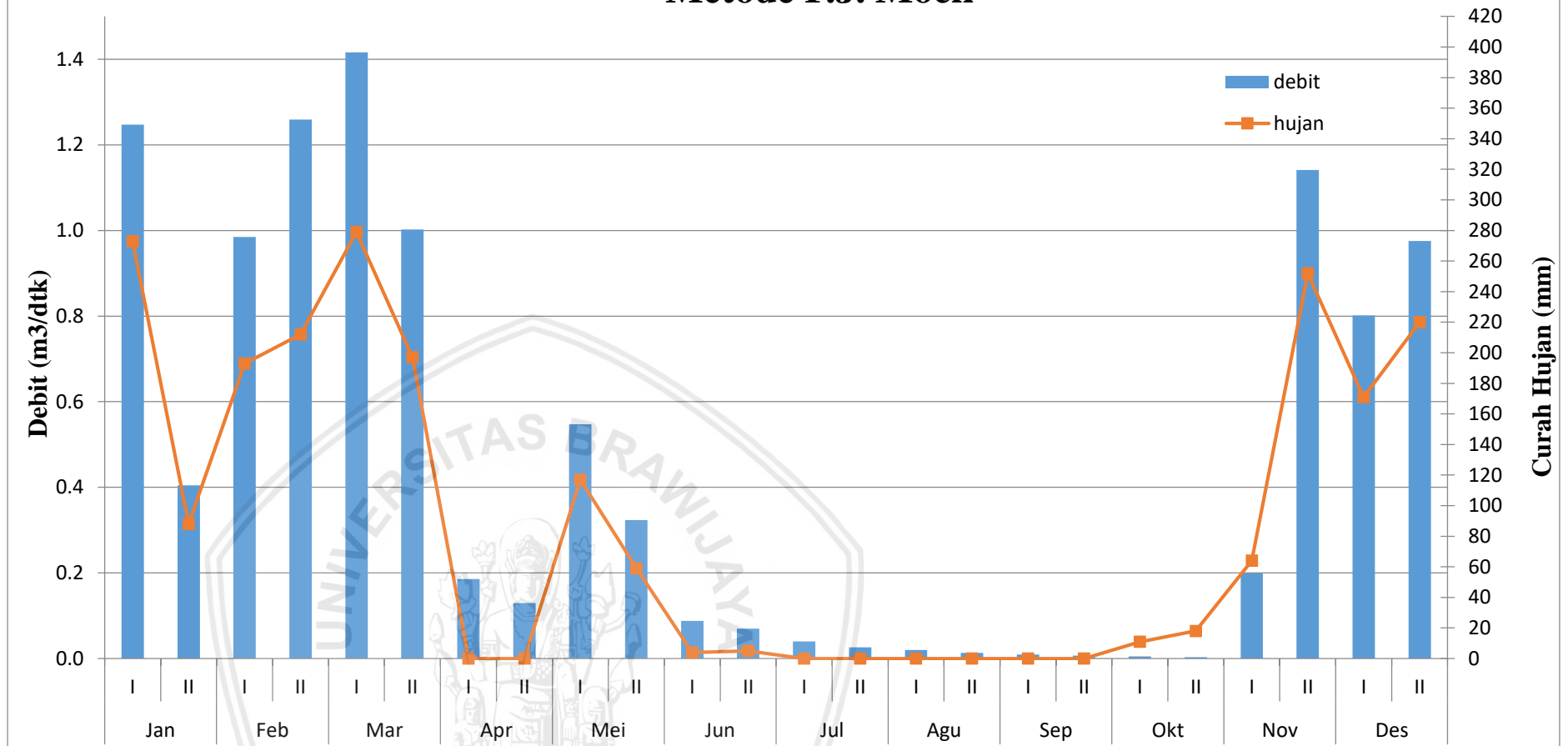
No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des		
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
I DATA HUJAN																												
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	277	194	228	149	87	179	127	32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75	180
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	12	15	12	10	12	12	12	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	12	
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)																												
3	Evapotranspirasi Potensial (ETo)	ETo	mm	32.786	34.971	8.583	7.439	6.679	7.124	10.672	10.672	5.658	6.035	3.227	3.227	5.99523	6.39491	7.25097	7.73437	9.48858	9.48858	10.1179	10.7924	9.08828	9.0883	16.5519	17.6553	
4	Permukaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400
5	(m20) * (18 - h)	Hitungan	-	0.120	0.060	0.120	0.160	0.120	0.120	0.120	0.240	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.360	0.18	0.12	
6	E = (ETo) * (m20) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	3.934	2.098	1.030	1.190	0.801	0.855	1.281	2.561	2.037	2.173	1.162	1.162	2.15828	2.30217	2.61035	2.78437	3.41589	3.41589	3.64245	3.88528	3.27178	3.2718	2.97934	2.11864	
7	Et = (ETo) - (E)	(3) - (6)	mm	28.851	32.873	7.553	6.248	5.877	6.269	9.391	8.110	3.621	3.862	2.065	2.065	3.83695	4.09274	4.64062	4.94999	6.07269	6.07269	6.47547	6.90717	5.8165	5.8165	13.5725	15.5367	
III KESEIMBANGAN AIR																												
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (Ds = P - Et)	(1) - (7)	mm	248.149	161.127	220.447	142.752	81.123	172.731	117.609	23.890	-3.621	-3.862	-2.065	-2.065	-3.8369	-4.0927	-4.6406	-4.95	-6.0727	-6.0727	-6.4755	-6.9072	-5.8165	-5.817	61.4275	164.463	
9	Kandungan Air Tanah (SMS)	mm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-3.621	-3.862	-2.065	-2.065	-3.8369	-4.0927	-4.6406	-4.95	-6.0727	-6.0727	-6.4755	-6.9072	-5.8165	-5.817	0	0	
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	SMC	mm	200	200	200	200	200	200	200	200	196	193	190	188	185	180	176	171	165	159	152	145	140	134	195	200	
11	Kelebihan Air (WS)	(8) - (9)	mm	248.149	161.127	220.447	142.752	81.123	172.731	117.609	23.890	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	159.596	
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH																												
12	Infiltrasi (I)	(11) * (i)	mm	49.630	32.225	44.089	28.550	16.225	34.546	23.522	4.778	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	31.9191	
13	0.5 (1 + k) In	Hitungan	-	42.185	27.392	37.476	24.268	13.791	29.364	19.994	4.061	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0.00	0	0	0	0	0	0	0	27.1313	
14	k * V (n - 1)	Hitungan	-	19.123	42.916	49.215	60.684	59.466	51.280	56.451	53.511	40.301	28.210	19.747	13.823	9.67617	6.77332	4.74132	3.31893	2.32325	1.62627	1.13839	0.79687	0.55781	0.3905	0.27333	0.19133	
15	Volume Penyimpanan (Vn)	(13) + (14)	mm	61.308	70.307	86.691	84.951	73.257	80.644	76.444	57.572	40.301	28.210	19.747	13.823	9.67617	6.77332	4.74132	3.31893	2.32325	1.62627	1.13839	0.79687	0.55781	0.3905	0.27333	27.3226	
16	Perubahan Volume Air (DVn)	Vn - V(n-1)	mm	33.990	8.999	16.384	-1.740	-11.695	7.387	-4.200	-18.872	-17.272	-12.090	-8.463	-5.924	-4.1469	-2.9029	-2.032	-1.4224	-0.9957	-0.697	-0.4879	-0.3415	-0.2391	-0.167	-0.1171	27.0493	
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	15.640	23.226	27.706	30.290	27.919	27.159	27.721	23.650	17.272	12.090	8.463	5.924	4.14693	2.90285	2.032	1.4224	0.99568	0.69697	0.48788	0.34152	0.23906	0.1673	0.11714	4.86987	
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	198.519	128.902	176.358	114.201	64.898	138.185	94.087	19.112	0.000	0.000	0.000	0.000	0	0	0	0.000	0	0	0	0	0	0	0	127.676	
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	214.159	152.128	204.063	144.491	92.817	165.344	121.809	42.762	17.272	12.090	8.463	5.924	4.14693	2.90285	2.032	1.4224	0.99568	0.69697	0.48788	0.34152	0.23906	0.1673	0.11714	132.546	
V DEBIT ALIRAN SUNGAI																												
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	1.190	0.792	1.134	0.926	0.516	0.861	0.677	0.238	0.096	0.063	0.047	0.033	0.02304	0.01512	0.01129	0.00741	0.00553	0.00387	0.00271	0.00	0.00	0.00	0.00	0.69	
22	Debit Aliran Sungai	m ³ /det/hari	0.079	0.050	0.076	0.071	0.034	0.054	0.045	0.016	0.006	0.004	0.003	0.002	0.00154	0.00094	0.00075	0.00046	0.00037	0.00026	0.00018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04		
23	Jumlah hari	hari	15	16	15	13	15	16	15	15	15	15	16	15	15	16	15	16	15	15	15	16.00	15.00	15.00	15.00	16.00		
24	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶)	m ³	1.542	1.095	1.469	1.040	0.668	1.190	0.877	0.308	0.124	0.087	0.061	0.043	0.02986	0.0209	0.01463	0.01024	0.00717	0.00502	0.00351	0.00	0.00	0.00	0.00	0.95		
25	Debit Aliran (dibaca : 10E ⁶ 14)	mm/hari	1.028	0.685	0.980	0.800	0.446	0.744	0.585	0.205	0.083	0.054	0.041	0.028	0.01991	0.01306	0.00975	0.0064	0.00478	0.00335	0.00234	0.00	0.00	0.00	0.00	0.60		



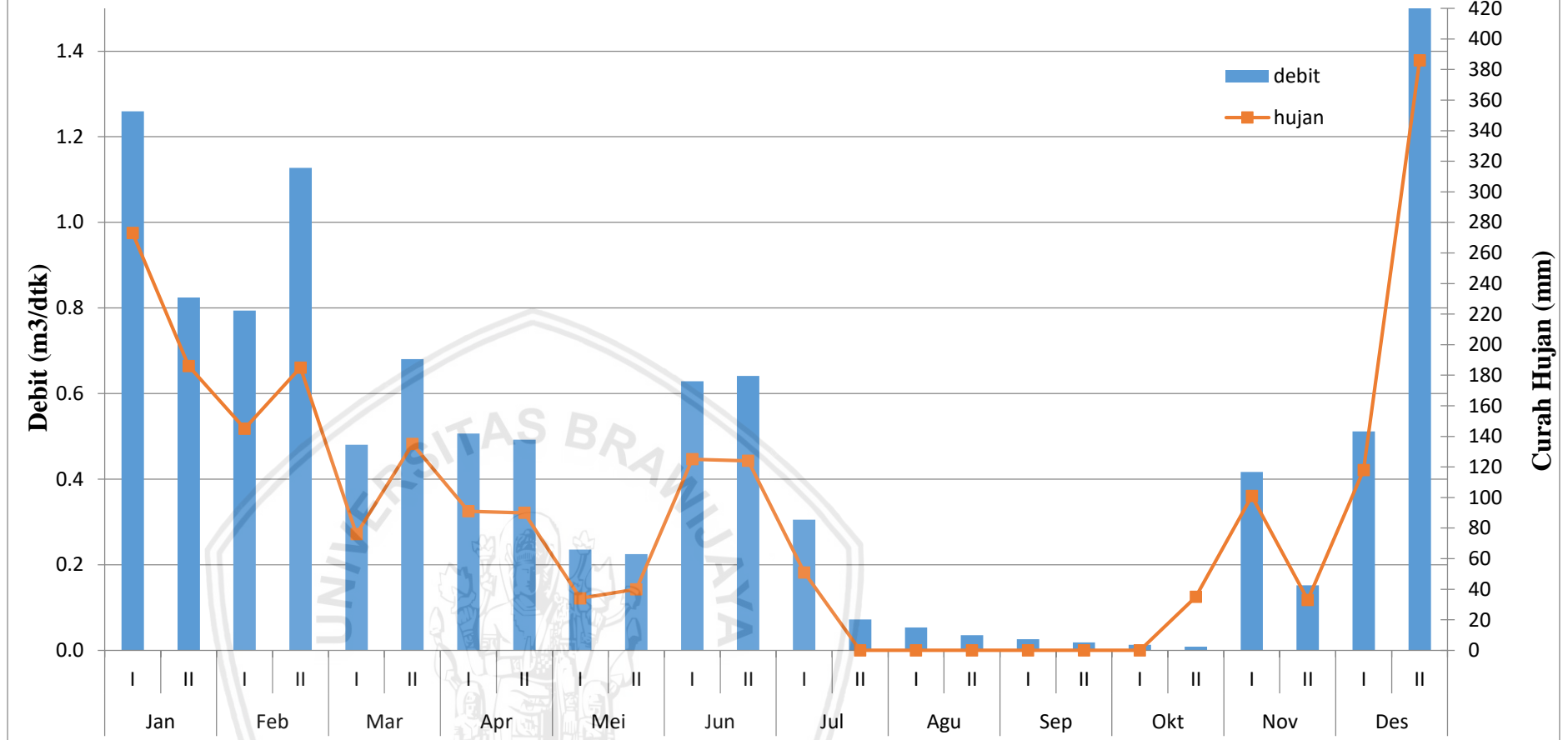
Debit Bulanan (Tahun 2011) Metode F.J. Mock



Debit Bulanan (Tahun 2012) Metode F.J. Mock

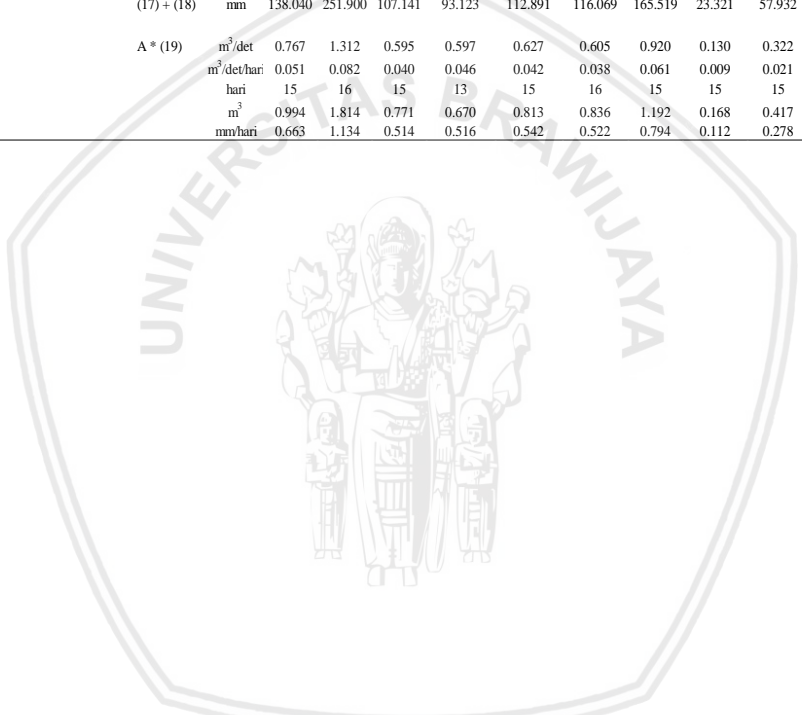


Debit Bulanan (Tahun 2013) Metode F.J. Mock

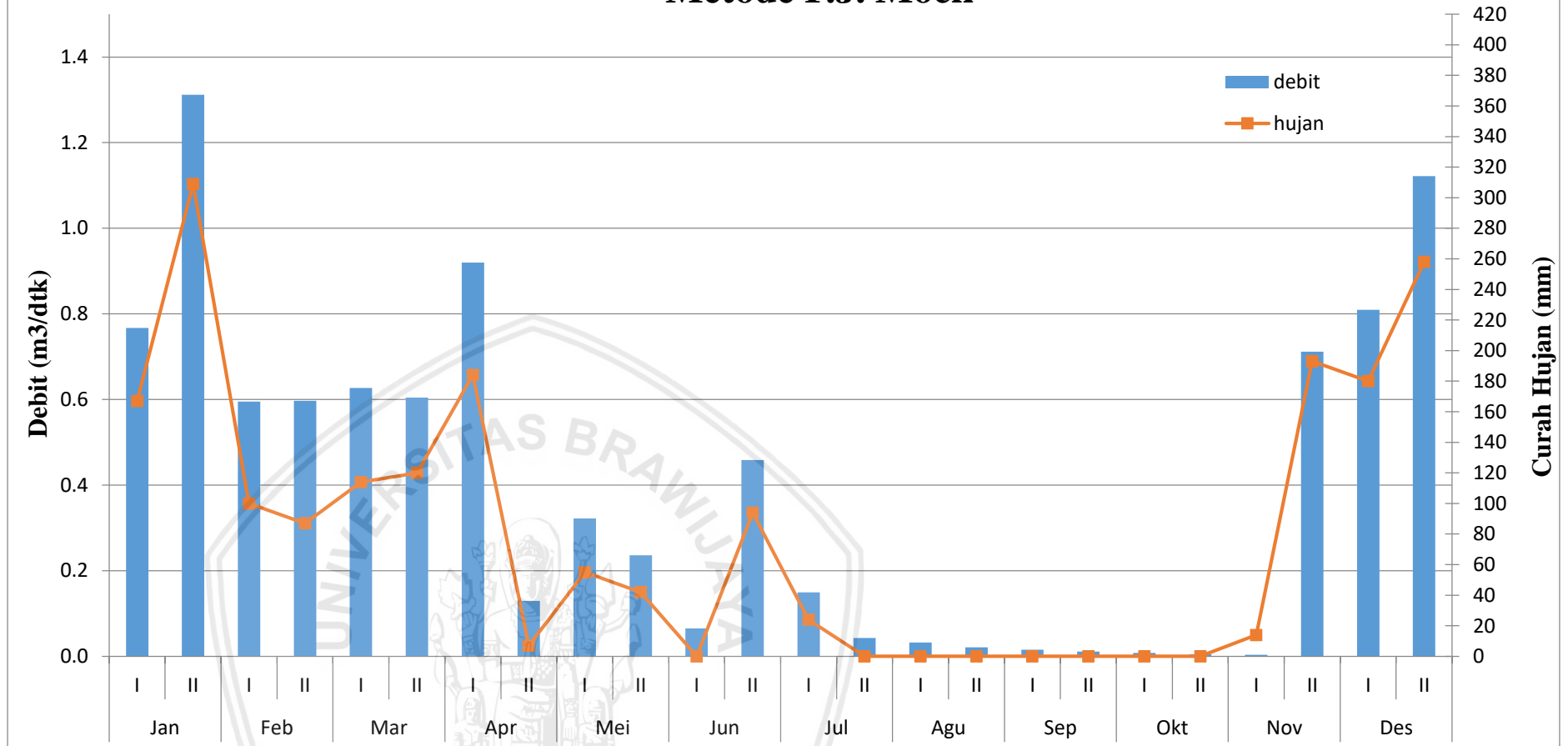


Perhitungan Debit Metode F.J. Mock Tahun 2014

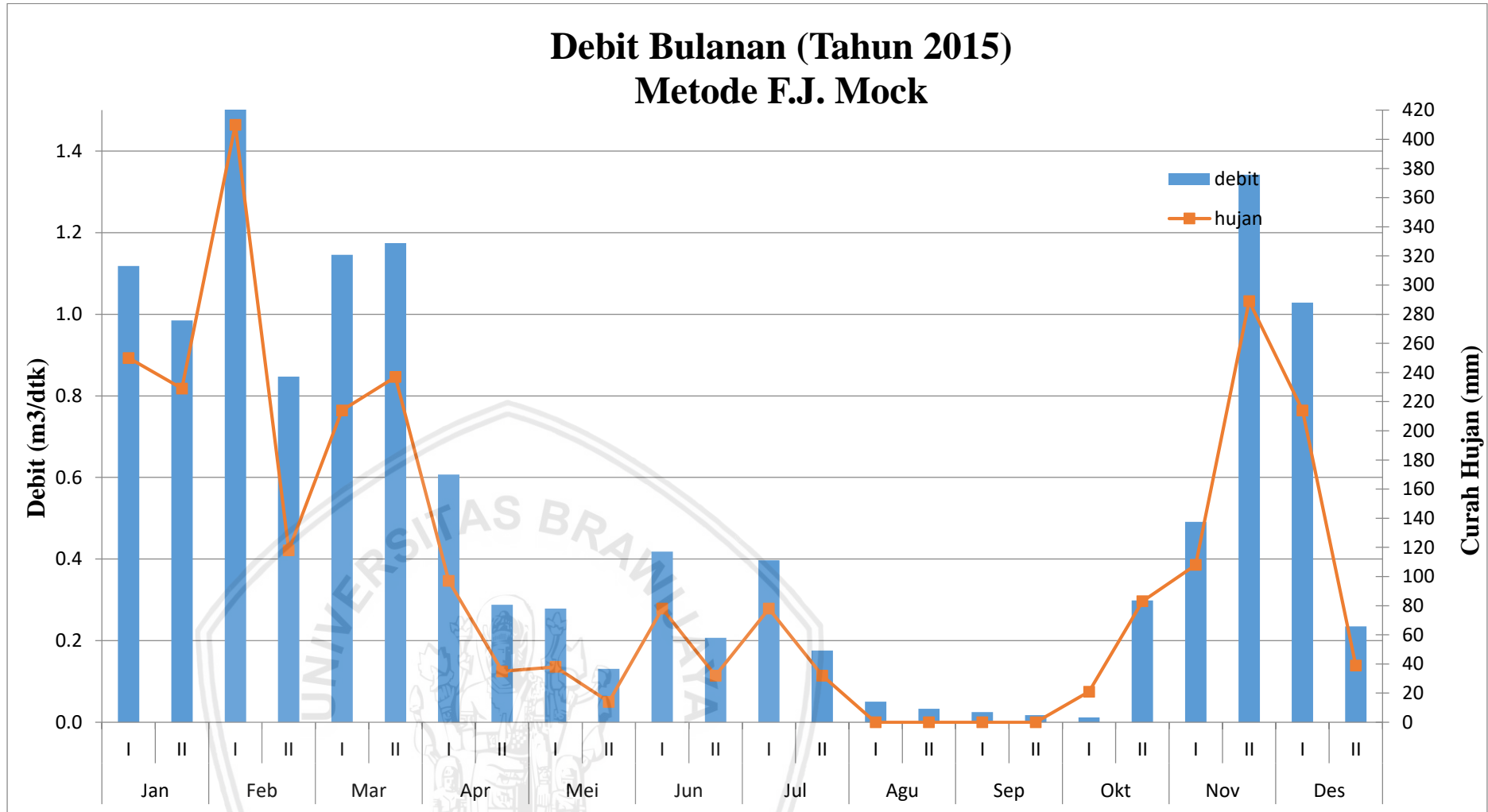
No	URAIAN	Keterangan	Satuan	Jan		Feb		Mar		Apr		Mei		Jun		Jul		Agu		Sep		Okt		Nov		Des		
				I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	
I DATA HUJAN																												
1	Curah Hujan (P)	Data	mm	167	309	100	87	114	120	184	7	55	42	0	94	24	0	0	0	0	0	0	0	14	193	180	258	
2	Hari Hujan (h)	Data	hari	10	15	9	7	3	7	12	4	5	3	0	5	2	0	0	0	0	0	0	0	4	9	11	12	
II EVAPOTRANSPIRASI TERBATAS (Et)																												
3	Evapotranspirasi Potensial (ET _o)	ET _o	mm	32.786	34.971	8.583	7.439	6.679	7.124	10.672	10.672	5.658	6.035	3.227	3.227	5.99523	6.39491	7.25097	7.73437	9.48858	9.48858	10.1179	10.7924	9.08828	9.08828	16.5519	17.6553	
4	Permukaan Lahan Terbuka (m)	Tentukan	%	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.400	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
5	(m ₂₀) * (18 - h)	Hitungan	-	0.160	0.060	0.180	0.220	0.300	0.220	0.120	0.280	0.260	0.300	0.360	0.260	0.32	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.36	0.28	0.18	0.14	0.12
6	E = (ET _o) * (m ₂₀) * (18 - h)	(3) * (5)	mm	5.246	2.098	1.545	1.637	2.004	1.567	1.281	2.988	1.471	1.810	1.162	0.839	1.91847	2.30217	2.61035	2.78437	3.41589	3.41589	3.64245	3.88528	2.54472	1.63589	2.31726	2.11864	
7	Et = (ET _o) - (E)	(3) - (6)	mm	27.540	32.873	7.038	5.802	4.675	5.557	9.391	7.684	4.187	4.224	2.065	2.388	4.07676	4.09274	4.64062	4.94999	6.07269	6.07269	6.47547	6.90717	6.54356	7.45239	14.2346	15.5367	
III KESEIMBANGAN AIR																												
8	Perubahan Kandungan Air Tanah (Ds = P - Et)	(1) - (7)	mm	139.460	276.127	92.962	81.198	109.325	114.443	174.609	-0.684	50.813	37.776	-2.065	91.612	19.9232	-4.0927	-4.6406	-4.95	-6.0727	-6.0727	-6.4755	-6.9072	7.45644	185.548	165.765	242.463	
9	Kandungan Air Tanah (SMS)		mm	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-0.684	0.000	0.000	-2.065	0.000	0	-4.0927	-4.6406	-4.95	-6.0727	-6.0727	-6.4755	-6.9072	0	0	0	0	
10	Kapasitas Kelembaban Tanah (SMC)	SMC	mm	200	200	200	200	200	200	200	199	200	200	198	200	200	196	191	186	180	174	168	161	168	200	200	200	
11	Kelebihan Air (WS)	(8) - (9)	mm	139.460	276.127	92.962	81.198	109.325	114.443	174.609	0.000	50.130	37.776	0.000	89.547	19.923	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	153.793	165.765	242.463		
IV ALIRAN DAN PENYIMPANAN AIR TANAH																												
12	Infiltrasi (I)	(11) * (i)	mm	27.892	55.225	18.592	16.240	21.865	22.889	34.922	0.000	10.026	7.555	0.000	17.909	3.98465	0	0	0.00	0	0	0	0	0	30.7585	33.1531	48.4927	
13	0.5 (1 + k) In	Hitungan	-	23.708	46.942	15.804	13.804	18.585	19.455	29.684	0.000	8.522	6.422	0.000	15.223	3.38695	0	0	0.00	0	0	0	0	0	26.1448	28.1801	41.2188	
14	k * V (n - 1)	Hitungan	-	52.006	53.000	69.959	60.034	51.686	49.190	48.052	54.415	38.090	32.629	27.335	19.135	24.0504	19.2061	13.4443	9.411	6.5877	4.61139	3.22797	2.25958	1.58171	1.10719	19.0764	33.0795	
15	Volume Penyimpanan (Vn)	(13) + (14)	mm	75.714	99.942	85.763	73.837	70.271	68.645	77.735	54.415	46.612	39.051	27.335	34.358	27.4373	19.2061	13.4443	9.411	6.5877	4.61139	3.22797	2.25958	1.58171	27.2519	47.2565	74.2983	
16	Perubahan Volume Air (DVn)	Vn - V(n-1)	mm	1.420	24.227	-14.179	-11.925	-3.566	-1.626	9.090	-23.321	-7.802	-7.562	-11.715	7.022	-6.9203	-8.2312	-5.7618	-4.0333	-2.8233	-1.9763	-1.3834	-0.9684	-0.6779	25.6702	20.0045	27.0418	
17	Aliran Dasar (BF)	(12) - (16)	mm	26.472	30.998	32.771	28.165	25.431	24.515	25.832	23.321	17.828	15.117	11.715	10.887	10.905	8.23119	5.76184	4.03329	2.8233	1.97631	1.38342	0.96839	0.67787	5.08829	13.1485	21.4508	
18	Aliran Langsung (DR)	(11) - (12)	mm	111.568	220.902	74.370	64.958	87.460	91.554	139.687	0.000	40.104	30.221	0.000	71.637	15.9386	0	0	0.000	0	0	0	0	0	123.034	132.612	193.971	
19	Aliran (R)	(17) + (18)	mm	138.040	251.900	107.141	93.123	112.891	116.069	165.519	23.321	57.932	45.338	11.715	82.524	26.8436	8.23119	5.76184	4.03329	2.8233	1.97631	1.38342	0.96839	0.67787	128.122	145.761	215.421	
V DEBIT ALIRAN SUNGAI																												
21	Debit Aliran Sungai	A * (19)	m ³ /det	0.767	1.312	0.595	0.597	0.627	0.605	0.920	0.130	0.322	0.236	0.065	0.458	0.14913	0.04287	0.03201	0.02101	0.01568	0.01098	0.00769	0.01	0.00	0.71	0.81	1.12	
22	Debit Aliran Sungai		m ³ /det/hari	0.051	0.082	0.040	0.046	0.042	0.038	0.061	0.009	0.021	0.015	0.004	0.031	0.00994	0.00268	0.00213	0.00131	0.00105	0.00073	0.00051	0.00	0.00	0.05	0.05	0.07	
23	Jumlah hari		hari	15	16	15	13	15	16	15	15	15	16	15	15	16	15	16	15	16	15	15	16.00	15.00	15.00	15.00	16.00	
24	Debit Aliran (dibaca : 10E^6)		m ³	0.994	1.814	0.771	0.670	0.813	0.836	1.192	0.168	0.417	0.326	0.084	0.594	0.19327	0.05926	0.04149	0.02904	0.02033	0.01423	0.00996	0.01	0.00	0.92	1.05	1.55	
25	Debit Aliran (dibaca : 10E^14)		mm/hari	0.663	1.134	0.514	0.516	0.542	0.522	0.794	0.112	0.278	0.204	0.056	0.396	0.12885	0.03704	0.02766	0.01815	0.01355	0.00949	0.00664	0.00	0.00	0.61	0.70	0.97	



