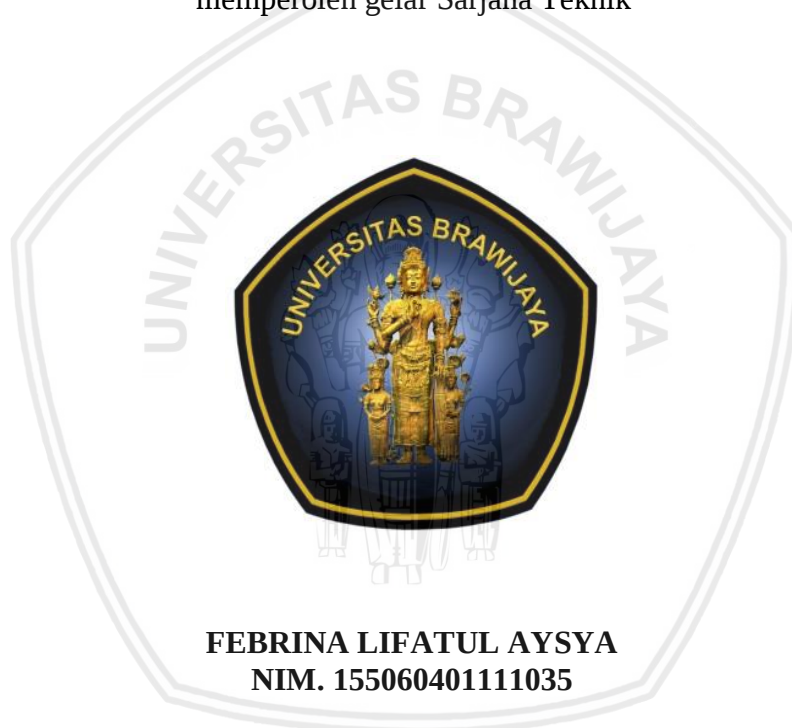


**ANALISA KESESUAIAN KURVA INTENSITAS DURASI
FREKUENSI MENGGUNAKAN METODE SHERMAN, ISHIGURO
DAN HASPER DI ARBORETUM SUMBER BRANTAS**

SKRIPSI

**TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI PENGETAHUAN DASAR
TEKNIK SUMBER DAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



**FEBRINA LIFATUL AYSYA
NIM. 155060401111035**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
MALANG
2019**

repository.ub.ac.id

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISA KESESUAIAN KURVA INTENSITAS DURASI
FREKUENSI MENGGUNAKAN METODE SHERMAN, ISHIGURO
DAN HASPER DI ARBORETUM SUMBER BRANTAS**

SKRIPSI

**TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI PENGETAHUAN DASAR
TEKNIK SUMBER DAYA AIR**

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



FEBRINA LIFATUL AYSYA
NIM. 155060401111035

Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
pada tanggal 8 November 2019.

Pembimbing I

Pembimbing II

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

Dr. Ir. Widandi Soetopo M., Eng.
NIP. 19550226 198503 1 002

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Pengairan

Dr. Ir. Ussy Andawayanti, M.S.
NIP. 19610131 198609 2 001



Puji syukur kepada Allah SWT. yang telah memberikan kelancaran hingga saya dapat menyelesaikan semua tanggung jawab ini dengan baik.

Skripsi ini saya persembahkan kepada Ayah, Ibu, Saudara, Sahabat dan Teman saya yang telah membantu saya di berbagai kesulitan yang saya hadapi.



“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.
Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan lain).
Dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.”
(QS. Al-Insyirah, 6-8)

FEBRINA LIFATUL AYSYA

RINGKASAN

Febrina Lifatul Aysya, Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Oktober 2019, *Analisa Kesesuaian Kurva Intensitas Durasi Frekuensi Menggunakan Metode Sherman, Ishiguro dan Hasper di Arboretum Sumber Brantas*, Dosen Pembimbing: Donny Harisuseno dan Widandi Soetopo.

Setiap daerah pasti memiliki bangunan air yang berfungsi untuk mengendalikan banjir ataupun untuk pembuangan air hujan, limbah domestik dan lain sebagainya. Pembangunan ini berpatokan pada besar debit rencana, dimana debit banjir rencana ini bergantung pada intensitas hujan yang terjadi di daerah tersebut. Terdapat tiga variabel utama hujan yang hampir selalu diamati untuk berbagai kebutuhan analisa, prediksi dan perencanaan, yaitu ketebalan hujan (R), durasi hujan (t), dan distribusinya dalam ruang dan waktu. Dalam perencanaan teknis tiga variabel ini merupakan variabel yang sangat penting. Studi ini dilakukan di lingkungan Arboretum Sumber Brantas untuk mendapatkan kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) yang paling sesuai antara beberapa metode yang akan dibandingkan. Dengan menggunakan alat penangkar hujan otomatis (ARR).

Pada studi ini dilakukan analisa kesesuaian Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) dengan data hujan selama 8 tahun dan diperpanjang dengan *Partial Series* menjadi 16 data. Mendapatkan Intensitas hujan akan menggunakan Metode Sherman, Ishiguro dan Hasper. Untuk membangun persamaan intensitas metode empiris membutuhkan intensitas hujan rancangan dari analisa distribusi frekuensi terpilih menggunakan kala ulang 2, 5, 10 dan 25 th yang nantinya akan dibandingkan dengan ketiga metode empiris menggunakan Kesalah Relatif (K_r), deviasi dan *Nash-Sutcliffe* (NSE). Metode yang terpilih akan divalidasi menggunakan kala ulang 2, 5 dan 10 th dengan intensitas hujan pengamatan berdasarkan peluang kala ulang dan diplot dalam bentuk kurva IDF.