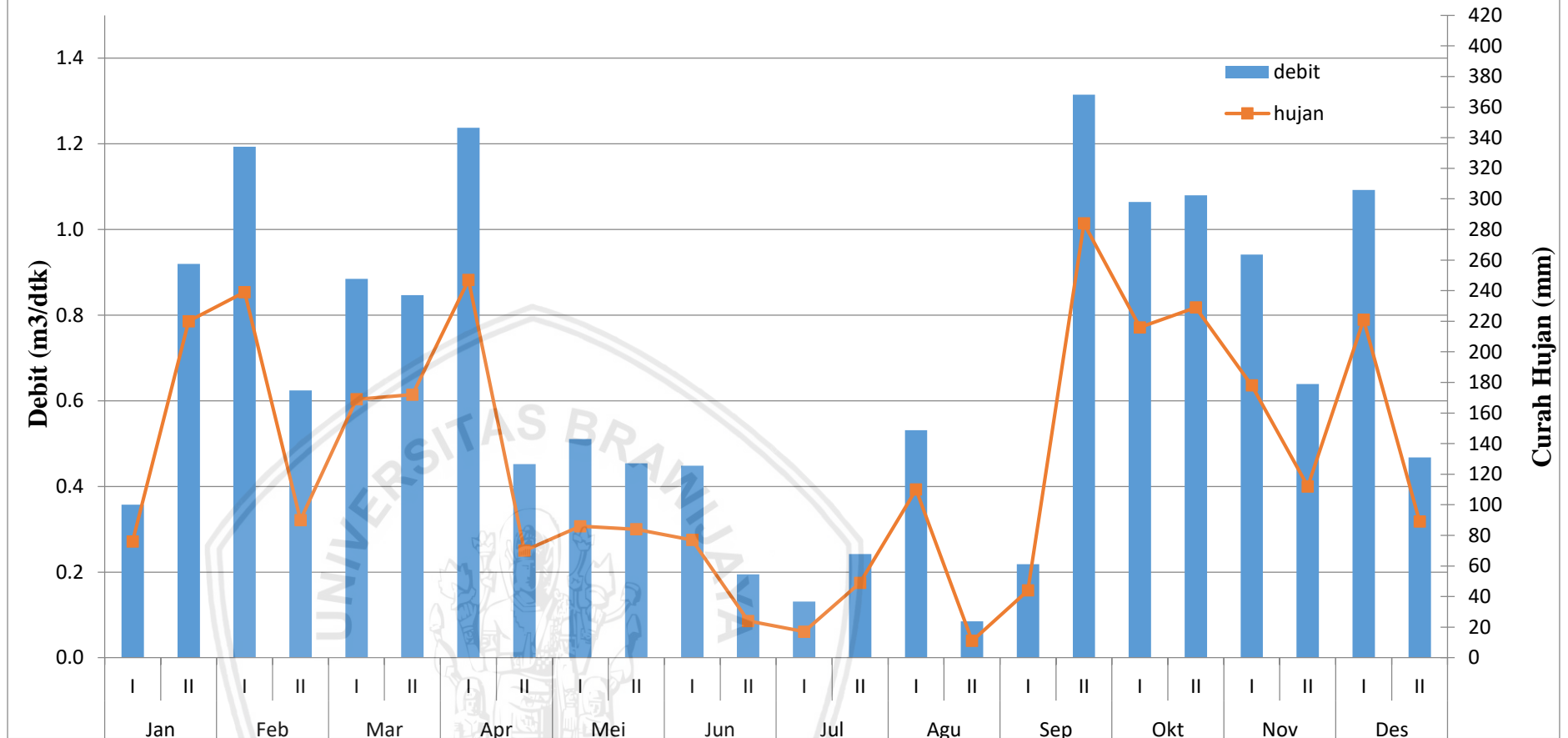
Debit Bulanan (Tahun 2014) Metode F.J. Mock



Debit Bulanan (Tahun 2015) Metode F.J. Mock



Debit Bulanan (Tahun 2016) Metode F.J. Mock



Lampiran 6 Uji Korelasi Peringkat Tahun 1996 – 2016

Korelasi Peringkat Tahun 1996

No	Bulan	Periode	Curah	Debit	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			Hujan (mm)	(m ³ /dt)				
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	80.00	0.330	7	7	0	0
		II	220.00	0.883	1	1	0	0
2	Feb	I	0.00	0.102	16	13	3	9
		II	0.00	0.077	16	14	2	4
3	Mar	I	62.00	0.261	10	9	1	1
		II	124.00	0.555	4	4	0	0
4	Apr	I	39.00	0.212	11	11	0	0
		II	138.00	0.654	3	3	0	0
5	May	I	0.00	0.076	16	15	1	1
		II	21.00	0.108	12	12	0	0
6	Jun	I	9.00	0.073	14	16	-2	4
		II	2.00	0.031	15	18	-3	9
7	Jul	I	0.00	0.021	16	19	-3	9
		II	0.00	0.014	16	22	-6	36
8	Aug	I	78.00	0.310	9	8	1	1
		II	16.00	0.071	13	17	-4	16
9	Sep	I	0.00	0.021	16	20	-4	16
		II	0.00	0.015	16	21	-5	25
10	Oct	I	0.00	0.010	16	23	-7	49
		II	0.00	0.007	16	24	-8	64
11	Nov	I	79.00	0.220	8	10	-2	4
		II	85.00	0.375	6	6	0	0
12	Dec	I	182.00	0.804	2	2	0	0
		II	109.00	0.475	5	5	0	0
			Jumlah				248	
							Koeff	0.930174

Korelasi Peringkat Tahun 1997

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	166.00	0.673	3	4	-1	1
		II	173.00	0.681	2	3	-1	1
2	Feb	I	194.00	0.948	1	1	0	0
		II	127.00	0.772	4	2	2	4
3	Mar	I	55.00	0.343	10	10	0	0
		II	45.00	0.260	11	11	0	0
4	Apr	I	90.00	0.456	7	5	2	4
		II	79.00	0.403	8	7	1	1
5	May	I	69.00	0.373	9	8	1	1
		II	43.00	0.234	12	12	0	0
6	Jun	I	0.00	0.060	16	13	3	9
		II	0.00	0.042	16	14	2	4
7	Jul	I	0.00	0.030	16	15	1	1
		II	0.00	0.019	16	16	0	0
8	Aug	I	0.00	0.014	16	17	-1	1
		II	0.00	0.009	16	18	-2	4
9	Sep	I	0.00	0.007	16	19	-3	9
		II	0.00	0.005	16	20	-4	16
10	Oct	I	0.00	0.003	16	21	-5	25
		II	10.00	0.002	14	22	-8	64
11	Nov	I	6.00	0.002	15	23	-8	64
		II	23.00	0.001	13	24	-11	121
12	Dec	I	124.00	0.419	5	6	-1	1
		II	91.00	0.355	6	9	-3	9
Jumlah								340

Koeff 0.876555

Korelasi Peringkat Tahun 1998

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	78.00	0.276	11	12	-1	1
		II	97.00	0.323	9	11	-2	4
2	Feb	I	51.00	0.246	14	15	-1	1
		II	286.00	1.536	1	1	0	0
3	Mar	I	206.00	1.033	3	3	0	0
		II	170.00	0.834	5	4	1	1
4	Apr	I	97.00	0.546	9	9	0	0
		II	241.00	1.192	2	2	0	0
5	May	I	14.00	0.198	18	17	1	1
		II	41.00	0.261	15	13	2	4
6	Jun	I	126.00	0.656	6	6	0	0
		II	114.00	0.610	7	7	0	0
7	Jul	I	111.00	0.588	8	8	0	0
		II	41.00	0.248	15	14	1	1
8	Aug	I	1.00	0.080	21	19	2	4
		II	9.00	0.053	20	21	-1	1
9	Sep	I	0.00	0.039	22	23	-1	1
		II	59.00	0.239	13	16	-3	9
10	Oct	I	14.00	0.066	18	20	-2	4
		II	189.00	0.798	4	5	-1	1
11	Nov	I	71.00	0.362	12	10	2	4
		II	22.00	0.138	17	18	-1	1
12	Dec	I	0.00	0.050	22	22	0	0
		II	0.00	0.033	22	24	-2	4
Jumlah								42

Koeff 0.98236

Korelasi Peringkat Tahun 1999

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	198.00	0.809	4	4	0	0
		II	280.00	1.100	2	3	-1	1
2	Feb	I	122.00	0.682	7	7	0	0
		II	121.00	0.772	8	6	2	4
3	Mar	I	249.00	1.251	3	2	1	1
		II	81.00	0.475	13	12	1	1
4	Apr	I	151.00	0.789	5	5	0	0
		II	13.00	0.161	16	14	2	4
5	May	I	88.00	0.480	11	11	0	0
		II	9.00	0.106	17	16	1	1
6	Jun	I	0.00	0.065	19	17	2	4
		II	0.00	0.045	19	18	1	1
7	Jul	I	4.00	0.032	18	19	-1	1
		II	0.00	0.021	19	20	-1	1
8	Aug	I	0.00	0.016	19	21	-2	4
		II	0.00	0.010	19	22	-3	9
9	Sep	I	0.00	0.008	19	23	-4	16
		II	15.00	0.005	15	24	-9	81
10	Oct	I	46.00	0.113	14	15	-1	1
		II	86.00	0.347	12	13	-1	1
11	Nov	I	145.00	0.666	6	8	-2	4
		II	114.00	0.553	9	9	0	0
12	Dec	I	287.00	1.333	1	1	0	0
		II	114.00	0.552	9	10	-1	1
Jumlah								136

Koeff 0.946085

Korelasi Peringkat Tahun 2000

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	25.00	0.040	15	18	-3	9
		II	109.00	0.373	5	8	-3	9
2	Feb	I	168.00	0.782	2	2	0	0
		II	253.00	1.296	1	1	0	0
3	Mar	I	91.00	0.516	6	5	1	1
		II	151.00	0.732	3	3	0	0
4	Apr	I	131.00	0.679	4	4	0	0
		II	65.00	0.377	9	7	2	4
5	May	I	28.00	0.209	14	12	2	4
		II	8.00	0.087	17	14	3	9
6	Jun	I	46.00	0.256	12	11	1	1
		II	0.00	0.050	18	17	1	1
7	Jul	I	0.00	0.035	18	19	-1	1
		II	0.00	0.023	18	20	-2	4
8	Aug	I	0.00	0.017	18	21	-3	9
		II	35.00	0.077	13	16	-3	9
9	Sep	I	0.00	0.013	18	22	-4	16
		II	0.00	0.009	18	23	-5	25
10	Oct	I	0.00	0.006	18	24	-6	36
		II	53.00	0.120	11	13	-2	4
11	Nov	I	91.00	0.401	6	6	0	0
		II	55.00	0.257	10	10	0	0
12	Dec	I	81.00	0.357	8	9	-1	1
		II	21.00	0.082	16	15	1	1
Jumlah								144

Koeff 0.950583

Korelasi Peringkat Tahun 2001

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	31.00	0.104	14	15	-1	1
		II	187.00	0.734	2	4	-2	4
2	Feb	I	268.00	1.283	1	1	0	0
		II	39.00	0.331	12	10	2	4
3	Mar	I	135.00	0.700	6	5	1	1
		II	139.00	0.674	5	6	-1	1
4	Apr	I	179.00	0.897	3	2	1	1
		II	32.00	0.241	13	12	1	1
5	May	I	0.00	0.096	19	16	3	9
		II	23.00	0.129	15	14	1	1
6	Jun	I	116.00	0.574	8	8	0	0
		II	0.00	0.068	19	17	2	4
7	Jul	I	0.00	0.048	19	18	1	1
		II	4.00	0.031	18	19	-1	1
8	Aug	I	0.00	0.023	19	20	-1	1
		II	0.00	0.015	19	21	-2	4
9	Sep	I	0.00	0.011	19	22	-3	9
		II	15.00	0.008	16	23	-7	49
10	Oct	I	12.00	0.006	17	24	-7	49
		II	68.00	0.232	10	13	-3	9
11	Nov	I	88.00	0.394	9	9	0	0
		II	159.00	0.735	4	3	1	1
12	Dec	I	135.00	0.631	6	7	-1	1
		II	67.00	0.313	11	11	0	0
Jumlah								152

Koeff 0.938019

Korelasi Peringkat Tahun 2002

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	96.00	0.399	10	11	-1	1
		II	178.00	0.714	1	2	-1	1
2	Feb	I	134.00	0.679	5	6	-1	1
		II	138.00	0.819	3	1	2	4
3	Mar	I	133.00	0.697	6	4	2	4
		II	118.00	0.591	7	7	0	0
4	Apr	I	135.00	0.694	4	5	-1	1
		II	97.00	0.523	9	8	1	1
5	May	I	72.00	0.418	11	10	1	1
		II	0.00	0.086	22	18	4	16
6	Jun	I	50.00	0.267	14	12	2	4
		II	19.00	0.135	16	16	0	0
7	Jul	I	19.00	0.114	16	17	-1	1
		II	8.00	0.050	20	19	1	1
8	Aug	I	3.00	0.026	21	20	1	1
		II	0.00	0.017	22	21	1	1
9	Sep	I	0.00	0.013	22	22	0	0
		II	15.00	0.009	18	24	-6	36
10	Oct	I	12.00	0.012	19	23	-4	16
		II	68.00	0.266	12	13	-1	1
11	Nov	I	34.00	0.148	15	15	0	0
		II	98.00	0.444	8	9	-1	1
12	Dec	I	51.00	0.220	13	14	-1	1
		II	170.00	0.704	2	3	-1	1
Jumlah								94

Koeff 0.958616

Korelasi Peringkat Tahun 2003

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	212.00	0.917	3	4	-1	1
		II	143.00	0.591	5	5	0	0
2	Feb	I	248.00	1.210	2	2	0	0
		II	278.00	1.605	1	1	0	0
3	Mar	I	202.00	1.079	4	3	1	1
		II	95.00	0.554	7	6	1	1
4	Apr	I	4.00	0.150	20	13	7	49
		II	20.00	0.147	13	14	-1	1
5	May	I	37.00	0.228	12	12	0	0
		II	0.00	0.059	21	16	5	25
6	Jun	I	0.00	0.044	21	18	3	9
		II	7.00	0.031	19	20	-1	1
7	Jul	I	19.00	0.085	14	15	-1	1
		II	8.00	0.034	18	19	-1	1
8	Aug	I	12.00	0.047	16	17	-1	1
		II	9.00	0.028	17	21	-4	16
9	Sep	I	0.00	0.010	21	23	-2	4
		II	15.00	0.018	15	22	-7	49
10	Oct	I	0.00	0.005	21	24	-3	9
		II	89.00	0.328	8	11	-3	9
11	Nov	I	73.00	0.331	11	10	1	1
		II	79.00	0.371	10	8	2	4
12	Dec	I	123.00	0.553	6	7	-1	1
		II	82.00	0.360	9	9	0	0
Jumlah								184

Koeff 0.917711

Korelasi Peringkat Tahun 2004

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	111.00	0.459	7	9	-2	4
		II	173.00	0.688	1	4	-3	9
2	Feb	I	148.00	0.739	3	3	0	0
		II	155.00	0.844	2	1	1	1
3	Mar	I	142.00	0.744	4	2	2	4
		II	115.00	0.582	6	5	1	1
4	Apr	I	103.00	0.547	8	6	2	4
		II	86.00	0.462	9	8	1	1
5	May	I	20.00	0.096	17	17	0	0
		II	61.00	0.290	14	13	1	1
6	Jun	I	44.00	0.255	15	15	0	0
		II	10.00	0.055	21	18	3	9
7	Jul	I	21.00	0.106	16	16	0	0
		II	0.00	0.029	23	21	2	4
8	Aug	I	12.00	0.035	19	19	0	0
		II	9.00	0.031	22	20	2	4
9	Sep	I	0.00	0.012	23	24	-1	1
		II	15.00	0.019	18	23	-5	25
10	Oct	I	11.00	0.025	20	22	-2	4
		II	70.00	0.271	13	14	-1	1
11	Nov	I	73.00	0.324	12	12	0	0
		II	79.00	0.363	11	10	1	1
12	Dec	I	123.00	0.547	5	7	-2	4
		II	82.00	0.350	10	11	-1	1
Jumlah								79

Koeff 0.965383

Korelasi Peringkat Tahun 2005

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	52.00	0.226	11	11	0	0
		II	239.00	0.970	2	3	-1	1
2	Feb	I	119.00	0.633	10	9	1	1
		II	177.00	1.038	3	2	1	1
3	Mar	I	138.00	0.737	6	6	0	0
		II	162.00	0.794	5	4	1	1
4	Apr	I	121.00	0.650	9	7	2	4
		II	23.00	0.195	15	12	3	9
5	May	I	5.00	0.097	18	16	2	4
		II	0.00	0.060	21	18	3	9
6	Jun	I	4.00	0.045	19	20	-1	1
		II	135.00	0.633	7	8	-1	1
7	Jul	I	124.00	0.610	8	10	-2	4
		II	10.00	0.096	17	17	0	0
8	Aug	I	0.00	0.054	21	19	2	4
		II	0.00	0.036	21	21	0	0
9	Sep	I	0.00	0.027	21	22	-1	1
		II	14.00	0.019	16	23	-7	49
10	Oct	I	3.00	0.013	20	24	-4	16
		II	41.00	0.102	13	15	-2	4
11	Nov	I	39.00	0.164	14	14	0	0
		II	43.00	0.187	12	13	-1	1
12	Dec	I	261.00	1.162	1	1	0	0
		II	172.00	0.753	4	5	-1	1
Jumlah								112

Koeff 0.950749

Korelasi Peringkat Tahun 2006

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	0.00	0.090	7	8	-1	1
		II	0.00	0.059	7	11	-4	16
2	Feb	I	172.00	0.702	4	4	0	0
		II	181.00	1.013	3	2	1	1
3	Mar	I	0.00	0.100	7	6	1	1
		II	0.00	0.065	7	10	-3	9
4	Apr	I	206.00	0.914	2	3	-1	1
		II	95.00	0.489	6	5	1	1
5	May	I	0.00	0.086	7	9	-2	4
		II	0.00	0.056	7	12	-5	25
6	Jun	I	0.00	0.042	7	13	-6	36
		II	0.00	0.029	7	14	-7	49
7	Jul	I	0.00	0.021	7	15	-8	64
		II	0.00	0.014	7	16	-9	81
8	Aug	I	0.00	0.010	7	17	-10	100
		II	0.00	0.007	7	18	-11	121
9	Sep	I	0.00	0.005	7	19	-12	144
		II	0.00	0.003	7	20	-13	169
10	Oct	I	0.00	0.002	7	21	-14	196
		II	0.00	0.002	7	22	-15	225
11	Nov	I	0.00	0.001	7	23	-16	256
		II	0.00	0.001	7	24	-17	289
12	Dec	I	99.00	0.095	5	7	-2	4
		II	319.00	1.316	1	1	0	0
Jumlah								1793

Koeff 0.700701

Korelasi Peringkat Tahun 2007

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	23.00	0.102	10	12	-2	4
		II	68.00	0.240	9	8	1	1
2	Feb	I	140.00	0.674	6	6	0	0
		II	223.00	1.242	5	4	1	1
3	Mar	I	82.00	0.472	8	7	1	1
		II	250.00	1.152	4	5	-1	1
4	Apr	I	280.00	1.390	2	2	0	0
		II	254.00	1.307	3	3	0	0
5	May	I	14.00	0.237	12	9	3	9
		II	21.00	0.201	11	10	1	1
6	Jun	I	0.00	0.101	13	13	0	0
		II	0.00	0.071	13	14	-1	1
7	Jul	I	0.00	0.050	13	15	-2	4
		II	0.00	0.032	13	16	-3	9
8	Aug	I	0.00	0.024	13	17	-4	16
		II	0.00	0.016	13	18	-5	25
9	Sep	I	0.00	0.012	13	19	-6	36
		II	0.00	0.008	13	20	-7	49
10	Oct	I	0.00	0.006	13	21	-8	64
		II	0.00	0.004	13	22	-9	81
11	Nov	I	0.00	0.003	13	23	-10	100
		II	0.00	0.002	13	24	-11	121
12	Dec	I	114.00	0.190	7	11	-4	16
		II	344.00	1.429	1	1	0	0
Jumlah								540

Koeff 0.879662

Korelasi Peringkat Tahun 2008

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	124.00	0.471	7	7	0	0
		II	148.00	0.567	6	6	0	0
2	Feb	I	405.00	1.899	1	1	0	0
		II	285.00	1.666	2	2	0	0
3	Mar	I	204.00	1.105	3	3	0	0
		II	165.00	0.865	5	5	0	0
4	Apr	I	184.00	0.984	4	4	0	0
		II	54.00	0.386	10	8	2	4
5	May	I	7.00	0.149	12	10	2	4
		II	8.00	0.107	11	12	-1	1
6	Jun	I	0.00	0.068	13	13	0	0
		II	0.00	0.047	13	14	-1	1
7	Jul	I	0.00	0.033	13	15	-2	4
		II	0.00	0.022	13	16	-3	9
8	Aug	I	0.00	0.016	13	17	-4	16
		II	0.00	0.011	13	18	-5	25
9	Sep	I	0.00	0.008	13	19	-6	36
		II	0.00	0.006	13	20	-7	49
10	Oct	I	0.00	0.004	13	21	-8	64
		II	0.00	0.003	13	22	-9	81
11	Nov	I	0.00	0.002	13	23	-10	100
		II	0.00	0.001	13	24	-11	121
12	Dec	I	99.00	0.125	8	11	-3	9
		II	98.00	0.367	9	9	0	0
Jumlah								524

Koeff 0.891509

Korelasi Peringkat Tahun 2009

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	116.00	0.449	5	7	-2	4
		II	204.00	0.795	2	2	0	0
2	Feb	I	210.00	1.023	1	1	0	0
		II	103.00	0.654	6	4	2	4
3	Mar	I	0.00	0.111	13	12	1	1
		II	0.00	0.073	13	13	0	0
4	Apr	I	0.00	0.054	13	15	-2	4
		II	178.00	0.748	3	3	0	0
5	May	I	80.00	0.417	9	8	1	1
		II	100.00	0.479	7	6	1	1
6	Jun	I	20.00	0.159	12	10	2	4
		II	0.00	0.059	13	14	-1	1
7	Jul	I	0.00	0.041	13	16	-3	9
		II	0.00	0.027	13	17	-4	16
8	Aug	I	0.00	0.020	13	18	-5	25
		II	0.00	0.013	13	20	-7	49
9	Sep	I	0.00	0.010	13	21	-8	64
		II	0.00	0.007	13	22	-9	81
10	Oct	I	0.00	0.005	13	23	-10	100
		II	0.00	0.003	13	24	-11	121
11	Nov	I	55.00	0.019	10	19	-9	81
		II	120.00	0.522	4	5	-1	1
12	Dec	I	31.00	0.123	11	11	0	0
		II	100.00	0.397	7	9	-2	4
Jumlah								571

Koeff 0.859295

Korelasi Peringkat Tahun 2010

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	112.00	0.543	13	13	0	0
		II	178.00	0.758	8	10	-2	4
2	Feb	I	167.00	0.875	10	8	2	4
		II	115.00	0.743	12	11	1	1
3	Mar	I	391.00	1.906	1	1	0	0
		II	184.00	0.956	7	6	1	1
4	Apr	I	35.00	0.312	18	16	2	4
		II	58.00	0.368	14	14	0	0
5	May	I	230.00	1.150	4	3	1	1
		II	26.00	0.227	22	19	3	9
6	Jun	I	52.00	0.334	15	15	0	0
		II	0.00	0.088	23	23	0	0
7	Jul	I	31.00	0.176	20	20	0	0
		II	34.00	0.174	19	21	-2	4
8	Aug	I	0.00	0.043	23	24	-1	1
		II	31.00	0.118	20	22	-2	4
9	Sep	I	218.00	1.000	5	5	0	0
		II	238.00	1.139	3	4	-1	1
10	Oct	I	48.00	0.309	16	17	-1	1
		II	195.00	0.894	6	7	-1	1
11	Nov	I	43.00	0.290	17	18	-1	1
		II	117.00	0.601	11	12	-1	1
12	Dec	I	261.00	1.232	2	2	0	0
		II	168.00	0.787	9	9	0	0
Jumlah								38

Koeff 0.983413

Korelasi Peringkat Tahun 2011

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	277.00	1.190	1	1	0	0
		II	194.00	0.792	3	5	-2	4
2	Feb	I	228.00	1.134	2	2	0	0
		II	149.00	0.926	6	3	3	9
3	Mar	I	87.00	0.516	8	8	0	0
		II	179.00	0.861	5	4	1	1
4	Apr	I	127.00	0.677	7	7	0	0
		II	32.00	0.238	10	9	1	1
5	May	I	0.00	0.096	11	10	1	1
		II	0.00	0.063	11	11	0	0
6	Jun	I	0.00	0.047	11	12	-1	1
		II	0.00	0.033	11	13	-2	4
7	Jul	I	0.00	0.023	11	14	-3	9
		II	0.00	0.015	11	15	-4	16
8	Aug	I	0.00	0.011	11	16	-5	25
		II	0.00	0.007	11	17	-6	36
9	Sep	I	0.00	0.006	11	18	-7	49
		II	0.00	0.004	11	19	-8	64
10	Oct	I	0.00	0.003	11	20	-9	81
		II	0.00	0.002	11	21	-10	100
11	Nov	I	0.00	0.001	11	22	-11	121
		II	0.00	0.001	11	23	-12	144
12	Dec	I	75.00	0.001	9	24	-15	225
		II	180.00	0.690	4	6	-2	4
Jumlah								895

Koeff 0.787045

Korelasi Peringkat Tahun 2012

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	273.00	1.247	2	3	-1	1
		II	88.00	0.405	10	10	0	0
2	Feb	I	193.00	0.985	7	6	1	1
		II	212.00	1.259	5	2	3	9
3	Mar	I	279.00	1.416	1	1	0	0
		II	197.00	1.002	6	5	1	1
4	Apr	I	0.00	0.186	17	13	4	16
		II	0.00	0.130	17	14	3	9
5	May	I	117.00	0.547	9	9	0	0
		II	59.00	0.323	12	11	1	1
6	Jun	I	4.00	0.088	16	15	1	1
		II	5.00	0.070	15	16	-1	1
7	Jul	I	0.00	0.040	17	17	0	0
		II	0.00	0.026	17	18	-1	1
8	Aug	I	0.00	0.020	17	19	-2	4
		II	0.00	0.013	17	20	-3	9
9	Sep	I	0.00	0.010	17	21	-4	16
		II	0.00	0.007	17	22	-5	25
10	Oct	I	11.00	0.005	14	23	-9	81
		II	18.00	0.003	13	24	-11	121
11	Nov	I	64.00	0.199	11	12	-1	1
		II	252.00	1.141	3	4	-1	1
12	Dec	I	171.00	0.802	8	8	0	0
		II	220.00	0.976	4	7	-3	9
Jumlah								308

Koeff 0.875936

Korelasi Peringkat Tahun 2013

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	273.00	1.259	2	2	0	0
		II	186.00	0.824	3	4	-1	1
2	Feb	I	145.00	0.794	5	5	0	0
		II	185.00	1.127	4	3	1	1
3	Mar	I	76.00	0.481	13	12	1	1
		II	135.00	0.680	6	6	0	0
4	Apr	I	91.00	0.507	11	10	1	1
		II	90.00	0.492	12	11	1	1
5	May	I	34.00	0.235	17	15	2	4
		II	40.00	0.225	15	16	-1	1
6	Jun	I	125.00	0.629	7	8	-1	1
		II	124.00	0.641	8	7	1	1
7	Jul	I	51.00	0.305	14	14	0	0
		II	0.00	0.072	19	18	1	1
8	Aug	I	0.00	0.054	19	19	0	0
		II	0.00	0.035	19	20	-1	1
9	Sep	I	0.00	0.026	19	21	-2	4
		II	0.00	0.018	19	22	-3	9
10	Oct	I	0.00	0.013	19	23	-4	16
		II	35.00	0.008	16	24	-8	64
11	Nov	I	101.00	0.417	10	13	-3	9
		II	33.00	0.152	18	17	1	1
12	Dec	I	118.00	0.511	9	9	0	0
		II	386.00	1.649	1	1	0	0
Jumlah								117

Koeff 0.955005

Korelasi Peringkat Tahun 2014

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	167.00	0.767	6	5	1	1
		II	309.00	1.312	1	1	0	0
2	Feb	I	100.00	0.595	9	10	-1	1
		II	87.00	0.597	11	9	2	4
3	Mar	I	114.00	0.627	8	7	1	1
		II	120.00	0.605	7	8	-1	1
4	Apr	I	184.00	0.920	4	3	1	1
		II	7.00	0.130	16	15	1	1
5	May	I	55.00	0.322	12	12	0	0
		II	42.00	0.236	13	13	0	0
6	Jun	I	0.00	0.065	17	16	1	1
		II	94.00	0.458	10	11	-1	1
7	Jul	I	24.00	0.149	14	14	0	0
		II	0.00	0.043	17	17	0	0
8	Aug	I	0.00	0.032	17	18	-1	1
		II	0.00	0.021	17	19	-2	4
9	Sep	I	0.00	0.016	17	20	-3	9
		II	0.00	0.011	17	21	-4	16
10	Oct	I	0.00	0.008	17	22	-5	25
		II	0.00	0.005	17	23	-6	36
11	Nov	I	14.00	0.004	15	24	-9	81
		II	193.00	0.712	3	6	-3	9
12	Dec	I	180.00	0.810	5	4	1	1
		II	258.00	1.122	2	2	0	0
Jumlah								194

Koeff 0.938346

Korelasi Peringkat Tahun 2015

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	250.00	1.118	3	5	-2	4
		II	229.00	0.985	5	7	-2	4
2	Feb	I	410.00	2.004	1	1	0	0
		II	118.00	0.847	8	8	0	0
3	Mar	I	214.00	1.146	6	4	2	4
		II	237.00	1.174	4	3	1	1
4	Apr	I	97.00	0.607	10	9	1	1
		II	35.00	0.288	16	14	2	4
5	May	I	38.00	0.278	15	15	0	0
		II	14.00	0.131	20	19	1	1
6	Jun	I	78.00	0.418	12	11	1	1
		II	32.00	0.207	17	17	0	0
7	Jul	I	78.00	0.397	12	12	0	0
		II	32.00	0.176	17	18	-1	1
8	Aug	I	0.00	0.050	21	20	1	1
		II	0.00	0.033	21	21	0	0
9	Sep	I	0.00	0.025	21	22	-1	1
		II	0.00	0.017	21	23	-2	4
10	Oct	I	21.00	0.012	19	24	-5	25
		II	83.00	0.298	11	13	-2	4
11	Nov	I	108.00	0.491	9	10	-1	1
		II	289.00	1.342	2	2	0	0
12	Dec	I	214.00	1.028	6	6	0	0
		II	39.00	0.235	14	16	-2	4
Jumlah								61

Koeff 0.975009

Korelasi Peringkat Tahun 2016

No	Bulan	Periode	Curah Hujan (mm)	Debit (m ³ /dt)	PX _i	PY _i	PX _i - PY _i	(PX _i - PY _i) ²
			X _i	Y _i				
1	Jan	I	76.00	0.357	18	19	-1	1
		II	220.00	0.920	6	8	-2	4
2	Feb	I	239.00	1.193	3	3	0	0
		II	90.00	0.624	13	12	1	1
3	Mar	I	169.00	0.885	10	9	1	1
		II	172.00	0.846	9	10	-1	1
4	Apr	I	247.00	1.238	2	2	0	0
		II	70.00	0.452	19	17	2	4
5	May	I	86.00	0.511	15	14	1	1
		II	84.00	0.454	16	16	0	0
6	Jun	I	77.00	0.449	17	18	-1	1
		II	24.00	0.195	22	22	0	0
7	Jul	I	17.00	0.131	23	23	0	0
		II	49.00	0.242	20	20	0	0
8	Aug	I	110.00	0.531	12	13	-1	1
		II	11.00	0.085	24	24	0	0
9	Sep	I	44.00	0.218	21	21	0	0
		II	284.00	1.314	1	1	0	0
10	Oct	I	216.00	1.064	7	6	1	1
		II	229.00	1.080	4	5	-1	1
11	Nov	I	178.00	0.942	8	7	1	1
		II	112.00	0.639	11	11	0	0
12	Dec	I	221.00	1.092	5	4	1	1
		II	89.00	0.467	14	15	-1	1
Jumlah								20

Koeff 0.991304

Lampiran 7 Keandalan Tampungam Waduk Eksisting
 Simulasi Operasi Waduk Tahun 1996

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	EL Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S _{+(I-O)}	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW Akhir Period	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/hari	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	2050.000	248.5	0.330	428.266	340000	2.186	11.1471	344.320	0.344	446.239	2020.880	2020.88	2020.880	0	248.307	SUKSES
	II	16	2020.88	248.30727	0.883	1220.400	336302	2.186	11.7609	344.320	0.344	475.988	2753.532	2050.00	2050.000	703.5316	248.500	SUKSES
Feb	I	15	2050.00	248.5	0.102	132.196	340000	0.572	2.9182	344.320	0.344	446.239	1733.039	1733.04	1733.039	0	246.402	SUKSES
	II	14	1733.04	246.40218	0.077	92.537	299743	0.572	2.4012	344.320	0.344	416.489	1406.686	1406.69	1406.686	0	244.242	SUKSES
Mar	I	15	1406.69	244.2422	0.261	338.295	258294	0.445	1.7251	443.947	0.444	575.355	1167.901	1167.90	1167.901	0	242.539	SUKSES
	II	16	1167.90	242.53855	0.555	766.560	206976	0.445	1.4745	545.547	0.546	754.164	1178.823	1178.82	1178.823	0	242.617	SUKSES
Apr	I	15	1178.82	242.61749	0.212	275.211	209497	0.711	2.2357	560.747	0.561	726.728	725.070	725.07	725.070	0	239.387	SUKSES
	II	15	725.07	239.38742	0.654	847.274	116957	0.711	1.2481	476.320	0.476	617.311	953.786	953.79	953.786	0	240.991	SUKSES
Mei	I	15	953.79	240.9909	0.076	98.248	157553	0.377	0.8914	389.920	0.390	505.336	545.805	545.81	545.805	0	238.189	SUKSES
	II	16	545.81	238.18891	0.108	148.829	99442	0.377	0.6001	389.920	0.390	539.025	155.009	155.01	155.009	0	234.642	GAGAL
Jun	I	15	155.01	234.64242	0.073	94.116	24057	0.215	0.0776	389.920	0.390	505.336	-256.289	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.031	39.665	0	0.215	0.0000	389.920	0.390	505.336	-465.671	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Jul	I	15	0.00	232	0.021	27.765	0	0.400	0.0000	293.920	0.294	380.920	-353.155	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.014	19.436	0	0.400	0.0000	197.920	0.198	273.605	-254.169	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Agu	I	15	0.00	232	0.310	402.103	0	0.483	0.0000	101.920	0.102	132.088	270.015	270.01	270.015	0	235.936	GAGAL
	II	16	270.01	235.93596	0.071	98.506	36104	0.483	0.2792	101.920	0.102	140.894	227.347	227.35	227.347	0	235.456	GAGAL
Sep	I	15	227.35	235.45605	0.021	27.377	31634	0.633	0.3002	101.920	0.102	132.088	122.336	122.34	122.336	0	234.275	GAGAL
	II	15	122.34	234.27492	0.015	19.164	20634	0.633	0.1958	101.920	0.102	132.088	9.216	9.22	9.216	0	232.217	GAGAL
Okt	I	15	9.22	232.21654	0.010	13.415	2093	0.675	0.0212	101.920	0.102	132.088	-109.479	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.007	9.390	0	0.675	0.0000	67.947	0.068	93.929	-84.539	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Nov	I	15	0.00	232	0.220	284.845	0	0.606	0.0000	214.427	0.214	277.897	6.948	6.95	6.948	0	232.163	GAGAL
	II	15	6.95	232.16326	0.375	486.211	1578	0.606	0.0143	367.947	0.368	476.859	16.286	16.29	16.286	0	232.383	GAGAL
Des	I	15	16.29	232.38266	0.804	1042.342	3698	1.103	0.0612	482.720	0.483	625.605	432.961	432.96	432.961	0	237.300	SUKSES
	II	16	432.96	237.30046	0.475	656.840	72638	1.103	1.2824	417.040	0.417	576.516	512.002	512.00	512.002	0	237.954	SUKSES

Simulasi Operasi Waduk Tahun 1997

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW Akhir Period	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	512.002	237.95412	0.673	871.563	95104.21	2.186	3.118044	344.320	0.344	446.239	934.209	934.21	934.209	0	240.849	SUKSES
	II	16	934.21	240.8494	0.681	940.853	153033.82	2.186	5.351785	344.320	0.344	475.988	1393.722	1393.72	1393.722	0	244.156	SUKSES
Feb	I	15	1393.72	244.1564	0.948	1228.429	256647.34	0.572	2.20282	344.320	0.344	446.239	2173.710	2050.00	2050.000	123.7099	248.500	SUKSES
	II	14	2050.00	248.5	0.772	934.335	340000.00	0.572	2.723692	344.320	0.344	416.489	2565.122	2050.00	2050.000	515.1219	248.500	SUKSES
Mar	I	15	2050.00	248.5	0.343	444.415	340000.00	0.445	2.270852	443.947	0.444	575.355	1916.789	1916.79	1916.789	0	247.618	SUKSES
	II	16	1916.79	247.61834	0.260	359.866	323081.08	0.445	2.301707	545.547	0.546	754.164	1520.190	1520.19	1520.190	0	244.993	SUKSES
Apr	I	15	1520.19	244.99343	0.456	590.408	272709.70	0.711	2.910236	560.747	0.561	726.728	1380.960	1380.96	1380.960	0	244.072	SUKSES
	II	15	1380.96	244.07193	0.403	522.341	255026.37	0.711	2.721527	476.320	0.476	617.311	1283.269	1283.27	1283.269	0	243.372	SUKSES
Mei	I	15	1283.27	243.37244	0.373	483.940	233605.24	0.377	1.321639	389.920	0.390	505.336	1260.551	1260.55	1260.551	0	243.208	SUKSES
	II	16	1260.55	243.20823	0.234	324.164	228361.31	0.377	1.378103	389.920	0.390	539.025	1044.311	1044.31	1044.311	0	241.645	SUKSES
Jun	I	15	1044.31	241.64522	0.060	78.026	178448.00	0.215	0.575879	389.920	0.390	505.336	616.425	616.42	616.425	0	238.661	SUKSES
	II	15	616.42	238.66105	0.042	54.618	106341.52	0.215	0.34318	389.920	0.390	505.336	165.363	165.36	165.363	0	234.759	GAGAL
Jul	I	15	165.36	234.75887	0.030	38.233	25141.40	0.400	0.150728	293.920	0.294	380.920	-177.475	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.019	26.763	0.00	0.400	0	197.920	0.198	273.605	-246.842	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Agu	I	15	0.00	232	0.014	18.734	0.00	0.483	0	101.920	0.102	132.088	-113.354	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.009	13.114	0.00	0.483	0	101.920	0.102	140.894	-127.780	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Sep	I	15	0.00	232	0.007	9.180	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-122.909	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.005	6.426	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-125.663	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Okt	I	15	0.00	232	0.003	4.498	0.00	0.675	0	101.920	0.102	132.088	-127.590	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.002	3.149	0.00	0.675	0	67.947	0.068	93.929	-90.781	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Nov	I	15	0.00	232	0.002	2.204	0.00	0.606	0	214.427	0.214	277.897	-275.693	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.001	1.543	0.00	0.606	0	367.947	0.368	476.859	-475.316	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Des	I	15	0.00	232	0.419	543.586	0.00	1.103	0	482.720	0.483	625.605	-82.019	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.355	491.390	0.00	1.103	0	417.040	0.417	576.516	-85.126	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL

Simulasi Operasi Waduk Tahun 1998

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	0.000	232	0.276	357.056	0.00	2.186	0	344.320	0.344	446.239	-89.183	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.323	446.492	0.00	2.186	0	344.320	0.344	475.988	-29.496	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Feb	I	15	0.00	232	0.246	318.233	0.00	0.572	0	344.320	0.344	446.239	-128.006	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	14	0.00	232	1.536	1857.967	0.00	0.572	0	344.320	0.344	416.489	1441.478	1441.48	1441.478	0	244.472	SUKSES
Mar	I	15	1441.48	244.47247	1.033	1338.243	262712.66	0.445	1.754651	443.947	0.444	575.355	2202.611	2050.00	2050.000	152.6115	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.834	1152.241	340000.00	0.445	2.422242	545.547	0.546	754.164	2445.655	2050.00	2050.000	395.6548	248.500	SUKSES
Apr	I	15	2050.00	248.5	0.546	708.063	340000.00	0.711	3.628328	560.747	0.561	726.728	2027.707	2027.71	2027.707	0	248.352	SUKSES
	II	15	2027.71	248.35245	1.192	1544.256	337168.58	0.711	3.598112	476.320	0.476	617.311	2951.054	2050.00	2050.000	901.0536	248.500	SUKSES
Mei	I	15	2050.00	248.5	0.198	257.018	340000.00	0.377	1.923575	389.920	0.390	505.336	1799.758	1799.76	1799.758	0	246.844	SUKSES
	II	16	1799.76	246.84376	0.261	360.219	308217.19	0.377	1.860012	389.920	0.390	539.025	1619.092	1619.09	1619.092	0	245.648	SUKSES
Jun	I	15	1619.09	245.64802	0.656	849.826	285271.11	0.215	0.920614	389.920	0.390	505.336	1962.661	1962.66	1962.661	0	247.922	SUKSES
	II	15	1962.66	247.92194	0.610	790.135	328907.19	0.215	1.061434	389.920	0.390	505.336	2246.398	2050.00	2050.000	196.3982	248.500	SUKSES
Jul	I	15	2050.00	248.5	0.588	762.350	340000.00	0.400	2.038378	293.920	0.294	380.920	2429.392	2050.00	2050.000	379.3915	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.248	342.815	340000.00	0.400	2.17427	197.920	0.198	273.605	2117.036	2050.00	2050.000	67.03572	248.500	SUKSES
Agu	I	15	2050.00	248.5	0.080	103.037	340000.00	0.483	2.46533	101.920	0.102	132.088	2018.483	2018.48	2018.483	0	248.291	SUKSES
	II	16	2018.48	248.2914	0.053	72.781	335997.08	0.483	2.598725	101.920	0.102	140.894	1947.771	1947.77	1947.771	0	247.823	SUKSES
Sep	I	15	1947.77	247.82339	0.039	50.528	327016.08	0.633	3.102917	101.920	0.102	132.088	1863.108	1863.11	1863.108	0	247.263	SUKSES
	II	15	1863.11	247.26305	0.239	309.703	316263.18	0.633	3.000887	101.920	0.102	132.088	2037.721	2037.72	2037.721	0	248.419	SUKSES
Okt	I	15	2037.72	248.41873	0.066	85.373	338440.52	0.675	3.424313	101.920	0.102	132.088	1987.582	1987.58	1987.582	0	248.087	SUKSES
	II	16	1987.58	248.08688	0.798	1103.237	332072.34	0.675	3.583873	67.947	0.068	93.929	2993.306	2050.00	2050.000	943.3056	248.500	SUKSES
Nov	I	15	2050.00	248.5	0.362	468.955	340000.00	0.606	3.090016	214.427	0.214	277.897	2237.968	2050.00	2050.000	187.9675	248.500	SUKSES
	II	15	2050.00	248.5	0.138	178.531	340000.00	0.606	3.090016	367.947	0.368	476.859	1748.582	1748.58	1748.582	0	246.505	SUKSES
Des	I	15	1748.58	246.50505	0.050	65.296	301717.41	1.103	4.993988	482.720	0.483	625.605	1183.279	1183.28	1183.279	0	242.650	SUKSES
	II	16	1183.28	242.6497	0.033	45.707	210525.15	1.103	3.716891	417.040	0.417	576.516	648.753	648.75	648.753	0	238.877	SUKSES

Simulasi Operasi Waduk Tahun 1999

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	Akhir Period	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	648.753	238.87718	0.809	1048.229	109500.18	2.186	3.590024	344.320	0.344	446.239	1247.154	1247.15	1247.154	0	243.111	SUKSES
	II	16	1247.15	243.11139	1.100	1520.363	225269.06	2.186	7.877941	344.320	0.344	475.988	2283.651	2050.00	2050.000	233.6508	248.500	SUKSES
Feb	I	15	2050.00	248.5	0.682	883.765	340000.00	0.572	2.918241	344.320	0.344	446.239	2484.608	2050.00	2050.000	434.6076	248.500	SUKSES
	II	14	2050.00	248.5	0.772	934.203	340000.00	0.572	2.723692	344.320	0.344	416.489	2564.990	2050.00	2050.000	514.9895	248.500	SUKSES
Mar	I	15	2050.00	248.5	1.251	1621.903	340000.00	0.445	2.270852	443.947	0.444	575.355	3094.277	2050.00	2050.000	1044.277	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.475	657.063	340000.00	0.445	2.422242	545.547	0.546	754.164	1950.477	1950.48	1950.477	0	247.841	SUKSES
Apr	I	15	1950.48	247.84131	0.789	1022.679	327359.79	0.711	3.493437	560.747	0.561	726.728	2242.935	2050.00	2050.000	192.9352	248.500	SUKSES
	II	15	2050.00	248.5	0.161	208.650	340000.00	0.711	3.628328	476.320	0.476	617.311	1637.711	1637.71	1637.711	0	245.771	SUKSES
Mei	I	15	1637.71	245.77125	0.480	621.488	287635.84	0.377	1.627321	389.920	0.390	505.336	1752.235	1752.23	1752.235	0	246.529	SUKSES
	II	16	1752.23	246.52923	0.106	146.919	302181.35	0.377	1.823588	389.920	0.390	539.025	1358.304	1358.30	1358.304	0	243.915	SUKSES
Jun	I	15	1358.30	243.9148	0.065	83.698	250925.26	0.215	0.809774	389.920	0.390	505.336	935.856	935.86	935.856	0	240.861	SUKSES
	II	15	935.86	240.8613	0.045	58.589	153414.00	0.215	0.495091	389.920	0.390	505.336	488.613	488.61	488.613	0	237.761	SUKSES
Jul	I	15	488.61	237.7607	0.032	41.012	88456.19	0.400	0.530315	293.920	0.294	380.920	148.175	148.17	148.175	0	234.566	GAGAL
	II	16	148.17	234.56555	0.021	28.708	23340.92	0.400	0.149263	197.920	0.198	273.605	-96.871	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Agu	I	15	0.00	232	0.016	20.096	0.00	0.483	0	101.920	0.102	132.088	-111.992	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.010	14.067	0.00	0.483	0	101.920	0.102	140.894	-126.827	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Sep	I	15	0.00	232	0.008	9.847	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-122.241	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.005	6.893	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-125.195	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Okt	I	15	0.00	232	0.113	145.912	0.00	0.675	0	101.920	0.102	132.088	13.824	13.82	13.824	0	232.325	GAGAL
	II	16	13.82	232.32482	0.347	479.546	3139.35	0.675	0.033881	67.947	0.068	93.929	399.406	399.41	399.406	0	237.023	SUKSES
Nov	I	15	399.41	237.02297	0.666	863.488	63100.42	0.606	0.573474	214.427	0.214	277.897	984.424	984.42	984.424	0	241.212	SUKSES
	II	15	984.42	241.21235	0.553	716.773	164624.63	0.606	1.496155	367.947	0.368	476.859	1222.842	1222.84	1222.842	0	242.936	SUKSES
Des	I	15	1222.84	242.93566	1.333	1727.077	219657.19	1.103	3.635738	482.720	0.483	625.605	2320.678	2050.00	2050.000	270.6777	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.552	762.412	340000.00	1.103	6.002813	417.040	0.417	576.516	2229.893	2050.00	2050.000	179.8931	248.500	SUKSES

Simulasi Operasi Waduk Tahun 2000

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	Akhir Period	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	2050.000	248.5	0.040	52.451	340000.00	2.186	11.14709	344.320	0.344	446.239	1645.066	1645.07	1645.066	0	245.820	SUKSES
	II	16	1645.07	245.81993	0.373	515.588	288569.98	2.186	10.09165	344.320	0.344	475.988	1674.574	1674.57	1674.574	0	246.015	SUKSES
Feb	I	15	1674.57	246.01523	0.782	1013.636	292317.83	0.572	2.508982	344.320	0.344	446.239	2239.463	2050.00	2050.000	189.4629	248.500	SUKSES
	II	14	2050.00	248.5	1.296	1567.987	340000.00	0.572	2.723692	344.320	0.344	416.489	3198.774	2050.00	2050.000	1148.774	248.500	SUKSES
Mar	I	15	2050.00	248.5	0.516	669.095	340000.00	0.445	2.270852	443.947	0.444	575.355	2141.469	2050.00	2050.000	91.46932	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.732	1012.371	340000.00	0.445	2.422242	545.547	0.546	754.164	2305.785	2050.00	2050.000	255.7851	248.500	SUKSES
Apr	I	15	2050.00	248.5	0.679	880.572	340000.00	0.711	3.628328	560.747	0.561	726.728	2200.216	2050.00	2050.000	150.2165	248.500	SUKSES
	II	15	2050.00	248.5	0.377	488.948	340000.00	0.711	3.628328	476.320	0.476	617.311	1918.009	1918.01	1918.009	0	247.626	SUKSES
Mei	I	15	1918.01	247.62641	0.209	271.139	323236.00	0.377	1.828732	389.920	0.390	505.336	1681.982	1681.98	1681.982	0	246.064	SUKSES
	II	16	1681.98	246.06426	0.087	120.915	293258.73	0.377	1.769742	389.920	0.390	539.025	1262.102	1262.10	1262.102	0	243.219	SUKSES
Jun	I	15	1262.10	243.21944	0.256	331.168	228719.42	0.215	0.738113	389.920	0.390	505.336	1087.195	1087.20	1087.195	0	241.955	SUKSES
	II	15	1087.20	241.9552	0.050	64.902	188346.75	0.215	0.607824	389.920	0.390	505.336	646.153	646.15	646.153	0	238.860	SUKSES
Jul	I	15	646.15	238.8598	0.035	45.431	109246.14	0.400	0.654956	293.920	0.294	380.920	310.009	310.01	310.009	0	236.284	GAGAL
	II	16	310.01	236.28366	0.023	31.802	42900.09	0.400	0.274342	197.920	0.198	273.605	67.932	67.93	67.932	0	233.459	GAGAL
Agu	I	15	67.93	233.45854	0.017	22.261	13520.85	0.483	0.098039	101.920	0.102	132.088	-41.993	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.077	106.774	0.00	0.483	0	101.920	0.102	140.894	-34.120	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Sep	I	15	0.00	232	0.013	16.511	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-115.577	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.009	11.558	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-120.530	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Okt	I	15	0.00	232	0.006	8.091	0.00	0.675	0	101.920	0.102	132.088	-123.998	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.120	165.966	0.00	0.675	0	67.947	0.068	93.929	72.037	72.04	72.037	0	233.533	GAGAL
Nov	I	15	72.04	233.53272	0.401	519.612	14144.62	0.606	0.12855	214.427	0.214	277.897	313.624	313.62	313.624	0	236.314	GAGAL
	II	15	313.62	236.31355	0.257	332.497	43553.39	0.606	0.395825	367.947	0.368	476.859	168.866	168.87	168.866	0	234.798	GAGAL
Des	I	15	168.87	234.79828	0.357	463.246	25508.34	1.103	0.422211	482.720	0.483	625.605	6.084	6.08	6.084	0	232.143	GAGAL
	II	16	6.08	232.14296	0.082	113.987	1381.73	1.103	0.024395	417.040	0.417	576.516	-456.469	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL

Simulasi Operasi Waduk Tahun 2001

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	0.000	232	0.104	134.794	0.00	2.186	0	344.320	0.344	446.239	-311.445	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.734	1014.782	0.00	2.186	0	344.320	0.344	475.988	538.794	538.79	538.794	0	238.142	SUKSES
Feb	I	15	538.79	238.14203	1.283	1662.616	98756.68	0.572	0.847635	344.320	0.344	446.239	1754.324	1754.32	1754.324	0	246.543	SUKSES
	II	14	1754.32	246.54306	0.331	400.521	302446.66	0.572	2.422857	344.320	0.344	416.489	1735.932	1735.93	1735.932	0	246.421	SUKSES
Mar	I	15	1735.93	246.42133	0.700	907.012	300110.78	0.445	2.004433	443.947	0.444	575.355	2065.585	2050.00	2050.000	15.58483	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.674	931.975	340000.00	0.445	2.422242	545.547	0.546	754.164	2225.389	2050.00	2050.000	175.3893	248.500	SUKSES
Apr	I	15	2050.00	248.5	0.897	1162.561	340000.00	0.711	3.628328	560.747	0.561	726.728	2482.205	2050.00	2050.000	432.2047	248.500	SUKSES
	II	15	2050.00	248.5	0.241	312.802	340000.00	0.711	3.628328	476.320	0.476	617.311	1741.863	1741.86	1741.863	0	246.461	SUKSES
Mei	I	15	1741.86	246.46058	0.096	124.541	300864.02	0.377	1.702161	389.920	0.390	505.336	1359.365	1359.36	1359.365	0	243.922	SUKSES
	II	16	1359.36	243.92247	0.129	178.465	251170.04	0.377	1.515747	389.920	0.390	539.025	997.289	997.29	997.289	0	241.305	SUKSES
Jun	I	15	997.29	241.30534	0.574	744.422	167594.09	0.215	0.540852	389.920	0.390	505.336	1235.833	1235.83	1235.833	0	243.030	SUKSES
	II	15	1235.83	243.02957	0.068	88.291	222655.94	0.215	0.718545	389.920	0.390	505.336	818.069	818.07	818.069	0	240.010	SUKSES
Jul	I	15	818.07	240.00992	0.048	61.804	126225.93	0.400	0.756754	293.920	0.294	380.920	498.196	498.20	498.196	0	237.840	SUKSES
	II	16	498.20	237.83995	0.031	43.263	91179.92	0.400	0.583088	197.920	0.198	273.605	267.271	267.27	267.271	0	235.905	GAGAL
Agu	I	15	267.27	235.9051	0.023	30.284	35816.18	0.483	0.259702	101.920	0.102	132.088	165.207	165.21	165.207	0	234.757	GAGAL
	II	16	165.21	234.75712	0.015	21.199	25125.02	0.483	0.194326	101.920	0.102	140.894	45.317	45.32	45.317	0	233.050	GAGAL
Sep	I	15	45.32	233.04983	0.011	14.839	10084.05	0.633	0.095683	101.920	0.102	132.088	-72.028	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.008	10.387	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-121.701	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Okt	I	15	0.00	232	0.006	7.271	0.00	0.675	0	101.920	0.102	132.088	-124.817	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.232	320.137	0.00	0.675	0	67.947	0.068	93.929	226.207	226.21	226.207	0	235.443	GAGAL
Nov	I	15	226.21	235.44323	0.394	510.791	31514.81	0.606	0.286415	214.427	0.214	277.897	458.815	458.82	458.815	0	237.514	SUKSES
	II	15	458.82	237.51427	0.735	952.757	79986.49	0.606	0.72694	367.947	0.368	476.859	933.986	933.99	933.986	0	240.848	SUKSES
Des	I	15	933.99	240.84779	0.631	817.538	152982.42	1.103	2.532146	482.720	0.483	625.605	1123.387	1123.39	1123.387	0	242.217	SUKSES
	II	16	1123.39	242.21679	0.313	432.919	196700.64	1.103	3.472815	417.040	0.417	576.516	976.317	976.32	976.317	0	241.154	SUKSES

Simulasi Operasi Waduk Tahun 2002

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	976.317	241.15376	0.399	517.636	162753.34	2.186	5.335958	344.320	0.344	446.239	1042.378	1042.38	1042.378	0	241.631	SUKSES
	II	16	1042.38	241.63126	0.714	987.630	178001.91	2.186	6.22495	344.320	0.344	475.988	1547.796	1547.80	1547.796	0	245.176	SUKSES
Feb	I	15	1547.80	245.17614	0.679	879.629	276215.89	0.572	2.370778	344.320	0.344	446.239	1978.815	1978.82	1978.815	0	248.029	SUKSES
	II	14	1978.82	248.02886	0.819	990.724	330958.95	0.572	2.651265	344.320	0.344	416.489	2550.399	2050.00	2050.000	500.3986	248.500	SUKSES
Mar	I	15	2050.00	248.5	0.697	903.179	340000.00	0.445	2.270852	443.947	0.444	575.355	2375.553	2050.00	2050.000	325.5534	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.591	817.389	340000.00	0.445	2.422242	545.547	0.546	754.164	2110.803	2050.00	2050.000	60.80266	248.500	SUKSES
Apr	I	15	2050.00	248.5	0.694	899.562	340000.00	0.711	3.628328	560.747	0.561	726.728	2219.206	2050.00	2050.000	169.2064	248.500	SUKSES
	II	15	2050.00	248.5	0.523	677.502	340000.00	0.711	3.628328	476.320	0.476	617.311	2106.563	2050.00	2050.000	56.56265	248.500	SUKSES
Mei	I	15	2050.00	248.5	0.418	541.654	340000.00	0.377	1.923575	389.920	0.390	505.336	2084.394	2050.00	2050.000	34.39374	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.086	119.518	340000.00	0.377	2.051814	389.920	0.390	539.025	1628.441	1628.44	1628.441	0	245.710	SUKSES
Jun	I	15	1628.44	245.7099	0.267	345.882	286458.51	0.215	0.924446	389.920	0.390	505.336	1468.062	1468.06	1468.062	0	244.648	SUKSES
	II	15	1468.06	244.64842	0.135	175.492	266089.09	0.215	0.85871	389.920	0.390	505.336	1137.359	1137.36	1137.359	0	242.318	SUKSES
Jul	I	15	1137.36	242.31778	0.114	148.366	199925.68	0.400	1.198601	293.920	0.294	380.920	903.606	903.61	903.606	0	240.628	SUKSES
	II	16	903.61	240.62819	0.050	69.037	145969.81	0.400	0.933464	197.920	0.198	273.605	698.105	698.10	698.105	0	239.207	SUKSES
Agu	I	15	698.10	239.20713	0.026	33.904	114322.03	0.483	0.828946	101.920	0.102	132.088	599.091	599.09	599.091	0	238.545	SUKSES
	II	16	599.09	238.54516	0.017	23.733	104647.95	0.483	0.809386	101.920	0.102	140.894	481.120	481.12	481.120	0	237.699	SUKSES
Sep	I	15	481.12	237.69873	0.013	16.613	86326.35	0.633	0.819114	101.920	0.102	132.088	364.826	364.83	364.826	0	236.737	SUKSES
	II	15	364.83	236.73699	0.009	11.629	53271.28	0.633	0.505469	101.920	0.102	132.088	243.861	243.86	243.861	0	235.642	GAGAL
Okt	I	15	243.86	235.64179	0.012	15.619	33363.98	0.675	0.337574	101.920	0.102	132.088	127.053	127.05	127.053	0	234.328	GAGAL
	II	16	127.05	234.32798	0.266	367.379	21128.49	0.675	0.228028	67.947	0.068	93.929	400.275	400.27	400.275	0	237.030	SUKSES
Nov	I	15	400.27	237.03015	0.148	191.672	63347.21	0.606	0.575717	214.427	0.214	277.897	313.474	313.47	313.474	0	236.312	GAGAL
	II	15	313.47	236.31232	0.444	575.247	43526.34	0.606	0.39558	367.947	0.368	476.859	411.466	411.47	411.466	0	237.123	SUKSES
Des	I	15	411.47	237.1227	0.220	285.254	66528.15	1.103	1.101166	482.720	0.483	625.605	70.014	70.01	70.014	0	233.496	GAGAL
	II	16	70.01	233.49616	0.704	972.765	13837.24	1.103	0.244301	417.040	0.417	576.516	466.018	466.02	466.018	0	237.574	SUKSES

Simulasi Operasi Waduk Tahun 2003

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	466.018	237.57384	0.917	1189.016	82033.87	2.186	2.689526	344.320	0.344	446.239	1206.107	1206.11	1206.107	0	242.815	SUKSES
	II	16	1206.11	242.8147	0.591	817.467	215794.31	2.186	7.546598	344.320	0.344	475.988	1540.039	1540.04	1540.039	0	245.125	SUKSES
Feb	I	15	1540.04	245.1248	1.210	1568.566	275230.69	0.572	2.362322	344.320	0.344	446.239	2660.004	2050.00	2050.000	610.004	248.500	SUKSES
	II	14	2050.00	248.5	1.605	1941.578	340000.00	0.572	2.723692	344.320	0.344	416.489	3572.365	2050.00	2050.000	1522.365	248.500	SUKSES
Mar	I	15	2050.00	248.5	1.079	1398.416	340000.00	0.445	2.270852	443.947	0.444	575.355	2870.790	2050.00	2050.000	820.7904	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.554	766.193	340000.00	0.445	2.422242	545.547	0.546	754.164	2059.607	2050.00	2050.000	9.607021	248.500	SUKSES
Apr	I	15	2050.00	248.5	0.150	193.933	340000.00	0.711	3.628328	560.747	0.561	726.728	1513.577	1513.58	1513.577	0	244.950	SUKSES
	II	15	1513.58	244.94966	0.147	189.894	271869.83	0.711	2.901273	476.320	0.476	617.311	1083.259	1083.26	1083.259	0	241.927	SUKSES
Mei	I	15	1083.26	241.92675	0.228	295.799	187438.20	0.377	1.060446	389.920	0.390	505.336	872.662	872.66	872.662	0	240.405	SUKSES
	II	16	872.66	240.40452	0.059	80.980	138827.15	0.377	0.837787	389.920	0.390	539.025	413.778	413.78	413.778	0	237.142	SUKSES
Jun	I	15	413.78	237.14182	0.044	56.686	67185.39	0.215	0.216818	389.920	0.390	505.336	-35.089	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.031	39.680	0.00	0.215	0	389.920	0.390	505.336	-465.656	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Jul	I	15	0.00	232	0.085	110.252	0.00	0.400	0	293.920	0.294	380.920	-270.668	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.034	47.096	0.00	0.400	0	197.920	0.198	273.605	-226.508	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Agu	I	15	0.00	232	0.047	60.792	0.00	0.483	0	101.920	0.102	132.088	-71.296	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.028	38.856	0.00	0.483	0	101.920	0.102	140.894	-102.038	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Sep	I	15	0.00	232	0.010	12.335	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-119.754	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.018	23.425	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-108.663	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Okt	I	15	0.00	232	0.005	6.953	0.00	0.675	0	101.920	0.102	132.088	-125.135	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.328	452.887	0.00	0.675	0	67.947	0.068	93.929	358.957	358.96	358.957	0	236.688	GAGAL
Nov	I	15	358.96	236.68846	0.331	429.166	51747.72	0.606	0.470298	214.427	0.214	277.897	509.756	509.76	509.756	0	237.936	SUKSES
	II	15	509.76	237.93554	0.371	480.211	94465.60	0.606	0.85853	367.947	0.368	476.859	512.249	512.25	512.249	0	237.956	SUKSES
Des	I	15	512.25	237.95616	0.553	716.855	95174.23	1.103	1.575312	482.720	0.483	625.605	601.923	601.92	601.923	0	238.564	SUKSES
	II	16	601.92	238.5641	0.360	497.873	104924.69	1.103	1.85248	417.040	0.417	576.516	521.428	521.43	521.428	0	238.026	SUKSES

Simulasi Operasi Waduk Tahun 2004

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW Akhir Period	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	521.428	238.02593	0.459	595.078	97059.90	2.186	3.182162	344.320	0.344	446.239	667.085	667.09	667.085	0	239.000	SUKSES
	II	16	667.09	238.99975	0.688	950.540	111291.32	2.186	3.891997	344.320	0.344	475.988	1137.745	1137.75	1137.745	0	242.321	SUKSES
Feb	I	15	1137.75	242.32058	0.739	958.053	200014.89	0.572	1.71674	344.320	0.344	446.239	1647.843	1647.84	1647.843	0	245.838	SUKSES
	II	14	1647.84	245.83831	0.844	1021.011	288922.75	0.572	2.314519	344.320	0.344	416.489	2250.050	2050.00	2050.000	200.0499	248.500	SUKSES
Mar	I	15	2050.00	248.5	0.744	963.733	340000.00	0.445	2.270852	443.947	0.444	575.355	2436.107	2050.00	2050.000	386.1071	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.582	804.608	340000.00	0.445	2.422242	545.547	0.546	754.164	2098.022	2050.00	2050.000	48.02208	248.500	SUKSES
Apr	I	15	2050.00	248.5	0.547	709.180	340000.00	0.711	3.628328	560.747	0.561	726.728	2028.824	2028.82	2028.824	0	248.360	SUKSES
	II	15	2028.82	248.35985	0.462	599.227	337310.53	0.711	3.599627	476.320	0.476	617.311	2007.141	2007.14	2007.141	0	248.216	SUKSES
Mei	I	15	2007.14	248.21634	0.096	124.676	334556.61	0.377	1.892779	389.920	0.390	505.336	1624.588	1624.59	1624.588	0	245.684	SUKSES
	II	16	1624.59	245.6844	0.290	401.320	285969.17	0.377	1.725751	389.920	0.390	539.025	1485.157	1485.16	1485.157	0	244.762	SUKSES
Jun	I	15	1485.16	244.76156	0.255	330.218	268260.25	0.215	0.865717	389.920	0.390	505.336	1309.173	1309.17	1309.173	0	243.560	SUKSES
	II	15	1309.17	243.55967	0.055	71.623	239584.45	0.215	0.773176	389.920	0.390	505.336	874.686	874.69	874.686	0	240.419	SUKSES
Jul	I	15	874.69	240.41915	0.106	137.493	139294.34	0.400	0.835102	293.920	0.294	380.920	630.423	630.42	630.423	0	238.755	SUKSES
	II	16	630.42	238.75464	0.029	40.463	107709.27	0.400	0.688791	197.920	0.198	273.605	396.593	396.59	396.593	0	237.000	SUKSES
Agu	I	15	396.59	236.9997	0.035	45.245	62300.69	0.483	0.45174	101.920	0.102	132.088	309.298	309.30	309.298	0	236.278	GAGAL
	II	16	309.30	236.27778	0.031	43.221	42771.58	0.483	0.330811	101.920	0.102	140.894	211.294	211.29	211.294	0	235.275	GAGAL
Sep	I	15	211.29	235.27549	0.012	15.980	29952.61	0.633	0.284208	101.920	0.102	132.088	94.901	94.90	94.901	0	233.946	GAGAL
	II	15	94.90	233.94593	0.019	24.843	17619.30	0.633	0.167182	101.920	0.102	132.088	-12.511	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Okt	I	15	0.00	232	0.025	32.080	0.00	0.675	0	101.920	0.102	132.088	-100.008	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.271	374.231	0.00	0.675	0	67.947	0.068	93.929	280.301	280.30	280.301	0	236.038	GAGAL
Nov	I	15	280.30	236.03798	0.324	419.501	37530.17	0.606	0.341085	214.427	0.214	277.897	421.564	421.56	421.564	0	237.206	SUKSES
	II	15	421.56	237.20621	0.363	471.090	69398.42	0.606	0.630712	367.947	0.368	476.859	415.164	415.16	415.164	0	237.153	SUKSES
Des	I	15	415.16	237.15328	0.547	708.697	67579.31	1.103	1.118564	482.720	0.483	625.605	497.138	497.14	497.138	0	237.831	SUKSES
	II	16	497.14	237.83119	0.350	483.291	90879.13	1.103	1.604501	417.040	0.417	576.516	402.309	402.31	402.309	0	237.047	SUKSES

Simulasi Operasi Waduk Tahun 2005

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	402.309	237.04697	0.226	293.123	63925.28	2.186	2.095826	344.320	0.344	446.239	247.097	247.10	247.097	0	235.678	GAGAL
	II	16	247.10	235.67819	0.970	1340.335	33703.00	2.186	1.178636	344.320	0.344	475.988	1110.265	1110.27	1110.265	0	242.122	SUKSES
Feb	I	15	1110.27	242.12195	0.633	820.120	193671.84	0.572	1.662298	344.320	0.344	446.239	1482.485	1482.48	1482.485	0	244.744	SUKSES
	II	14	1482.48	244.74388	1.038	1255.626	267920.89	0.572	2.146276	344.320	0.344	416.489	2319.475	2050.00	2050.000	269.4754	248.500	SUKSES
Mar	I	15	2050.00	248.5	0.737	954.932	340000.00	0.445	2.270852	443.947	0.444	575.355	2427.306	2050.00	2050.000	377.3059	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.794	1097.815	340000.00	0.445	2.422242	545.547	0.546	754.164	2391.229	2050.00	2050.000	341.2294	248.500	SUKSES
Apr	I	15	2050.00	248.5	0.650	842.830	340000.00	0.711	3.628328	560.747	0.561	726.728	2162.474	2050.00	2050.000	112.4736	248.500	SUKSES
	II	15	2050.00	248.5	0.195	253.169	340000.00	0.711	3.628328	476.320	0.476	617.311	1682.230	1682.23	1682.230	0	246.066	SUKSES
Mei	I	15	1682.23	246.0659	0.097	125.660	293290.12	0.377	1.659311	389.920	0.390	505.336	1300.894	1300.89	1300.894	0	243.500	SUKSES
	II	16	1300.89	243.49983	0.060	83.563	237673.49	0.377	1.434299	389.920	0.390	539.025	843.997	844.00	843.997	0	240.197	SUKSES
Jun	I	15	844.00	240.19733	0.045	58.494	132210.56	0.215	0.426664	389.920	0.390	505.336	396.727	396.73	396.727	0	237.001	SUKSES
	II	15	396.73	237.00081	0.633	820.372	62338.92	0.215	0.201177	389.920	0.390	505.336	711.562	711.56	711.562	0	239.297	SUKSES
Jul	I	15	711.56	239.2971	0.610	791.066	115636.89	0.400	0.69327	293.920	0.294	380.920	1121.014	1121.01	1121.014	0	242.200	SUKSES
	II	16	1121.01	242.19964	0.096	132.029	196153.01	0.400	1.254381	197.920	0.198	273.605	978.185	978.18	978.185	0	241.167	SUKSES
Agu	I	15	978.18	241.16726	0.054	70.366	163184.45	0.483	1.183245	101.920	0.102	132.088	915.280	915.28	915.280	0	240.713	SUKSES
	II	16	915.28	240.71257	0.036	49.257	148664.43	0.483	1.149825	101.920	0.102	140.894	822.492	822.49	822.492	0	240.042	SUKSES
Sep	I	15	822.49	240.04189	0.027	34.480	127246.83	0.633	1.207391	101.920	0.102	132.088	723.676	723.68	723.676	0	239.378	SUKSES
	II	15	723.68	239.3781	0.019	24.136	116820.48	0.633	1.10846	101.920	0.102	132.088	614.615	614.61	614.615	0	238.649	SUKSES
Okt	I	15	614.61	238.64895	0.013	16.895	106164.70	0.675	1.074166	101.920	0.102	132.088	498.347	498.35	498.347	0	237.841	SUKSES
	II	16	498.35	237.8412	0.102	141.218	91222.96	0.675	0.984519	67.947	0.068	93.929	544.652	544.65	544.652	0	238.181	SUKSES
Nov	I	15	544.65	238.18119	0.164	212.361	99328.98	0.606	0.90273	214.427	0.214	277.897	478.213	478.21	478.213	0	237.675	SUKSES
	II	15	478.21	237.67469	0.187	242.362	85500.16	0.606	0.777049	367.947	0.368	476.859	242.939	242.94	242.939	0	235.631	GAGAL
Des	I	15	242.94	235.63142	1.162	1506.490	33267.46	1.103	0.550639	482.720	0.483	625.605	1123.274	1123.27	1123.274	0	242.216	SUKSES
	II	16	1123.27	242.21597	0.753	1040.317	196674.47	1.103	3.472353	417.040	0.417	576.516	1583.603	1583.60	1583.603	0	245.413	SUKSES

Simulasi Operasi Waduk Tahun 2006

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW Akhir Period	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	1583.603	245.41313	0.090	116.937	280763.67	2.186	9.204991	344.320	0.344	446.239	1245.096	1245.10	1245.096	0	243.097	SUKSES
	II	16	1245.10	243.09652	0.059	81.856	224793.93	2.186	7.861325	344.320	0.344	475.988	843.102	843.10	843.102	0	240.191	SUKSES
Feb	I	15	843.10	240.19086	0.702	910.385	132004.08	0.572	1.132999	344.320	0.344	446.239	1306.115	1306.11	1306.115	0	243.538	SUKSES
	II	14	1306.11	243.53757	1.013	1225.250	238878.68	0.572	1.913623	344.320	0.344	416.489	2112.962	2050.00	2050.000	62.96172	248.500	SUKSES
Mar	I	15	2050.00	248.5	0.100	128.993	340000.00	0.445	2.270852	443.947	0.444	575.355	1601.367	1601.37	1601.367	0	245.531	SUKSES
	II	16	1601.37	245.53071	0.065	90.295	283019.92	0.445	2.016302	545.547	0.546	754.164	935.482	935.48	935.482	0	240.859	SUKSES
Apr	I	15	935.48	240.8586	0.914	1184.074	153327.65	0.711	1.636244	560.747	0.561	726.728	1391.192	1391.19	1391.192	0	244.140	SUKSES
	II	15	1391.19	244.13966	0.489	633.645	256326.01	0.711	2.735397	476.320	0.476	617.311	1404.791	1404.79	1404.791	0	244.230	SUKSES
Mei	I	15	1404.79	244.22966	0.086	111.166	258053.18	0.377	1.459955	389.920	0.390	505.336	1009.161	1009.16	1009.161	0	241.391	SUKSES
	II	16	1009.16	241.39116	0.056	77.816	170334.60	0.377	1.027926	389.920	0.390	539.025	546.924	546.92	546.924	0	238.196	SUKSES
Jun	I	15	546.92	238.19639	0.042	54.471	99551.02	0.215	0.321266	389.920	0.390	505.336	95.738	95.74	95.738	0	233.961	GAGAL
	II	15	95.74	233.96105	0.029	38.130	17746.47	0.215	0.057271	389.920	0.390	505.336	-371.525	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Jul	I	15	0.00	232	0.021	26.691	0.00	0.400	0	293.920	0.294	380.920	-354.229	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.014	18.684	0.00	0.400	0	197.920	0.198	273.605	-254.921	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Agu	I	15	0.00	232	0.010	13.079	0.00	0.483	0	101.920	0.102	132.088	-119.010	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.007	9.155	0.00	0.483	0	101.920	0.102	140.894	-131.739	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Sep	I	15	0.00	232	0.005	6.409	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-125.680	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.003	4.486	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-127.602	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Okt	I	15	0.00	232	0.002	3.140	0.00	0.675	0	101.920	0.102	132.088	-128.948	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.002	2.198	0.00	0.675	0	67.947	0.068	93.929	-91.731	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Nov	I	15	0.00	232	0.001	1.539	0.00	0.606	0	214.427	0.214	277.897	-276.358	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.001	1.077	0.00	0.606	0	367.947	0.368	476.859	-475.782	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Des	I	15	0.00	232	0.095	123.002	0.00	1.103	0	482.720	0.483	625.605	-502.603	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	1.316	1819.426	0.00	1.103	0	417.040	0.417	576.516	1242.910	1242.91	1242.910	0	243.081	SUKSES

Simulasi Operasi Waduk Tahun 2007

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	Akhir Period	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	1242.910	243.08072	0.102	132.059	224289.41	2.186	7.353452	344.320	0.344	446.239	921.377	921.38	921.377	0	240.757	SUKSES
	II	16	921.38	240.75664	0.240	331.428	150071.85	2.186	5.2482	344.320	0.344	475.988	771.569	771.57	771.569	0	239.698	SUKSES
Feb	I	15	771.57	239.69829	0.674	873.852	121499.81	0.572	1.04284	344.320	0.344	446.239	1198.139	1198.14	1198.139	0	242.757	SUKSES
	II	14	1198.14	242.75711	1.242	1502.497	213955.19	0.572	1.713965	344.320	0.344	416.489	2282.432	2050.00	2050.000	232.4322	248.500	SUKSES
Mar	I	15	2050.00	248.5	0.472	611.237	340000.00	0.445	2.270852	443.947	0.444	575.355	2083.611	2050.00	2050.000	33.61134	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	1.152	1592.220	340000.00	0.445	2.422242	545.547	0.546	754.164	2885.634	2050.00	2050.000	835.6338	248.500	SUKSES
Apr	I	15	2050.00	248.5	1.390	1801.093	340000.00	0.711	3.628328	560.747	0.561	726.728	3120.737	2050.00	2050.000	1070.737	248.500	SUKSES
	II	15	2050.00	248.5	1.307	1693.731	340000.00	0.711	3.628328	476.320	0.476	617.311	3122.792	2050.00	2050.000	1072.792	248.500	SUKSES
Mei	I	15	2050.00	248.5	0.237	307.033	340000.00	0.377	1.923575	389.920	0.390	505.336	1849.773	1849.77	1849.773	0	247.175	SUKSES
	II	16	1849.77	247.17479	0.201	277.869	314569.53	0.377	1.898347	389.920	0.390	539.025	1586.718	1586.72	1586.718	0	245.434	SUKSES
Jun	I	15	1586.72	245.43375	0.101	130.953	281159.39	0.215	0.907345	389.920	0.390	505.336	1211.427	1211.43	1211.427	0	242.853	SUKSES
	II	15	1211.43	242.85316	0.071	91.667	217022.49	0.215	0.700365	389.920	0.390	505.336	797.058	797.06	797.058	0	239.869	SUKSES
Jul	I	15	797.06	239.8687	0.050	64.167	123990.22	0.400	0.74335	293.920	0.294	380.920	479.561	479.56	479.561	0	237.686	SUKSES
	II	16	479.56	237.68584	0.032	44.917	85883.16	0.400	0.549215	197.920	0.198	273.605	250.324	250.32	250.324	0	235.714	GAGAL
Agu	I	15	250.32	235.71448	0.024	31.442	34040.99	0.483	0.24683	101.920	0.102	132.088	149.430	149.43	149.430	0	234.580	GAGAL
	II	16	149.43	234.57967	0.016	22.009	23472.47	0.483	0.181545	101.920	0.102	140.894	30.364	30.36	30.364	0	232.713	GAGAL
Sep	I	15	30.36	232.71345	0.012	15.406	6895.49	0.633	0.065428	101.920	0.102	132.088	-86.383	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.008	10.785	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-121.304	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Okt	I	15	0.00	232	0.006	7.549	0.00	0.675	0	101.920	0.102	132.088	-124.539	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.004	5.284	0.00	0.675	0	67.947	0.068	93.929	-88.645	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Nov	I	15	0.00	232	0.003	3.699	0.00	0.606	0	214.427	0.214	277.897	-274.198	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.002	2.589	0.00	0.606	0	367.947	0.368	476.859	-474.270	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Des	I	15	0.00	232	0.190	246.550	0.00	1.103	0	482.720	0.483	625.605	-379.056	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	1.429	1974.983	0.00	1.103	0	417.040	0.417	576.516	1398.467	1398.47	1398.467	0	244.188	SUKSES

Simulasi Operasi Waduk Tahun 2008

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	Akhir Period	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	1398.467	244.18781	0.471	610.588	257249.95	2.186	8.434081	344.320	0.344	446.239	1554.382	1554.38	1554.382	0	245.220	SUKSES
	II	16	1554.38	245.21974	0.567	783.259	277052.45	2.186	9.688871	344.320	0.344	475.988	1851.964	1851.96	1851.964	0	247.189	SUKSES
Feb	I	15	1851.96	247.18929	1.899	2460.696	314847.84	0.572	2.702359	344.320	0.344	446.239	3863.719	2050.00	2050.000	1813.719	248.500	SUKSES
	II	14	2050.00	248.5	1.666	2015.118	340000.00	0.572	2.723692	344.320	0.344	416.489	3645.904	2050.00	2050.000	1595.904	248.500	SUKSES
Mar	I	15	2050.00	248.5	1.105	1432.024	340000.00	0.445	2.270852	443.947	0.444	575.355	2904.399	2050.00	2050.000	854.3986	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.865	1196.149	340000.00	0.445	2.422242	545.547	0.546	754.164	2489.563	2050.00	2050.000	439.5634	248.500	SUKSES
Apr	I	15	2050.00	248.5	0.984	1275.240	340000.00	0.711	3.628328	560.747	0.561	726.728	2594.884	2050.00	2050.000	544.8839	248.500	SUKSES
	II	15	2050.00	248.5	0.386	499.782	340000.00	0.711	3.628328	476.320	0.476	617.311	1928.843	1928.84	1928.843	0	247.698	SUKSES
Mei	I	15	1928.84	247.69812	0.149	193.574	324612.03	0.377	1.836517	389.920	0.390	505.336	1615.244	1615.24	1615.244	0	245.623	SUKSES
	II	16	1615.24	245.62255	0.107	147.476	284782.37	0.377	1.718589	389.920	0.390	539.025	1221.976	1221.98	1221.976	0	242.929	SUKSES
Jun	I	15	1221.98	242.92941	0.068	87.904	219457.42	0.215	0.708223	389.920	0.390	505.336	803.836	803.84	803.836	0	239.914	SUKSES
	II	15	803.84	239.91402	0.047	61.533	124652.49	0.215	0.402273	389.920	0.390	505.336	359.630	359.63	359.630	0	236.694	GAGAL
Jul	I	15	359.63	236.69403	0.033	43.073	51869.42	0.400	0.310969	293.920	0.294	380.920	21.472	21.47	21.472	0	232.505	GAGAL
	II	16	21.47	232.50453	0.022	30.151	4876.25	0.400	0.031183	197.920	0.198	273.605	-222.012	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Agu	I	15	0.00	232	0.016	21.106	0.00	0.483	0	101.920	0.102	132.088	-110.982	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.011	14.774	0.00	0.483	0	101.920	0.102	140.894	-126.120	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Sep	I	15	0.00	232	0.008	10.342	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-121.746	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.006	7.239	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-124.849	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Okt	I	15	0.00	232	0.004	5.068	0.00	0.675	0	101.920	0.102	132.088	-127.021	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.003	3.547	0.00	0.675	0	67.947	0.068	93.929	-90.382	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Nov	I	15	0.00	232	0.002	2.483	0.00	0.606	0	214.427	0.214	277.897	-275.414	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.001	1.738	0.00	0.606	0	367.947	0.368	476.859	-475.121	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Des	I	15	0.00	232	0.125	162.249	0.00	1.103	0	482.720	0.483	625.605	-463.357	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.367	507.767	0.00	1.103	0	417.040	0.417	576.516	-68.749	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL

Simulasi Operasi Waduk Tahun 2009

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	Akhir Period	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	0.000	232	0.449	582.552	0.00	2.186	0	344.320	0.344	446.239	136.313	136.31	136.313	0	234.432	GAGAL
	II	16	136.31	234.43213	0.795	1099.560	22098.44	2.186	0.77281	344.320	0.344	475.988	759.112	759.11	759.112	0	239.615	SUKSES
Feb	I	15	759.11	239.61501	1.023	1325.876	120282.75	0.572	1.032394	344.320	0.344	446.239	1637.717	1637.72	1637.717	0	245.771	SUKSES
	II	14	1637.72	245.77129	0.654	790.711	287636.68	0.572	2.304217	344.320	0.344	416.489	2009.634	2009.63	2009.634	0	248.233	SUKSES
Mar	I	15	2009.63	248.23284	0.111	143.623	334873.19	0.445	2.23661	443.947	0.444	575.355	1575.665	1575.67	1575.665	0	245.361	SUKSES
	II	16	1575.67	245.3606	0.073	100.536	279755.56	0.445	1.993046	545.547	0.546	754.164	920.044	920.04	920.044	0	240.747	SUKSES
Apr	I	15	920.04	240.74701	0.054	70.375	149764.20	0.711	1.598217	560.747	0.561	726.728	262.093	262.09	262.093	0	235.847	GAGAL
	II	15	262.09	235.84686	0.748	969.640	35273.84	0.711	0.376427	476.320	0.476	617.311	614.046	614.05	614.046	0	238.645	SUKSES
Mei	I	15	614.05	238.64515	0.417	540.717	106109.17	0.377	0.60032	389.920	0.390	505.336	648.827	648.83	648.827	0	238.878	SUKSES
	II	16	648.83	238.87768	0.479	662.270	109507.37	0.377	0.660849	389.920	0.390	539.025	771.410	771.41	771.410	0	239.697	SUKSES
Jun	I	15	771.41	239.69723	0.159	205.436	121484.36	0.215	0.392049	389.920	0.390	505.336	471.118	471.12	471.118	0	237.616	SUKSES
	II	15	471.12	237.61601	0.059	75.859	83483.37	0.215	0.269414	389.920	0.390	505.336	41.371	41.37	41.371	0	232.972	GAGAL
Jul	I	15	41.37	232.97209	0.041	53.101	9395.22	0.400	0.056327	293.920	0.294	380.920	-286.504	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.027	37.171	0.00	0.400	0	197.920	0.198	273.605	-236.434	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Agu	I	15	0.00	232	0.020	26.020	0.00	0.483	0	101.920	0.102	132.088	-106.069	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.013	18.214	0.00	0.483	0	101.920	0.102	140.894	-122.680	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Sep	I	15	0.00	232	0.010	12.750	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-119.339	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.007	8.925	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-123.164	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Okt	I	15	0.00	232	0.005	6.247	0.00	0.675	0	101.920	0.102	132.088	-125.841	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.003	4.373	0.00	0.675	0	67.947	0.068	93.929	-89.556	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Nov	I	15	0.00	232	0.019	24.124	0.00	0.606	0	214.427	0.214	277.897	-253.773	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.522	676.022	0.00	0.606	0	367.947	0.368	476.859	199.163	199.16	199.163	0	235.139	GAGAL
Des	I	15	199.16	235.13904	0.123	159.750	28681.89	1.103	0.474739	482.720	0.483	625.605	-267.168	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.397	548.825	0.00	1.103	0	417.040	0.417	576.516	-27.691	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL

Simulasi Operasi Waduk Tahun 2010

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	Akhir Period	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	0.000	232	0.543	703.207	0.00	2.186	0	344.320	0.344	446.239	256.968	256.97	256.968	0	235.789	GAGAL
	II	16	256.97	235.78922	0.758	1048.086	34737.01	2.186	1.214797	344.320	0.344	475.988	827.852	827.85	827.852	0	240.081	SUKSES
Feb	I	15	827.85	240.08063	0.875	1134.553	128483.94	0.572	1.102786	344.320	0.344	446.239	1515.063	1515.06	1515.063	0	244.960	SUKSES
	II	14	1515.06	244.9595	0.743	898.808	272058.62	0.572	2.179423	344.320	0.344	416.489	1995.203	1995.20	1995.203	0	248.137	SUKSES
Mar	I	15	1995.20	248.13732	1.906	2470.047	333040.29	0.445	2.224368	443.947	0.444	575.355	3887.671	2050.00	2050.000	1837.671	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.956	1321.356	340000.00	0.445	2.422242	545.547	0.546	754.164	2614.770	2050.00	2050.000	564.7702	248.500	SUKSES
Apr	I	15	2050.00	248.5	0.312	404.327	340000.00	0.711	3.628328	560.747	0.561	726.728	1723.971	1723.97	1723.971	0	246.342	SUKSES
	II	15	1723.97	246.34216	0.368	476.361	298591.60	0.711	3.186436	476.320	0.476	617.311	1579.834	1579.83	1579.834	0	245.388	SUKSES
Mei	I	15	1579.83	245.38819	1.150	1490.245	280285.10	0.377	1.585734	389.920	0.390	505.336	2563.157	2050.00	2050.000	513.1571	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.227	313.900	340000.00	0.377	2.051814	389.920	0.390	539.025	1822.823	1822.82	1822.823	0	246.996	SUKSES
Jun	I	15	1822.82	246.99642	0.334	433.190	311146.62	0.215	1.004118	389.920	0.390	505.336	1749.672	1749.67	1749.672	0	246.512	SUKSES
	II	15	1749.67	246.51227	0.088	114.160	301855.87	0.215	0.974135	389.920	0.390	505.336	1357.522	1357.52	1357.522	0	243.909	SUKSES
Jul	I	15	1357.52	243.90914	0.176	227.746	250744.58	0.400	1.503272	293.920	0.294	380.920	1202.844	1202.84	1202.844	0	242.791	SUKSES
	II	16	1202.84	242.79112	0.174	240.691	215041.26	0.400	1.37517	197.920	0.198	273.605	1168.555	1168.55	1168.555	0	242.543	SUKSES
Agu	I	15	1168.55	242.54327	0.043	56.310	207126.50	0.483	1.501868	101.920	0.102	132.088	1091.274	1091.27	1091.274	0	241.985	SUKSES
	II	16	1091.27	241.98468	0.118	163.662	189288.27	0.483	1.464025	101.920	0.102	140.894	1112.578	1112.58	1112.578	0	242.139	SUKSES
Sep	I	15	1112.58	242.13866	1.000	1296.033	194205.60	0.633	1.842734	101.920	0.102	132.088	2274.680	2050.00	2050.000	224.6799	248.500	SUKSES
	II	15	2050.00	248.5	1.139	1476.786	340000.00	0.633	3.226116	101.920	0.102	132.088	3391.472	2050.00	2050.000	1341.472	248.500	SUKSES
Okt	I	15	2050.00	248.5	0.309	400.480	340000.00	0.675	3.440092	101.920	0.102	132.088	2314.952	2050.00	2050.000	264.9518	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.894	1235.339	340000.00	0.675	3.669432	67.947	0.068	93.929	3187.740	2050.00	2050.000	1137.74	248.500	SUKSES
Nov	I	15	2050.00	248.5	0.290	375.248	340000.00	0.606	3.090016	214.427	0.214	277.897	2144.261	2050.00	2050.000	94.26086	248.500	SUKSES
	II	15	2050.00	248.5	0.601	778.997	340000.00	0.606	3.090016	367.947	0.368	476.859	2349.049	2050.00	2050.000	299.0486	248.500	SUKSES
Des	I	15	2050.00	248.5	1.232	1596.591	340000.00	1.103	5.627637	482.720	0.483	625.605	3015.358	2050.00	2050.000	965.358	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.787	1087.494	340000.00	1.103	6.002813	417.040	0.417	576.516	2554.975	2050.00	2050.000	504.9749	248.500	SUKSES

Simulasi Operasi Waduk Tahun 2011

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	Akhir Period	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	2050.000	248.5	1.190	1541.944	340000.00	2.186	11.14709	344.320	0.344	446.239	3134.558	2050.00	2050.000	1084.558	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.792	1095.321	340000.00	2.186	11.89023	344.320	0.344	475.988	2657.442	2050.00	2050.000	607.4423	248.500	SUKSES
Feb	I	15	2050.00	248.5	1.134	1469.254	340000.00	0.572	2.918241	344.320	0.344	446.239	3070.097	2050.00	2050.000	1020.097	248.500	SUKSES
	II	14	2050.00	248.5	0.926	1120.362	340000.00	0.572	2.723692	344.320	0.344	416.489	2751.148	2050.00	2050.000	701.1485	248.500	SUKSES
Mar	I	15	2050.00	248.5	0.516	668.283	340000.00	0.445	2.270852	443.947	0.444	575.355	2140.658	2050.00	2050.000	90.65755	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.861	1190.473	340000.00	0.445	2.422242	545.547	0.546	754.164	2483.887	2050.00	2050.000	433.8874	248.500	SUKSES
Apr	I	15	2050.00	248.5	0.677	877.023	340000.00	0.711	3.628328	560.747	0.561	726.728	2196.667	2050.00	2050.000	146.6667	248.500	SUKSES
	II	15	2050.00	248.5	0.238	307.884	340000.00	0.711	3.628328	476.320	0.476	617.311	1736.945	1736.95	1736.945	0	246.428	SUKSES
Mei	I	15	1736.95	246.42803	0.096	124.356	300239.45	0.377	1.698627	389.920	0.390	505.336	1354.266	1354.27	1354.266	0	243.886	SUKSES
	II	16	1354.27	243.88561	0.063	87.049	249993.18	0.377	1.508645	389.920	0.390	539.025	900.782	900.78	900.782	0	240.608	SUKSES
Jun	I	15	900.78	240.60778	0.047	60.935	145317.91	0.215	0.468963	389.920	0.390	505.336	455.911	455.91	455.911	0	237.490	SUKSES
	II	15	455.91	237.49025	0.033	42.654	79160.95	0.215	0.255465	389.920	0.390	505.336	-7.027	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Jul	I	15	0.00	232	0.023	29.858	0.00	0.400	0	293.920	0.294	380.920	-351.062	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.015	20.901	0.00	0.400	0	197.920	0.198	273.605	-252.704	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Agu	I	15	0.00	232	0.011	14.630	0.00	0.483	0	101.920	0.102	132.088	-117.458	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.007	10.241	0.00	0.483	0	101.920	0.102	140.894	-130.653	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Sep	I	15	0.00	232	0.006	7.169	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-124.919	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.004	5.018	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-127.070	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Okt	I	15	0.00	232	0.003	3.513	0.00	0.675	0	101.920	0.102	132.088	-128.576	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.002	2.459	0.00	0.675	0	67.947	0.068	93.929	-91.471	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Nov	I	15	0.00	232	0.001	1.721	0.00	0.606	0	214.427	0.214	277.897	-276.176	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.001	1.205	0.00	0.606	0	367.947	0.368	476.859	-475.654	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Des	I	15	0.00	232	0.001	0.843	0.00	1.103	0	482.720	0.483	625.605	-624.762	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.690	954.334	0.00	1.103	0	417.040	0.417	576.516	377.818	377.82	377.818	0	236.844	SUKSES

Simulasi Operasi Waduk Tahun 2012

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW Akhir Period	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	m	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	377.818	236.84443	1.247	1616.536	56964.12	2.186	1.8676	344.320	0.344	446.239	1546.247	1546.25	1546.247	0	245.166	SUKSES
	II	16	1546.25	245.16589	0.405	559.426	276019.23	2.186	9.652738	344.320	0.344	475.988	1620.032	1620.03	1620.032	0	245.654	SUKSES
Feb	I	15	1620.03	245.65424	0.985	1276.527	285390.52	0.572	2.449525	344.320	0.344	446.239	2447.871	2050.00	2050.000	397.8712	248.500	SUKSES
	II	14	2050.00	248.5	1.259	1523.199	340000.00	0.572	2.723692	344.320	0.344	416.489	3153.986	2050.00	2050.000	1103.986	248.500	SUKSES
Mar	I	15	2050.00	248.5	1.416	1835.745	340000.00	0.445	2.270852	443.947	0.444	575.355	3308.120	2050.00	2050.000	1258.12	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	1.002	1385.657	340000.00	0.445	2.422242	545.547	0.546	754.164	2679.071	2050.00	2050.000	629.0711	248.500	SUKSES
Apr	I	15	2050.00	248.5	0.186	240.501	340000.00	0.711	3.628328	560.747	0.561	726.728	1560.145	1560.14	1560.145	0	245.258	SUKSES
	II	15	1560.14	245.25787	0.130	168.350	277784.31	0.711	2.96439	476.320	0.476	617.311	1108.220	1108.22	1108.220	0	242.107	SUKSES
Mei	I	15	1108.22	242.10716	0.547	709.036	193199.68	0.377	1.093042	389.920	0.390	505.336	1310.826	1310.83	1310.826	0	243.572	SUKSES
	II	16	1310.83	243.57163	0.323	446.879	239966.20	0.377	1.448135	389.920	0.390	539.025	1217.231	1217.23	1217.231	0	242.895	SUKSES
Jun	I	15	1217.23	242.89511	0.088	114.120	218362.22	0.215	0.704688	389.920	0.390	505.336	825.311	825.31	825.311	0	240.062	SUKSES
	II	15	825.31	240.06227	0.070	90.146	127897.43	0.215	0.412745	389.920	0.390	505.336	409.708	409.71	409.708	0	237.108	SUKSES
Jul	I	15	409.71	237.10816	0.040	52.150	66028.37	0.400	0.395855	293.920	0.294	380.920	80.541	80.54	80.541	0	233.686	GAGAL
	II	16	80.54	233.68641	0.026	36.505	15437.03	0.400	0.098718	197.920	0.198	273.605	-156.657	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Agu	I	15	0.00	232	0.020	25.553	0.00	0.483	0	101.920	0.102	132.088	-106.535	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.013	17.887	0.00	0.483	0	101.920	0.102	140.894	-123.007	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Sep	I	15	0.00	232	0.010	12.521	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-119.567	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.007	8.765	0.00	0.633	0	101.920	0.102	132.088	-123.323	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Okt	I	15	0.00	232	0.005	6.135	0.00	0.675	0	101.920	0.102	132.088	-125.953	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.003	4.295	0.00	0.675	0	67.947	0.068	93.929	-89.635	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Nov	I	15	0.00	232	0.199	257.495	0.00	0.606	0	214.427	0.214	277.897	-20.401	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	1.141	1479.158	0.00	0.606	0	367.947	0.368	476.859	1002.299	1002.30	1002.299	0	241.342	SUKSES
Des	I	15	1002.30	241.34156	0.802	1039.047	168750.69	1.103	2.79314	482.720	0.483	625.605	1412.948	1412.95	1412.948	0	244.284	SUKSES
	II	16	1412.95	244.28365	0.976	1348.879	259089.16	1.103	4.574305	417.040	0.417	576.516	2180.737	2050.00	2050.000	130.7365	248.500	SUKSES

Simulasi Operasi Waduk Tahun 2013

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	2050.000	248.5	1.259	1632.236	340000.00	2.186	11.14709	344.320	0.344	446.239	3224.850	2050.00	2050.000	1174.85	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.824	1139.344	340000.00	2.186	11.89023	344.320	0.344	475.988	2701.466	2050.00	2050.000	651.4662	246.314	SUKSES
Feb	I	15	2050.00	248.5	0.794	1029.253	340000.00	0.572	2.918241	344.320	0.344	446.239	2630.096	2050.00	2050.000	580.0961	246.314	SUKSES
	II	14	2050.00	248.5	1.127	1363.360	340000.00	0.572	2.723692	344.320	0.344	416.489	2994.147	2050.00	2050.000	944.1467	246.314	SUKSES
Mar	I	15	2050.00	248.5	0.481	622.783	340000.00	0.445	2.270852	443.947	0.444	575.355	2095.157	2050.00	2050.000	45.15727	246.314	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.680	940.551	340000.00	0.445	2.422242	545.547	0.546	754.164	2233.965	2050.00	2050.000	183.9654	246.314	SUKSES
Apr	I	15	2050.00	248.5	0.507	656.497	340000.00	0.711	3.628328	560.747	0.561	726.728	1976.141	1976.14	1976.141	0	245.902	SUKSES
	II	15	1976.14	248.01116	0.492	637.608	330619.27	0.711	3.528221	476.320	0.476	617.311	1992.909	1992.91	1992.909	0	245.995	SUKSES
Mei	I	15	1992.91	248.12214	0.235	304.961	332749.03	0.377	1.882552	389.920	0.390	505.336	1790.652	1790.65	1790.652	0	243.630	SUKSES
	II	16	1790.65	246.78349	0.225	311.184	307060.60	0.377	1.853033	389.920	0.390	539.025	1560.957	1560.96	1560.957	0	242.926	SUKSES
Jun	I	15	1560.96	245.26325	0.629	815.022	277887.55	0.215	0.896786	389.920	0.390	505.336	1869.747	1869.75	1869.747	0	243.870	SUKSES
	II	15	1869.75	247.30699	0.641	830.720	317106.34	0.215	1.023351	389.920	0.390	505.336	2194.107	2050.00	2050.000	144.1067	246.314	SUKSES
Jul	I	15	2050.00	248.5	0.305	395.226	340000.00	0.400	2.038378	293.920	0.294	380.920	2062.267	2050.00	2050.000	12.26749	246.314	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.072	99.429	340000.00	0.400	2.17427	197.920	0.198	273.605	1873.651	1873.65	1873.651	0	243.882	SUKSES
Agu	I	15	1873.65	247.33282	0.054	69.601	317602.17	0.483	2.302924	101.920	0.102	132.088	1808.860	1808.86	1808.860	0	243.685	SUKSES
	II	16	1808.86	246.90401	0.035	48.720	309373.23	0.483	2.392806	101.920	0.102	140.894	1714.293	1714.29	1714.293	0	243.398	SUKSES
Sep	I	15	1714.29	246.27811	0.026	34.104	297362.49	0.633	2.821546	101.920	0.102	132.088	1613.488	1613.49	1613.488	0	243.091	SUKSES
	II	15	1613.49	245.61093	0.018	23.873	284559.35	0.633	2.700063	101.920	0.102	132.088	1502.572	1502.57	1502.572	0	242.735	SUKSES
Okt	I	15	1502.57	244.87683	0.013	16.711	270472.18	0.675	2.736615	101.920	0.102	132.088	1384.459	1384.46	1384.459	0	242.347	SUKSES
	II	16	1384.46	244.09509	0.008	11.698	255470.75	0.675	2.757154	67.947	0.068	93.929	1299.470	1299.47	1299.470	0	242.068	SUKSES
Nov	I	15	1299.47	243.48954	0.417	540.365	237344.81	0.606	2.157056	214.427	0.214	277.897	1559.780	1559.78	1559.780	0	242.922	SUKSES
	II	15	1559.78	245.25546	0.152	196.536	277738.05	0.606	2.524162	367.947	0.368	476.859	1276.933	1276.93	1276.933	0	241.994	SUKSES
Des	I	15	1276.93	243.32664	0.511	662.654	232142.74	1.103	3.842397	482.720	0.483	625.605	1310.139	1310.14	1310.139	0	242.103	SUKSES
	II	16	1310.14	243.56666	1.649	2280.098	239807.58	1.103	4.233882	417.040	0.417	576.516	3009.487	2050.00	2050.000	959.4875	246.314	SUKSES

Simulasi Operasi Waduk Tahun 2014

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	2050.000	248.5	0.767	993.889	340000.00	2.186	11.14709	344.320	0.344	446.239	2586.503	2050.00	2050.000	536.5035	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	1.312	1813.678	340000.00	2.186	11.89023	344.320	0.344	475.988	3375.799	2050.00	2050.000	1325.799	248.500	SUKSES
Feb	I	15	2050.00	248.5	0.595	771.414	340000.00	0.572	2.918241	344.320	0.344	446.239	2372.257	2050.00	2050.000	322.257	248.500	SUKSES
	II	14	2050.00	248.5	0.597	722.061	340000.00	0.572	2.723692	344.320	0.344	416.489	2352.848	2050.00	2050.000	302.8482	248.500	SUKSES
Mar	I	15	2050.00	248.5	0.627	812.813	340000.00	0.445	2.270852	443.947	0.444	575.355	2285.188	2050.00	2050.000	235.1877	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.605	835.698	340000.00	0.445	2.422242	545.547	0.546	754.164	2129.112	2050.00	2050.000	79.11221	248.500	SUKSES
Apr	I	15	2050.00	248.5	0.920	1191.737	340000.00	0.711	3.628328	560.747	0.561	726.728	2511.381	2050.00	2050.000	461.3815	248.500	SUKSES
	II	15	2050.00	248.5	0.130	167.908	340000.00	0.711	3.628328	476.320	0.476	617.311	1596.969	1596.97	1596.969	0	245.502	SUKSES
Mei	I	15	1596.97	245.5016	0.322	417.112	282461.34	0.377	1.598046	389.920	0.390	505.336	1507.147	1507.15	1507.147	0	244.907	SUKSES
	II	16	1507.15	244.9071	0.236	326.430	271053.14	0.377	1.635737	389.920	0.390	539.025	1292.916	1292.92	1292.916	0	243.442	SUKSES
Jun	I	15	1292.92	243.44216	0.065	84.349	235831.95	0.215	0.761066	389.920	0.390	505.336	871.167	871.17	871.167	0	240.394	SUKSES
	II	15	871.17	240.39372	0.458	594.174	138482.23	0.215	0.446903	389.920	0.390	505.336	959.559	959.56	959.559	0	241.033	SUKSES
Jul	I	15	959.56	241.03262	0.149	193.274	158885.06	0.400	0.952553	293.920	0.294	380.920	770.959	770.96	770.959	0	239.694	SUKSES
	II	16	770.96	239.69422	0.043	59.265	121440.30	0.400	0.7766	197.920	0.198	273.605	555.843	555.84	555.843	0	238.256	SUKSES
Agu	I	15	555.84	238.25601	0.032	41.485	100422.40	0.483	0.72816	101.920	0.102	132.088	464.512	464.51	464.512	0	237.561	SUKSES
	II	16	464.51	237.56138	0.021	29.040	81605.62	0.483	0.631168	101.920	0.102	140.894	352.026	352.03	352.026	0	236.631	GAGAL
Sep	I	15	352.03	236.63114	0.016	20.328	50494.84	0.633	0.479124	101.920	0.102	132.088	239.786	239.79	239.786	0	235.596	GAGAL
	II	15	239.79	235.59596	0.011	14.229	32937.18	0.633	0.312527	101.920	0.102	132.088	121.615	121.61	121.615	0	234.267	GAGAL
Okt	I	15	121.61	234.26681	0.008	9.961	20558.79	0.675	0.208012	101.920	0.102	132.088	-0.721	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	16	0.00	232	0.005	6.972	0.00	0.675	0	67.947	0.068	93.929	-86.957	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
Nov	I	15	0.00	232	0.004	4.881	0.00	0.606	0	214.427	0.214	277.897	-273.016	0.00	0.000	0	232.000	GAGAL
	II	15	0.00	232	0.712	922.482	0.00	0.606	0	367.947	0.368	476.859	445.623	445.62	445.623	0	237.405	SUKSES
Des	I	15	445.62	237.40517	0.810	1049.478	76236.71	1.103	1.26186	482.720	0.483	625.605	868.234	868.23	868.234	0	240.373	SUKSES
	II	16	868.23	240.37252	1.122	1551.035	137805.12	1.103	2.432995	417.040	0.417	576.516	1840.319	1840.32	1840.319	0	247.112	SUKSES

Simulasi Operasi Waduk Tahun 2015

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	Akhir Period	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	1840.319	247.11222	1.118	1449.079	313368.84	2.186	10.27397	344.320	0.344	446.239	2832.886	2050.00	2050.000	782.8859	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.985	1361.728	340000.00	2.186	11.89023	344.320	0.344	475.988	2923.850	2050.00	2050.000	873.85	248.500	SUKSES
Feb	I	15	2050.00	248.5	2.004	2597.084	340000.00	0.572	2.918241	344.320	0.344	446.239	4197.927	2050.00	2050.000	2147.927	248.500	SUKSES
	II	14	2050.00	248.5	0.847	1024.540	340000.00	0.572	2.723692	344.320	0.344	416.489	2655.327	2050.00	2050.000	605.3269	248.500	SUKSES
Mar	I	15	2050.00	248.5	1.146	1484.844	340000.00	0.445	2.270852	443.947	0.444	575.355	2957.218	2050.00	2050.000	907.2181	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	1.174	1623.022	340000.00	0.445	2.422242	545.547	0.546	754.164	2916.436	2050.00	2050.000	866.4363	248.500	SUKSES
Apr	I	15	2050.00	248.5	0.607	786.852	340000.00	0.711	3.628328	560.747	0.561	726.728	2106.496	2050.00	2050.000	56.49568	248.500	SUKSES
	II	15	2050.00	248.5	0.288	373.561	340000.00	0.711	3.628328	476.320	0.476	617.311	1802.622	1802.62	1802.622	0	246.863	SUKSES
Mei	I	15	1802.62	246.86272	0.278	360.813	308580.98	0.377	1.74582	389.920	0.390	505.336	1656.353	1656.35	1656.353	0	245.895	SUKSES
	II	16	1656.35	245.89463	0.131	180.803	290003.54	0.377	1.750098	389.920	0.390	539.025	1296.381	1296.38	1296.381	0	243.467	SUKSES
Jun	I	15	1296.38	243.46721	0.418	541.961	236631.74	0.215	0.763647	389.920	0.390	505.336	1332.242	1332.24	1332.242	0	243.726	SUKSES
	II	15	1332.24	243.72642	0.207	267.938	244909.42	0.215	0.79036	389.920	0.390	505.336	1094.053	1094.05	1094.053	0	242.005	SUKSES
Jul	I	15	1094.05	242.00477	0.397	514.644	189929.73	0.400	1.138673	293.920	0.294	380.920	1226.638	1226.64	1226.638	0	242.963	SUKSES
	II	16	1226.64	242.9631	0.176	242.791	220533.46	0.400	1.410292	197.920	0.198	273.605	1194.414	1194.41	1194.414	0	242.730	SUKSES
Agu	I	15	1194.41	242.73018	0.050	65.412	213095.39	0.483	1.545148	101.920	0.102	132.088	1126.192	1126.19	1126.192	0	242.237	SUKSES
	II	16	1126.19	242.23707	0.033	45.788	197348.19	0.483	1.53	101.920	0.102	140.894	1029.560	1029.56	1029.560	0	241.539	SUKSES
Sep	I	15	1029.56	241.5386	0.025	32.052	175043.12	0.633	1.66091	101.920	0.102	132.088	927.863	927.86	927.863	0	240.804	SUKSES
	II	15	927.86	240.80352	0.017	22.436	151568.89	0.633	1.438173	101.920	0.102	132.088	816.772	816.77	816.772	0	240.001	SUKSES
Okt	I	15	816.77	240.00055	0.012	15.705	125926.57	0.675	1.274115	101.920	0.102	132.088	699.115	699.12	699.115	0	239.214	SUKSES
	II	16	699.12	239.21389	0.298	412.390	114420.79	0.675	1.23488	67.947	0.068	93.929	1016.341	1016.34	1016.341	0	241.443	SUKSES
Nov	I	15	1016.34	241.44305	0.491	636.491	171991.88	0.606	1.563111	214.427	0.214	277.897	1373.372	1373.37	1373.372	0	244.022	SUKSES
	II	15	1373.37	244.02171	1.342	1739.043	254062.67	0.606	2.308993	367.947	0.368	476.859	2633.247	2050.00	2050.000	583.2472	248.500	SUKSES
Des	I	15	2050.00	248.5	1.028	1332.888	340000.00	1.103	5.627637	482.720	0.483	625.605	2751.656	2050.00	2050.000	701.6556	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.235	325.274	340000.00	1.103	6.002813	417.040	0.417	576.516	1792.756	1792.76	1792.756	0	246.797	SUKSES

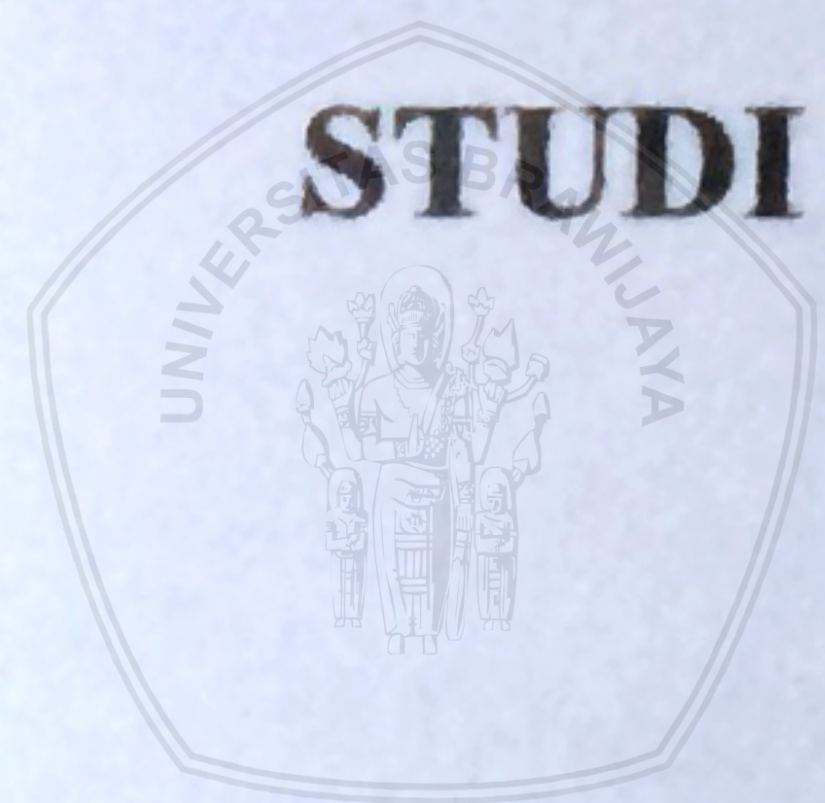
Simulasi Operasi Waduk Tahun 2016

Bulan	Periode	Jumlah Hari	S _{awal}	El. Awal	Q _{inflow}		A	Evaporasi		Q _{hilir}			S+(I-O)	S _{akhir}	S _{total akhir}	Spilout	H MAW	Keterangan
			1000 m ³	m	m ³ /dt	1000 m ³	m ²	mm/har	1000 m ³	lt/dt	m ³ /dt	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	1000 m ³	Akhir Period	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Jan	I	15	1792.756	246.79742	0.357	462.813	307327.83	2.186	10.07591	344.320	0.344	446.239	1799.254	1799.25	1799.254	0	246.840	SUKSES
	II	16	1799.25	246.84043	0.920	1271.533	308153.20	2.186	10.7765	344.320	0.344	475.988	2584.023	2050.00	2050.000	534.023	248.500	SUKSES
Feb	I	15	2050.00	248.5	1.193	1546.396	340000.00	0.572	2.918241	344.320	0.344	446.239	3147.239	2050.00	2050.000	1097.239	248.500	SUKSES
	II	14	2050.00	248.5	0.624	755.014	340000.00	0.572	2.723692	344.320	0.344	416.489	2385.801	2050.00	2050.000	335.8012	248.500	SUKSES
Mar	I	15	2050.00	248.5	0.885	1146.782	340000.00	0.445	2.270852	443.947	0.444	575.355	2619.156	2050.00	2050.000	569.1561	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.846	1170.169	340000.00	0.445	2.422242	545.547	0.546	754.164	2463.583	2050.00	2050.000	413.5826	248.500	SUKSES
Apr	I	15	2050.00	248.5	1.238	1604.090	340000.00	0.711	3.628328	560.747	0.561	726.728	2923.734	2050.00	2050.000	873.7344	248.500	SUKSES
	II	15	2050.00	248.5	0.452	586.353	340000.00	0.711	3.628328	476.320	0.476	617.311	2015.414	2015.41	2015.414	0	248.271	SUKSES
Mei	I	15	2015.41	248.27109	0.511	661.979	335607.29	0.377	1.898723	389.920	0.390	505.336	2170.158	2050.00	2050.000	120.158	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.454	627.778	340000.00	0.377	2.051814	389.920	0.390	539.025	2136.700	2050.00	2050.000	86.70046	248.500	SUKSES
Jun	I	15	2050.00	248.5	0.449	581.437	340000.00	0.215	1.097232	389.920	0.390	505.336	2125.003	2050.00	2050.000	75.00303	248.500	SUKSES
	II	15	2050.00	248.5	0.195	252.457	340000.00	0.215	1.097232	389.920	0.390	505.336	1796.023	1796.02	1796.023	0	246.819	SUKSES
Jul	I	15	1796.02	246.81905	0.131	170.269	307742.89	0.400	1.84499	293.920	0.294	380.920	1583.527	1583.53	1583.527	0	245.413	SUKSES
	II	16	1583.53	245.41263	0.242	334.875	280754.11	0.400	1.795398	197.920	0.198	273.605	1643.002	1643.00	1643.002	0	245.806	SUKSES
Agu	I	15	1643.00	245.80627	0.531	688.181	288307.92	0.483	2.090512	101.920	0.102	132.088	2197.005	2050.00	2050.000	147.0046	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.085	117.484	340000.00	0.483	2.629685	101.920	0.102	140.894	2023.960	2023.96	2023.960	0	248.328	SUKSES
Sep	I	15	2023.96	248.32766	0.218	283.040	336692.75	0.633	3.194734	101.920	0.102	132.088	2171.718	2050.00	2050.000	121.7176	248.500	SUKSES
	II	15	2050.00	248.5	1.314	1703.579	340000.00	0.633	3.226116	101.920	0.102	132.088	3618.265	2050.00	2050.000	1568.265	248.500	SUKSES
Okt	I	15	2050.00	248.5	1.064	1379.441	340000.00	0.675	3.440092	101.920	0.102	132.088	3293.913	2050.00	2050.000	1243.913	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	1.080	1492.755	340000.00	0.675	3.669432	67.947	0.068	93.929	3445.156	2050.00	2050.000	1395.156	248.500	SUKSES
Nov	I	15	2050.00	248.5	0.942	1220.208	340000.00	0.606	3.090016	214.427	0.214	277.897	2989.221	2050.00	2050.000	939.2209	248.500	SUKSES
	II	15	2050.00	248.5	0.639	828.413	340000.00	0.606	3.090016	367.947	0.368	476.859	2398.464	2050.00	2050.000	348.4644	248.500	SUKSES
Des	I	15	2050.00	248.5	1.092	1415.281	340000.00	1.103	5.627637	482.720	0.483	625.605	2834.048	2050.00	2050.000	784.0482	248.500	SUKSES
	II	16	2050.00	248.5	0.467	646.180	340000.00	1.103	6.002813	417.040	0.417	576.516	2113.661	2050.00	2050.000	63.66134	248.500	SUKSES



Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN



**STUDI PERENCANAAN POLA OPERASI WADUK NGANCAR
KABUPATEN WONOGIRI JAWA TENGAH**

JURNAL

**TEKNIK PENGAIRAN
KONSENTRASI PEMANFAATAN DAN PENDAYAGUNAAN
SUMBER DAYA AIR**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

FARID ISLAM ZEN

NIM. 135060407111005

Jurnal ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 22 Januari 2019

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Pengairan



Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS.

NIP. 19610131 198609 2 001

Dosen pembimbing

Dr. Eng. Donny Harisuseno, ST., MT.

NIP. 19750227 199903 1 001

**STUDI PERENCANAAN POLA OPERASI WADUK NGANCAR
KABUPATEN WONOGIRI PROVINSI JAWA TENGAH**

JURNAL

**TEKNIK PENGAIRAN
KONSENTRASI PEMANFAATAN DAN PENDAYAGUNAAN
SUMBER DAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**FARID ISLAM ZEN
NIM. 135060407111005**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2019**

STUDI PERENCANAAN POLA OPERASI WADUK NGANCAR KABUPATEN WONOGIRI PROVINSI JAWA TENGAH

Farid Islam Zen¹, Donny Harisuseno²

¹Mahasiswa Program Sarjana Teknik Jurusan Pengairan Universitas Brawijaya

² Dosen Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya
Teknik Pengairan Universitas Brawijaya-Malang, Jawa Timur, Indonesia
Jl. MT. Haryono 167 Malang 65145, Indonesia
e-mail: zenfaridzen@gmail.com

ABSTRAK

Waduk Ngancar terletak di Kabupaten Wonogiri Provinsi Jawa Tengah. Pola operasi yang digunakan di waduk Ngancar selama ini merupakan pola operasi sederhana yang menyebabkan tampungan waduk menjadi kosong. Untuk itu perlu dilakukan perencanaan pola operasi waduk yang baru. Studi ini menggunakan metode operasi waduk dengan pedoman aturan lepasan (*rule curve*). Pola operasi waduk menggunakan debit *inflow* berdasarkan empat keandalan debit (26.02%, 50.68%, 75.34%, 97.30%) menggunakan metode *basic month*, debit *outflow* menggunakan metode FPR-LPR. Hasil perhitungan debit andalan, didapatkan debit rata-rata sebesar 0.2581 m³/detik. Untuk kebutuhan air irigasi metode FPR-LPR diperoleh debit rata-rata sebesar 0.313 m³/detik. Hasil simulasi pola operasi waduk eksisting didapatkan jumlah periode sukses sebesar 347 periode, jumlah periode gagal sebesar 157 periode. Debit lepasan rata-rata pola operasi waduk Ngancar berdasarkan debit andalan sebesar 2.747 m³/detik dari berbagai kondisi keandalan (26.02%, 50.68%, 75.34%, 97.30%) mampu memenuhi kebutuhan irigasi rata-rata sebesar 323 ha atau 50.75 % dari luas daerah irigasi. Tinggi bukaan pintu rata-rata berdasarkan simulasi pola operasi waduk sebesar 0.1 m.

Kata Kunci: *rule curve*, keandalan debit, pola operasi waduk, simulasi waduk, operasi pintu

ABSTRACT

Ngancar Reservoir is located in Wonogiri Regency, Central Java. The rule curve that being used on Ngancar reservoir during this time is simple rule curve that causing reservoir storage to be empty. Therefore, it is necessary to make new rule curve. This study using outflow rule curve guideline method. This rule curve use inflow discharge based on four discharge reliability (26.02%, 50.68%, 75.34%, 97.30%) calculates by basic month method, outflow discharge calculates using FPR-LPR method. The result from discharge reliability calculation, obtained average discharge of 0.2581 m³/sec. Therefore, the irrigation water requirements using FPR-LPR method obtained an average discharge of 0.313 m³/sec. The result of existing reservoir simulation are 347 success periods and 157 failure periods. Average rule curve outflow discharge based on discharge reliability are 2.747 m³/sec from various discharge reliability capable to fullfil average irrigation demand as wide as 323 hectares or 50.75% from the total extensive irrigation. The average high of intake gateways based on rule curve is 0.1 meter.

Keywords: *rule curve*, discharge reliability, reservoir pattern operation, reservoir simulation, gate operation

PENDAHULUAN

Bendungan yang ada sampai saat ini mengontrol sekitar 46% sungai-sungai besar di dunia (sungai dengan rerata debit diatas 1000 m³/detik), dengan jumlah kapasitas tampungan sekitar 8000 km³ (Lehner, 2011). Hal ini diharapkan akan tumbuh dimasa depan, pertumbuhan ini didorong oleh banyak minat baru terhadap bendungan sebagai sarana utama untuk menyimpan air dan energi, khususnya di negara-negara afrika dan asia dimana banyak terdapat negara-negara berkembang (Zarlf, 2014).

Meskipun ada kemajuan besar yang dibuat dalam beberapa dekade terakhir ini tentang pengoperasian waduk, pola operasi waduk yang optimal masih menjadi bahan penelitian yang sangat aktif (Labadie, 2004). Penggunaan air yang bertentangan, model dan tujuan yang non-linier, ketidakpastian input yang kuat membuat masalah ini menjadi menantang dan membangkitkan minat dalam penelitian operasi waduk yang optimal (Castelletti, 2008).

Waduk berfungsi untuk berbagai keperluan misalnya untuk mengumpulkan air dan mengendalikan aliran air. Tujuan operasional waduk pada umumnya meliputi pengendalian banjir, pembangkit listrik tenaga air, pertanian, pasokan air domestik dan industri, sarana rekreasi, navigasi, dan perikanan (ICOLD, 2007). Pada umumnya, sebagian besar waduk di dunia dikelola dengan sudah ditentukan sebelumnya pola operasinya (Le Ngo et al, 2007).

Aturan operasi waduk dibuat untuk menentukan lepasan air (*outflow*) dengan mempertimbangan besaran *inflow*, tampungan air waduk, kapasitas lepasan, permintaan air di hilir, hambatan yang ada di hilir (Khan dan Tingsanchali, 2009).

Ada dua jenis aturan operasi: satu mengidentifikasi target air yang disimpan di waduk dalam waktu tertentu, yang biasanya merupakan *rule curve* tunggal, dan yang lainnya dengan mengidentifikasi zona penyimpanan waduk menggunakan beberapa *rule curve* yang terkait dengan aturan lepasan tertentu. Aturan lepasan

yang ideal seharusnya tidak hanya mengoptimalkan kinerja waduk (mis. Meminimalkan defisit pasokan air, dan memaksimalkan manfaat ekonomi) tetapi juga harus mencapai konservasi penyimpanan air di waduk (kesetimbangan tampungan) (Le Ngo et al, 2007). Namun demikian, keadaan yang sering terjadi bahwa aturan lepasan yang ditentukan sebelumnya tidak memenuhi tujuan atau *rule curve* yang ideal (Wei dan Hsu, 2008).

Pengambilan keputusan dalam pelepasan operasi waduk untuk irigasi melibatkan banyak pertimbangan seperti, tata guna lahan dan waktu pengaliran irigasi tanaman, tahap pertumbuhan, persaingan antar jenis tanaman untuk mendapatkan air yang irigasi, dan efek dari kekurangan pasokan air irigasi pada tanaman (P.E. Georgiou et al, 2006).

Waduk Ngancar memberi manfaat irigasi untuk 637 ha pertanian disekitar Kecamatan Batuwarno. Secara geografis terletak di hulu DAS Bengawan Solo dan memiliki topografi yang secara umum berbukit hingga bergunung dengan ketinggian maksimum 626 mdpl dan elevasi waduk setinggi 218 mdpl. Luas Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Ngancar yaitu Sub-DAS Temon adalah 7.2 km². Volume normal waduk menurut informasi Balai Pengelolaan Sumberdaya Air (PSDA) Bengawan Solo sebesar 2,05 juta m³ dan volume banjir sebesar 2,87 juta m³.

Dalam studi ini akan dibahas tentang perencanaan pola operasi waduk Ngancar, dengan tujuan untuk merencanakan pedoman pengoperasian waduk yang dapat memenuhi kebutuhan air irigasi dan menjaga kondisi tampungan berada diatas atau tepat pada batas minimum tampungan waduk untuk setiap tahun keandalan.

Operasi waduk Ngancar direncanakan dengan empat kondisi debit dengan keandalan 26.02% (debit air tahun cukup), keandalan 50.68% (debit air tahun normal), keandalan 75.34% (debit air tahun rendah), dan keandalan 97.30% (debit air tahun kering).

METODOLOGI PENELITIAN

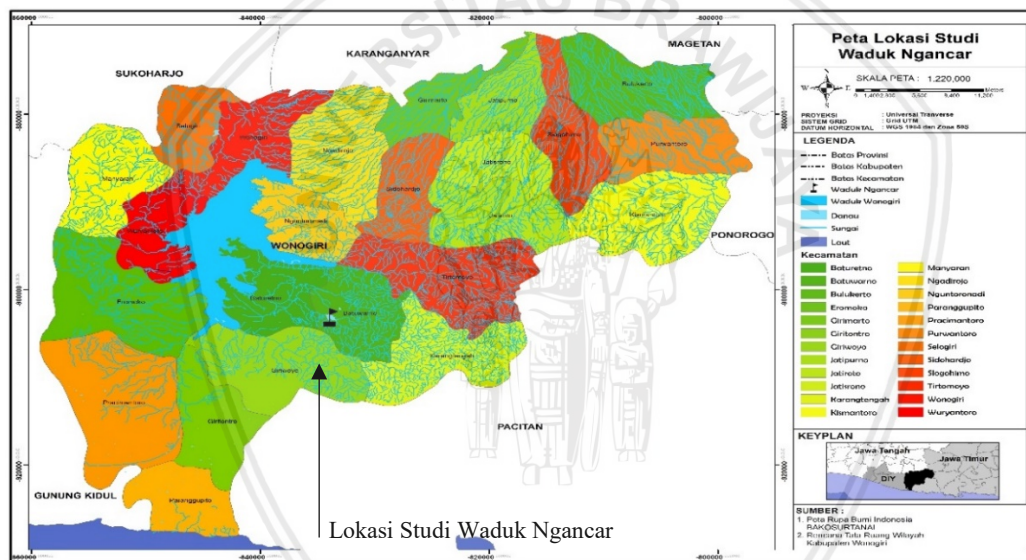
Lokasi Studi

daerah studi terletak di Waduk Ngancar yang berada di Desa Selopuro Kecamatan Batuwarno Kabupaten Wonogiri Provinsi Jawa Tengah. Waduk Ngancar membendung sungai Jarak, Luas Daerah Tangkapan Air (DTA) Waduk Ngancar yaitu Sub-DAS Temon adalah 7.2 km². Volume normal waduk menurut informasi Balai Pengelolaan Sumberdaya Air (PSDA) Bengawan Solo sebesar 2,05 juta m³ dan volume banjir sebesar 2,87 juta m³.

Data Pendukung Studi

Data-data yang diperlukan untuk keperluan analisa dan perhitungan dalam studi ini meliputi:

1. Data curah hujan 21 tahun (1996-2016)
2. Data klimatologi tahun 2015
3. Data rencana tata tanam global yang meliputi jenis tanaman, luas tanaman, dan periode tanam.
4. Data teknis waduk Ngancar yang mendukung analisa perencanaan operasi waduk Ngancar antara lain elevasi muka air normal, elevasi minimum operasional waduk, volume tampungan efektif, dan volume tampungan mati.



Gambar 1. Peta Lokasi Studi

Sumber: Peraturan Daerah Nomor 9 Tahun 2011 Kabupaten Wonogiri (2011)

Tahap Penyelesaian Studi

1. Menguji data hujan selama 21 tahun menggunakan uji statistik data untuk mengetahui kualitas dan keandalan data yang akan digunakan untuk perhitungan selanjutnya. Uji statistic data yang digunakan adalah Uji Konsistensi RAPS, Uji Ketiadaan *Trend*, Uji Stasioner, Uji *Run Test*.
2. Menghitung kebutuhan air irigasi dari data Rencana Tata Tanam Global (RTTG) Kabupaten Wonogiri dengan metode FPR-LPR.
3. Menghitung debit aliran sungai dari data curah hujan menggunakan metode F.J. Mock dikarenakan pada lokasi studi tidak terdapat debit pengukuran AWLR.
4. Pengujian hasil perhitungan debit metode F.J. Mock dengan Uji Regresi Linier dan Korelasi Peringkat.
5. Menghitung keandalan tampungan waduk eksisting selama 21 tahun (1996-2016).
6. Analisa debit andalan dengan metode yang digunakan untuk analisa debit andalan adalah *Basic Month*

berdasarkan karakteristik aliran dengan empat kondisi keandalan debit, yaitu debit air tahun cukup 26.02%, debit air tahun normal 50.68%, debit air tahun rendah 75.35%, debit air tahun kering 97.30%.

7. Simulasi pola operasi waduk berdasarkan tampungan waduk untuk setiap keandalan debit sesuai dengan kontinuitas tampungan waduk yang memberi hubungan antara *inflow*, *outflow*, dan perubahan tampungan.
8. Penyusunan pedoman lepasan operasi waduk Ngancar untuk setiap kondisi keandalan debit (debit air tahun cukup 26.02%, debit air tahun normal 50.68%, debit air tahun rendah 75.35%, debit air tahun kering 97.30%).
9. Penyusunan pola operasi pintu sesuai simulasi pola operasi waduk untuk setiap kondisi keandalan debit (debit air tahun cukup 26.02%, debit air tahun normal 50.68%, debit air tahun rendah 75.35%, debit air tahun kering 97.30%).

Metode Studi

Metode yang digunakan dalam studi ini adalah metode pola operasi menggunakan *rule curve* dimana *rule curve* adalah kurva atau grafik yang menunjukkan hubungan antara prosentase pemenuhan kebutuhan dengan kapasitas tampungan aktual. Selain metode *rule curve* studi ini juga menggunakan metode simulasi tampungan waduk dengan kontinuitas tampungan (*mass storage equation*) dimana terdapat hubungan antara *inflow*, *outflow*, dan perubahan tampungan. Dinyatakan pada persamaan matematika berikut:

$$St + 1 = St + Qt - Dt - Et - Lt \quad (1)$$

Dengan:

- T = interval waktu yang digunakan
 St = tampungan waduk awal interval waktu
 St+1 = tampungan waduk akhir interval waktu
 Qt = aliran masuk selama interval waktu t

- Dt = lepasan air selama interval waktu t
 Et = evaporasi selama interval waktu t
 Lt = kehilangan-kehilangan lain dari waduk selama interval waktu t

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Data Hujan

Pengujian data hujan yang dilakukan pada studi ini adalah:

a. Uji Konsistensi RAPS

Hasil pengujian menggunakan metode RAPS didapatkan nilai $(Q/n)^{0.5}$ dan $(R/n)^{0.5}$ lebih kecil dibandingkan nilai $(Q/n)^{0.5}$ dan $(R/n)^{0.5}$ tabel nilai statistic sehingga dapat disimpulkan bahwa data curah hujan selama 21 tahun layak dipakai

b. Uji Ketidakadaan Trend (Uji Korelasi Metode Spearman)

Tabel 1. Rekapitulasi Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman

Bulan	t hitung	t kritis	Kesimpulan
Jan	0.461	2.539	Tidak ada trend
Feb	1.776		Tidak ada trend
Mar	0.987		Tidak ada trend
Apr	2.508		Tidak ada trend
Mei	0.688		Tidak ada trend
Jun	1.695		Tidak ada trend
Jul	1.797		Tidak ada trend
Agu	1.667		Tidak ada trend
Sep	1.928		Tidak ada trend
Okt	2.018		Tidak ada trend
Nov	0.679		Tidak ada trend
Des	1.144		Tidak ada trend

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

c. Uji Stasioner Data

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Uji F

No.	Bulan	F	F tabel	Kesimpulan
1	Jan	0.593	5.257	Data Homogen
2	Feb	0.907		Data Homogen
3	Mar	0.328		Data Homogen
4	Apr	0.280		Data Homogen
5	Mei	0.171		Data Homogen
6	Jun	0.928		Data Homogen
7	Jul	1.966		Data Homogen
8	Agu	0.535		Data Homogen
9	Sep	0.010		Data Homogen
10	Okt	0.166		Data Homogen
11	Nov	0.315		Data Homogen
12	Des	0.726		Data Homogen

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Uji T

No.	Bulan	t	t Tabel	Kesimpulan
1	Jan	1.012		Data Homogen
2	Feb	0.113		Data Homogen
3	Mar	0.770		Data Homogen
4	Apr	0.280		Data Homogen
5	Mei	1.902		Data Homogen
6	Jun	0.068	2.861	Data Homogen
7	Jul	0.088		Data Homogen
8	Agu	0.099		Data Homogen
9	Sep	1.213		Data Homogen
10	Okt	0.302		Data Homogen
11	Nov	0.703		Data Homogen
12	Des	1.111		Data Homogen

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

d. Uji Run Test

Tabel 4. Rekapitulasi Uji Run Test

No.	Bulan	Jumlah Run	r _a	r _b	Kesimpulan
1	Jan	9			Data Random
2	Feb	12			Data Random
3	Mar	14			Data Random
4	Apr	14			Data Random
5	Mei	12			Data Random
6	Jun	11	5	18	Data Random
7	Jul	8			Data Random
8	Agu	11			Data Random
9	Sep	8			Data Random
10	Okt	7			Data Random
11	Nov	13			Data Random
12	Des	9			Data Random

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Kebutuhan Air Irigasi

Analisa kebutuhan air irigasi eksisting menggunakan metode FPR-LPR. Luas lahan irigasi seluas 637 ha dengan pola tata tanam padi – padi – palawija dan awal musim tanam bulan November diperoleh besaran rata-rata kebutuhan air irigasi sebesar 313.127 lt/dt.

Tabel 5. Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi setiap Periode

Bulan	Periode	PTT			Kebutuhan Air Padi (lt/dt)
		Golongan I Konvensional			
[1]	[2]	[3]			[4]
Nov	I	PL	B	P	214.427
	II	PL	PL	B	367.947
Des	I	V	PL	PL	482.72
	II	V	V	PL	417.04

Lanjutan Tabel Perhitungan Kebutuhan Air Irigasi setiap Periode

Bulan	Periode	PTT			Kebutuhan Air Padi (lt/dt)
		Golongan I Konvensional			
[1]	[2]	[3]			[4]
Jan	I	V	V	V	344.32
	II	G	V	V	344.32
Feb	I	G	G	V	344.32
	II	G	G	G	344.32
Mar	I	PL	G	G	443.947
	II	PL	PL	G	545.547
Apr	I	V	PL	PL	560.747
	II	V	V	PL	476.32
Mei	I	V	V	V	389.92
	II	G	V	V	389.92
Jun	I	G	G	V	389.92
	II	G	G	G	389.92
Jul	I	P	G	G	293.92
	II	P	P	G	197.92
Agu	I	P	P	P	101.92
	II	P	P	P	101.92
Sep	I	P	P	P	101.92
	II	P	P	P	101.92
Okt	I	P	P	P	101.92
	II	B	P	P	67.947

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

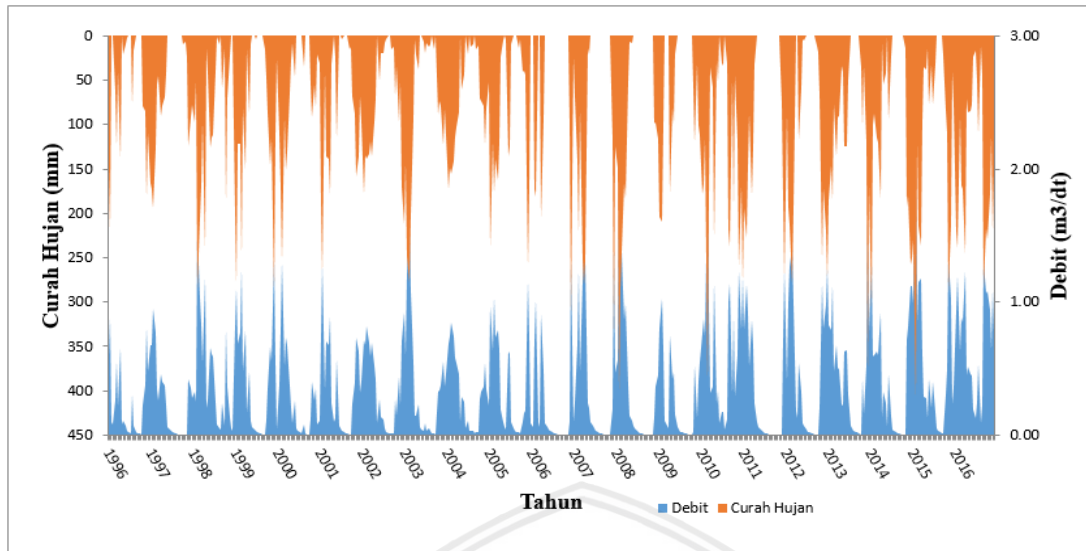
Keterangan:

- PL = Persemaian dan Pengolahan Lahan
- V = Pemeliharaan Fase Vegetatif
- G = Pemeliharaan Fase Generatif
- P = Palawija
- B = Bero

Debit Aliran Sungai Metode F.J. Mock

Data yang digunakan dalam perhitungan debit aliran sungai metode F.J. Mock adalah data curah hujan selama 21 tahun (1996-2016), data klimatologi tahun 2015 dan data karakteristik DAS. setelah perhitungan debit metode F.J. Mock dilakukan hasil dari perhitungan dikalibrasi menggunakan hasil pengukuran debit di lapangan, namun dalam studi ini dikarenakan tidak ada debit pengukuran dilapangan maka hasil dari perhitungan debit F.J. Mock diuji dengan metode regresi linier dengan melihat keterkaitan hubungan debit F.J. Mock dengan data hujan (Gambar 2).





Gambar 2. Grafik hubungan curah hujan dengan debit F.J Mock Tahun 1996-2016

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Pada gambar 2 diatas, dapat dilihat grafik hubungan antara data hujan dengan dbit F.J. Mock selama 21 tahun memiliki pola yang sama, apabila hujan tinggi maka debit yang terjadi di sungai juga tinggi. Sebaliknya apabila hujan yang terjadi rendah maka debit yang terjadi di sungai juga rendah.

Lanjutan Tabel Rekapitulasi korelasi determinasi Tahun 1996 – 2016

No	Tahun	Koefisien Korelasi (R)	Determinasi (R ²)
17	2012	0.986	0.972
18	2013	0.981	0.962
19	2014	0.984	0.968
20	2015	0.987	0.974
21	2016	0.988	0.976

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Tabel 7. Rekapitulasi Korelasi Peringkat Tahun 1996-2016

No	Tahun	RP	RP 5%	Keterangan
1	1996	0.930	0.409	Diterima
2	1997	0.877		Diterima
3	1998	0.982		Diterima
4	1999	0.946		Diterima
5	2000	0.951		Diterima
6	2001	0.938		Diterima
7	2002	0.959		Diterima
8	2003	0.918		Diterima
9	2004	0.965		Diterima
10	2005	0.951		Diterima
11	2006	0.701		Diterima
12	2007	0.880		Diterima
13	2008	0.892		Diterima
14	2009	0.859		Diterima
15	2010	0.983		Diterima
16	2011	0.787		Diterima
17	2012	0.876		Diterima
18	2013	0.955		Diterima

Tabel 6. Rekapitulasi korelasi determinasi Tahun 1996 – 2016

No	Tahun	Koefisien Korelasi (R)	Determinasi (R ²)
1	1996	0.988	0.975
2	1997	0.968	0.936
3	1998	0.985	0.971
4	1999	0.98	0.96
5	2000	0.981	0.962
6	2001	0.985	0.97
7	2002	0.973	0.947
8	2003	0.983	0.967
9	2004	0.981	0.963
10	2005	0.982	0.964
11	2006	0.969	0.938
12	2007	0.978	0.956
13	2008	0.976	0.953
14	2009	0.966	0.934
15	2010	0.992	0.983
16	2011	0.966	0.934

No	Tahun	RP	RP 5%	Keterangan
19	2014	0.938		Diterima
20	2015	0.975		Diterima
21	2016	0.991		Diterima

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Keandalan Tampungn Waduk Eksisting

Perhitungan keandalan tampungn waduk eksisting bertujuan untuk mengetahui berapa banyaknya kegagalan yang terjadi dalam pengoperasian waduk untuk memenuhi kebutuhannya selama ini menggunakan pola operasi sederhana. Hasil dari perhitungan keandalan tampungn waduk eksisting dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rekapitulasi Keandalan Tampungn Eksisting Waduk Ngancar

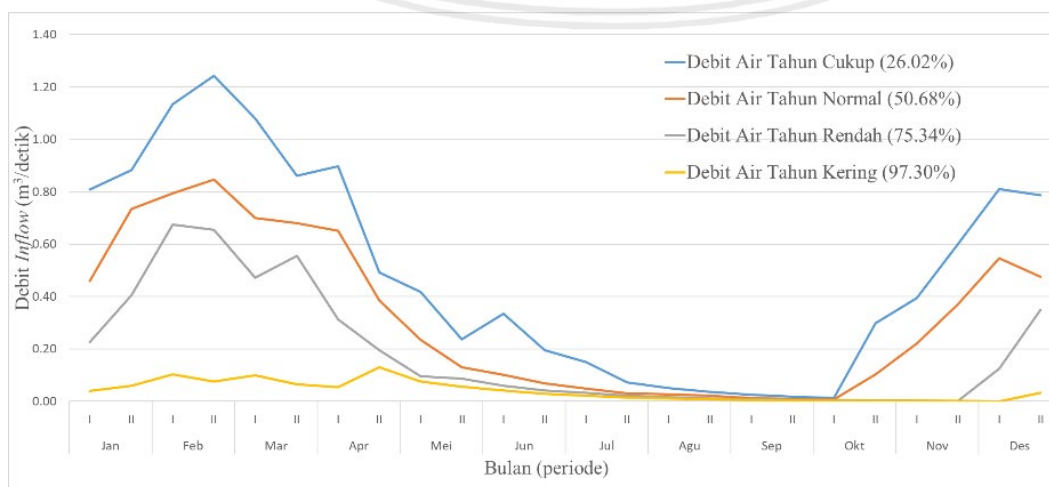
Tahun	Periode Sukses	Periode Gagal	Tahun	Periode Sukses	Periode Gagal
1996	11	13	2007	14	10
1997	11	13	2008	11	13
1998	21	3	2009	9	15
1999	17	7	2010	23	1
2000	12	12	2011	12	12
2001	16	8	2012	15	9
2002	20	4	2013	24	0
2003	14	10	2014	18	6
2004	18	6	2015	24	0
2005	22	2	2016	24	0
2006	11	13			
Jumlah Periode				504	
Jumlah Periode Sukses				347	
Jumlah Periode Gagal				157	

Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Berdasarkan tabel rekapitulasi keandalan waduk eksisting diatas dapat diketahui dari total 504 periode selama 21 tahun terdapat 347 periode sukses, dan 157 periode gagal. Prosentase jumlah periode sukses sebesar 68.85% dan periode gagal sebesar 31.15%.

Analisa Debit Andalan

Debit andalan dihitung dengan metode *basic month* sesuai dengan empat karakteristik aliran, yaitu: debit air cukup 26.02% dengan peluang terjadi sebanyak 95 hari dalam setahun, debit air normal 50.68% dengan peluang terjadi sebanyak 185 hari dalam setahun, debit air rendah 75.34% dengan peluang terjadi sebanyak 275 hari dalam setahun, debit air kering 97.30% dengan peluang terjadi sebanyak 355 hari dalam setahun. Dibawah ini merupakan gambaran hasil dari keempat karakteristik debit andalan.



Gambar 3. Grafik Perbandingan *Inflow* Berdasarkan Keandalan Debit
 Sumber: Hasil Perhitungan (2018)



Berdasarkan gambar 3 diatas, dapat dilihat terdapat perbedaan untuk setiap keandalan debit. Misalnya debit air tahun cukup menggambarkan keandalan debit *inflow* paling besar dibandingkan dengan ketiga kondisi debit yang lainnya. Meskipun demikian, prosentase terjadinya debit air tahun cukup mempunyai prosentase paling rendah yaitu 26.02% (95 hari) dengan kata lain, intensitas hujan yang terjadi pada tahun tersebut lebih besar dibandingkan tahun lainnya.

Perhitungan debit andalan berdasarkan empat kondisi karakteristik aliran adalah:

- Debit aliran tahun cukup dengan keandalan 26.02% diperoleh debit maksimum sebesar 1.242 m³/detik, debit minimum sebesar 0.013 m³/detik, dan debit rerata sebesar 0.493 m³/detik.
- Debit aliran tahun normal dengan keandalan 50.68% diperoleh debit maksimum sebesar 0.847 m³/detik, debit minimum sebesar 0.007 m³/detik, dan debit rerata sebesar 0.319 m³/detik.
- Debit aliran tahun rendah dengan keandalan 75.34% diperoleh debit maksimum sebesar 0.674 m³/detik, debit minimum sebesar 0.002 m³/detik, dan debit rerata sebesar 0.181 m³/detik.
- Debit aliran tahun kering dengan keandalan 97.30% diperoleh debit maksimum sebesar 0.129 m³/detik, debit minimum sebesar 0.001 m³/detik, dan debit rerata sebesar 0.038 m³/detik.

Pedoman Lepasn Operasi Waduk

Untuk mengoptimalkan pelayanan kebutuhan air di hilir memerlukan pedoman pengoperasian waduk.

Aturan lepasn operasi waduk menentukan berapa besarnya lepasn dari setiap periode. Aturan lepasn operasi waduk terdapat empat tipe diantaranya:

1. Aturan Operasi Sederhana
 - Pemenuhan kebutuhan air di hilir maksimal
 - Kondisi tampungan waduk mencapai kekosongan
2. Lepasn Berdasarkan tampungan

- Tidak memperhatikan sifat musiman dari debit *inflow*
- Digunakan pada waduk-waduk yang melayani kebutuhan untuk kota-kota besar
- Harus tersedia perangkat manajemen yang lebih baik

3. Rule Curve Tunggal

- Merupakan skedul tampungan waduk yang ideal untuk diikuti
- Sama dengan aturan lepasn berdasarkan tampungan
- Hanya sesuai untuk satu debit tertentu

4. Rule Curve Ganda

- Mereduksi spillout atau limpasan dengan menerapkan batas atas dan batas bawah tampungan dari *rule curve* tunggal

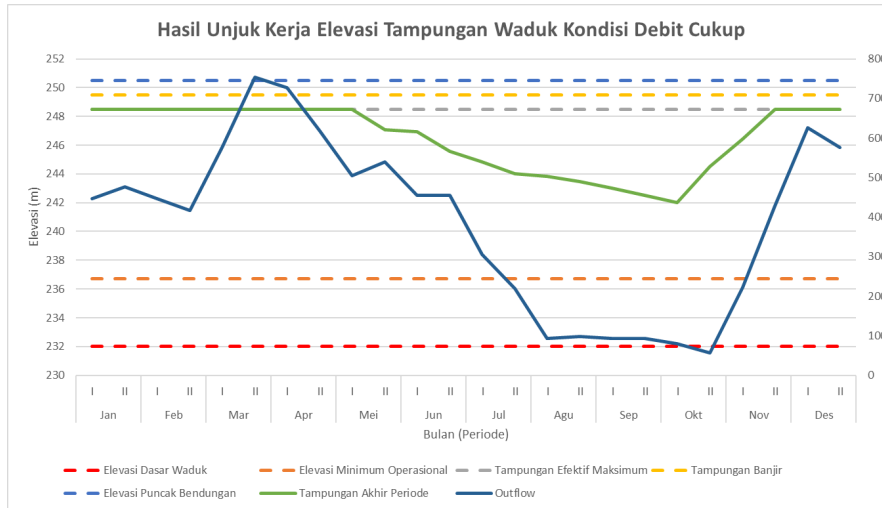
Tabel 9. Penerapan Aturan Lepasn Operasi Waduk Ngancar

No	Batas Minimum Tampungan Waduk (%)	Batas Minimum Elevasi Muka Air Waduk (%)	Lepasn (%)
1	0	H MAW < +235.2	10
2	10	+237.1 < H MAW > +235.2	20
3	20	+238.6 < H MAW > +237.1	30
4	30	+240 < H MAW > +238.6	40
5	40	+241.5 < H MAW > +240	50
6	50	+242.9 < H MAW > +241.5	60
7	60	+244.4 < H MAW > +242.9	70
8	70	+245.7 < H MAW > +244.4	80
9	80	+247.1 < H MAW > +245.7	90
10	90	+248.5 < H MAW > +247.1	100

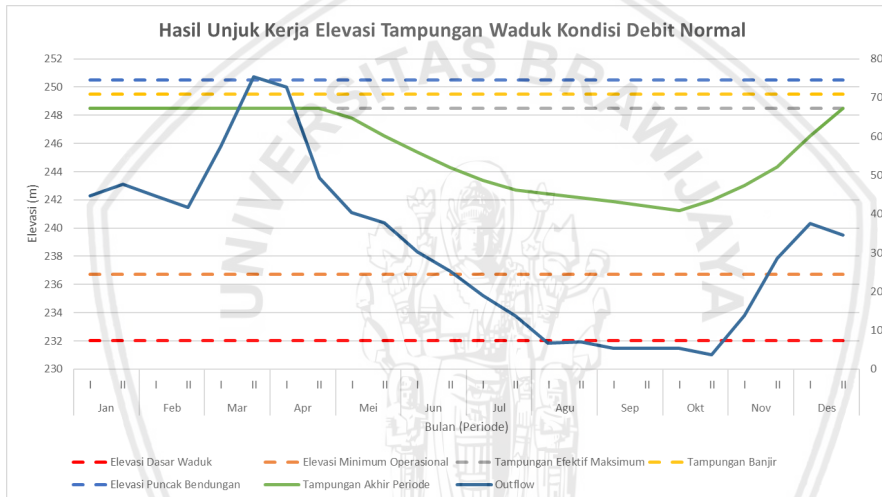
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Simulasi Operasi Waduk

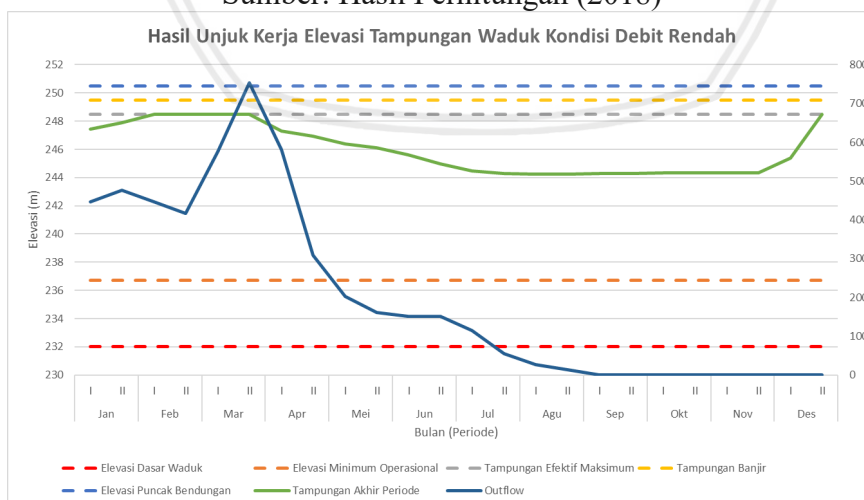
Simulasi operasi waduk bertujuan untuk mengetahui tingkat keandalan atau kegagalan yang terjadi berdasarkan perilaku system pengoperasian waduk dalam memenuhi kebutuhan irigasinya. Persamaan yang digunakan adalah kontinuitas tampungan (*Mass Storage Equation*). Simulasi pola operasi waduk setiap keandalan debit memiliki perlakuan berbeda-beda seperti pada gambar 4 sampai gambar 7.



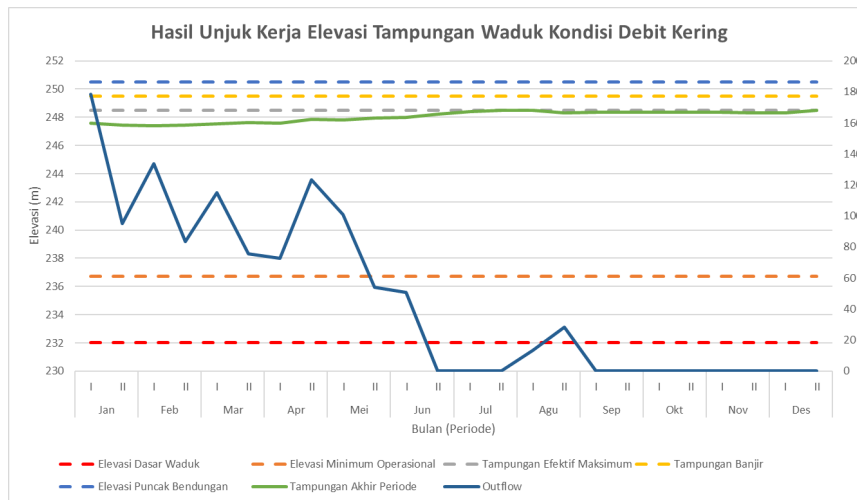
Gambar 4. Kondisi Keandalan Waduk Tahun Cukup (26.02%)
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)



Gambar 5. Kondisi Keandalan Waduk Tahun Normal (50.68%)
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)



Gambar 6. Kondisi Keandalan Waduk Tahun Rendah (75.34%)
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)



Gambar 7. Kondisi Keandalan Waduk Tahun Kering (97.30%)
 Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

Gambar 4 sampai gambar 7 merupakan grafik yang menggambarkan kondisi keandalan waduk yang memudahkan dalam mengontrol mukaair waduk. Hasil simulasi berdasarkan empat keandalan debit adalah sebagai berikut.

- Kondisi Keandalan Tahun Cukup
 Elevasi muka air waduk terendah terjadi pada bulan Oktober periode I dengan elevasi +242.027 meter. Rata-rata debit lepasan sebesar 0.299 m³/detik yang mampu memenuhi kebutuhan air irigasi seluas 560 ha atau 87.9%.
- Kondisi Keandalan Tahun Normal
 Elevasi muka air waduk terendah terjadi pada bulan Oktober periode I dengan elevasi +241.223 meter. Rata-rata debit lepasan sebesar 0.240 m³/detik yang mampu memenuhi kebutuhan air irigasi seluas 432 ha atau 67%.
- Kondisi Keandalan Tahun Rendah
 Elevasi muka air waduk terendah terjadi pada bulan Agustus periode II dengan elevasi +244.223 meter. Rata-rata debit lepasan sebesar 0.157 m³/detik yang mampu memenuhi kebutuhan air irigasi seluas 249 ha atau 39%.
- Kondisi Keandalan Tahun Kering
 Elevasi muka air waduk terendah terjadi pada bulan Februari periode I

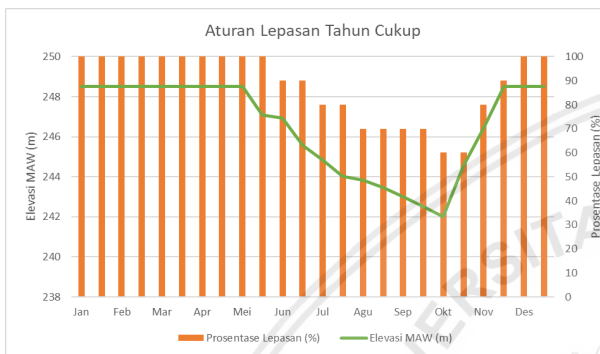
dengan elevasi +247.4 meter. Rata-rata debit lepasan sebesar 0.036 m³/detik yang mampu memenuhi kebutuhan air irigasi seluas 63 ha atau 10%.

Grafik pedoman pola operasi yang menggambarkan hubungan antara prosentase lepasan dan elevasi muka air waduk ditampilkan pada Gambar 8 sampai Gambar 11.

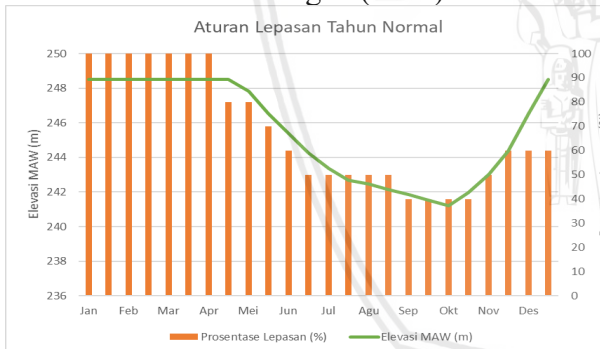
Penerapan Pedoman Aturan Lepasn Waduk Ngancar

Penyusunan dan pelaksanaan pedoman operasi dikoordinasikan dengan BMKG, dimana instansi tersebut mengetahui kondisi iklim untuk satu tahun kedepan dengan tingkat keakuratan yang cukup baik. Misalkan keputusan BMKG untuk satu tahun kedepan ditetapkan menjadi tahun cukup, maka ketika masuk bulan januari tahun depan pola operasi waduk yang dipakai dalam pengoperasian waduk pada bulan januari periode pertama adalah pola operasi tahun cukup. Pada akhir periode pertama bulan januari dilakukan evaluasi besarnya debit *inflow* yang masuk ke waduk dan ketinggian elevasi muka air waduk lebih besar atau sama dengan debit *inflow* dan elevasi muka air waduk rencana pola operasi tahun cukup, maka untuk periode kedua bulan januari tetap menggunakan pola operasi tahun cukup.

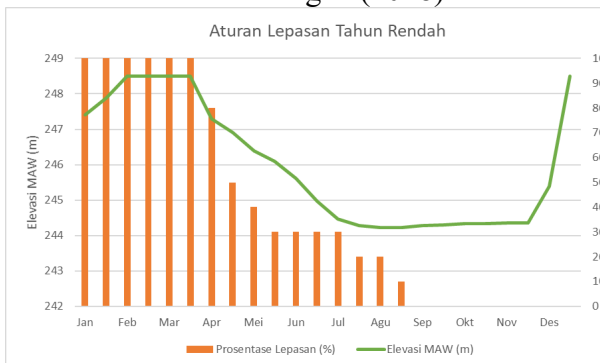
Apabila besaran debit *inflow* dan elevasi muka air waduk yang ada di lapangan kurang dari besaran debit *inflow* dan elevasi muka air waduk rencana pola operasi tahun cukup, maka untuk pola operasi bulan januari periode kedua dilakukan penggantian pola operasi dengan pola operasi tahun normal, tahun rendah, ataupun tahun kering sesuai dengan besaran debit *inflow* dan elevasi muka air waduk di lapangan.



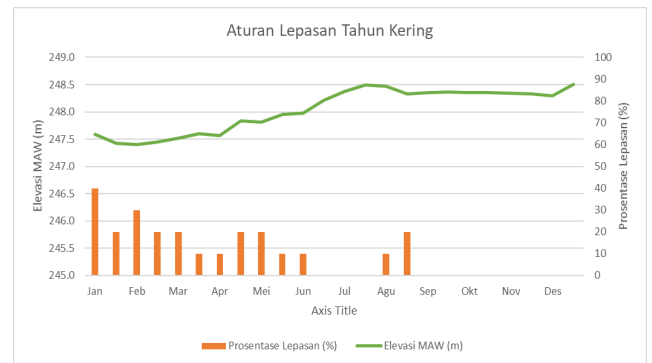
Gambar 8. Pedoman Aturan Lepas Waduk Keandalan Tahun Cukup
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)



Gambar 9. Pedoman Aturan Lepas Waduk Keandalan Tahun Normal
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)



Gambar 10. Pedoman Aturan Lepas Waduk Keandalan Tahun Rendah
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)



Gambar 11. Pedoman Aturan Lepas Waduk Keandalan Tahun Kering
Sumber: Hasil Perhitungan (2018)

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Berdasarkan perhitungan debit andalan diperoleh debit maksimum yaitu 1.242 m³/detik yang terjadi pada kondisi debit tahun cukup, debit minimum yang terjadi sebesar 0.001 m³/detik yang terjadi pada kondisi tahun kering.
2. Besarnya debit rerata untuk kebutuhan air irigasi dengan metode FPR-LPR adalah 313.127 lt/detik atau 0.313 m³/detik.
3. Hasil simulasi keandalan tampungan waduk eksisting selama 21 tahun dengan jumlah periode 504 periode, terdapat 347 periode sukses dan 157 periode gagal. Prosentase periode sukses 68.85% dan periode gagal 31.15%.
4. Berdasarkan keempat pedoman pola operasi yang telah dilakukan, kondisi keandalan tahun cukup mempunyai hasil yang paling maksimal karena mampu memenuhi kebutuhan air irigasi seluas 560 ha atau 87.9%.
5. Pola operasi pintu yang dilakukan berdasarkan empat keandalan debit mempunyai ketinggian pengoperasian pintu 0.1 m – 0.2 m.

Saran

1. Dalam merencanakan pola operasi waduk sebaiknya menggunakan data historis debit *inflow* ke waduk tahun sebelumnya dan menggunakan alat pengukuran elevasi tampungan di waduk untuk mengetahui secara pasti kondisi elevasi tiap periode.
2. Perlu adanya pencatatan debit *inflow* dan *outflow* setiap harinya oleh pengelola bendungan, agar memudahkan dalam melakukan revisi pola operasi waduk untuk kedepannya.
3. Untuk studi lebih lanjut perlu dilakukan kajian mengenai debit *inflow* apabila di daerah studi tidak terdapat debit pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo. (2016). *Summary Data Base Bendungan Wilayah Sungai Bengawan Solo*. Surakarta: Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo.
- Castelletti, A., F. Pianosi, and R. Soncini-Sessa. (2008). *Water reservoir control under economic, social and environmental constraints*. *Automatica* 44(6): 1595–1607.
- Fakultas Teknik Universitas Brawijaya . (2016). *Panduan Penulisan Skripsi, Tesis, dan Disertasi 2016*. Malang: Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
- Georgiou, P. E., Papamichail, D. M., Vougioukas, S. G. (2006). *Optimal Irrigation Reservoir Operation and Simultaneous Multi-Crop Cultivation Area Selection Using Simulated Annealing*. *Irrigation and Drainage* 55: 129-144.
- Hadisusanto, N. (2010). *Aplikasi Hidrologi*. Malang: Jogja Mediautama
- Harto, S.Br. (1993). *Analisa Hidrologi*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- ICOLD, (2007). *Dams and the world's water*. International Commission on Large Dams: 64.
- Khan, N.M., Tingsanchali, T., 2009. *Optimization and simulation of reservoir operation with sediment evacuation: a case study of the Tarbela Dam, Pakistan*. *Hydrological Processes* 23: 730–747.
- Labadie, J. (2004). *Optimal operation of multireservoir systems: state-of-the-art review*. *J. Water Res. Plann. Manage. Div. Am. Soc. Civ. Eng.* 130(2): 93-111.
- Lehner, B., Liermann, C. R., Revenga, C. et al. (2011). *High-resolution mapping of the world's reservoirs and dams for sustainable river-flow management*. *Frontiers in Ecology and the Environment* 9: 494-502.
- Le Ngo, L., Madsen, H., Rosbjerg, D. (2007). *Simulation and optimisation modelling approach for operation of the Hoa binh reservoir, Vietnam*. *Journal of Hydrology* 336: 269–281.
- Limantara, L.M. & Soetopo,W. (2013). *Statistika Terapan untuk Teknik Pengairan-Cet II*. Malang: Citra Malang.
- McMahon, T. A. & Russel, G.M. (1978). *Reservoir Capacity And Yield*. Amsterdam: Elsevier Scientific Publishing Company.
- Soemarto, C.D. (1986). *Hidrologi Teknik Edisi 1*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data jilid 2*. Bandung: Nova.
- Soetopo, W. (2010). *Operasi Waduk Tunggal*. Malang: Citra Malang.
- Thom, H. C. S. (1966). *World Meteorological Organization Technical Note No. 81 Some Methods of Climatological Analysis*. Geneva Switzerland: WMO.
- Triatmodjo, B. (2008). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset.
- Wei, C.C., Hsu, N.S. (2008). *Multireservoir real-time operations for flood control using balanced water level index method*. *Journal of Environmental Management* 88: 1624–1639.
- Zarlf, C., Lumsdon, A. E., Berlekamp, J. et al. (2014). *A global boom in hydropower dam construction*. *Aquatic Science* 77: 161-170.