Hasil dari analisa menunjukkan bahwa Log Pearson III sebagai dasar perhitungan Metode empiris dan metode Sherman sebagai metode terpilih dengan rerata K_r sebesar 7,06; rerata NSE sebesar 0,96 dan rerata Deviasi sebesar 2,66. Hasil akhir dari validasi antara metode Sherman dengan intensitas hujan pengamatan berdasarkan peluang kala ulang memiliki nilai rerata K_r sebesar 6,79%; rerata NSE sebesar 0,96 dan rerata Deviasi sebesar 2,56. Pada Kurva IDF antara intensitas hujan pengamatan berdasarkan peluang kala ulang dengan metode Sherman menunjukkan bahwa semakin besar kala ulang yang digunakan maka akan semakin besar pula penyimpangan yang terjadi.

Kata Kunci: Intensitas Hujan, Sherman, Ishiguro, Hasper, Kurva IDF

SUMMARY

Febrina Lifatul Aysya, Department of Water Resources Engineering, University of Brawijaya, October 2019, Compatibility Analysis of Intensity Duration Frequency Curve Using Sherman, Ishiguro and Hasper Method at the Arboretum Sumber Brantas, Academic Supervisor: Pembimbing: Donny Harisuseno dan Widandi Soetopo.

Each area would have a building that serves water for flood control or for the disposal of rainwater, domestic waste, etc. The development is based on the discharge designed, which it depends on the rainfall intensity that occurred in that area. There are three main variable are almost always observed rainfall for various needs analysis, prediction and planning that are thickness of the rainfall (R), rainfall duration (t), and their distribution in space and time. In this field of technical planning three variables is a very important variable. The study was conducted at the Arboretum Sumber Brantas to get the curve Intensity Duration Frequency (IDF) most suitable among some of the methods will be compared by using Automatic Rain Recorder (ARR).

In this study was performed the suitability analysis Intensity Duration Frequency (IDF) with the rainfall data for 8 years and was extended with Partial Series into 16 data. Getting the rainfall intensity will use Sherman, Ishiguro and Hasper method. To build a common empirical intensity method requires the rainfall intensity designed of the analysis from the selected of frequency distribution by used a return period of 2, 5, 10 and 25 years. It will be compared with the three empirical methods using Relative Error (K_r), the deviation and the Nash-Sutcliffe (NSE). The selected method will be validated using a return period of 2, 5 and 10 th with rainfall intensity return period of observation based on probability return period and plotted in the form of IDF curve.

Results of the analysis showed that the Log Pearson III as the based for calculation of empirical method and the selected method is Sherman method has the smallest average value of Relative Error is 7,06; average value of NSE coefficient is 0,96 and the smallest average value of deviation is 2,66. The final results of the validation of the Sherman method with rainfall intensity based on probability return period has the average value an K_r of 6,79%; average value an NSE coefficient of 0,96 and the average value an deviation of 2,56. IDF curve between rainfall intensity based on probability return period with Sherman method has shown the greater of return period, the greater deviation that occurs.

Keywords: Rainfall Intensity, Sherman, Ishiguro, Hasper, IDF curve



DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Febrina Lifatul Aysya, penulis merupakan anak kedua dari dua bersaudara yang lahir pada tanggal 27 Februari 1997 di Desa Lembengan Kabupaten Jember, Jawa Timur.

Pendidikan formal yang dilalui penulis, antara lain:

- SD Negeri Ajung 01 tahun 2003-2009
- SMP Negeri 1 Kalisat tahun 2009-2012
- SMA Negeri 2 Jember 2012-2015
- Jurusan Teknik Pengairan Universitas Brawijaya 2015-2019

Selama masa perkuliahan, penulis cukup aktif terlibat dan berproses dalam beberapa kegiatan kepanitiaan dan organisasi kemahasiswaan baik pada tingkatan fakultas maupun jurusan, antara lain:

1. Panitia Anggota Acara Engineering Week Fakultas Teknik Universitas Brawijaya 2015-2016
2. Kewirausahaan Himpunan Teknik Pengairan Periode 2016/2017.
3. Akademik Himpunan Teknik Pengairan Periode 2018/2019.
4. PSDM Olimpiade Brawijaya 2016.

Selain itu, penulis juga pernah menjadi Asisten Tugas Besar mata kuliah Struktur Statis Tak Tentu (SSTT) tahun 2017 dan Asisten Tugas Besar mata kuliah Struktur Rangka Batang tahun 2018.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata – Praktik (KKNP) pada tahun 2018 di Teluk Bintuni Papua Barat dengan Judul “**Analisa Gelombang Laut Terhadap Keamanan PLTMG 10 MW di Bintuni Papua Barat**” di bawah bimbingan pembimbing lapangan Santi Sari, ST., MT. dan dosen pembimbing M. Amar Sajali ST., MT.

Guna menyelesaikan studinya, penulis menyusun skripsi dengan Judul “**Analisa Kesesuaian Kurva Intensitas Durasi Frekuensi menggunakan Metode Sherman, Ishiguro dan Hasper di Arboretum Sumber Brantas**” dibawah bimbingan Dr. Eng. Donny Harisuseno, ST., MT, dan Dr. Ir. Widandi Soetopo, M. Eng. yang telah diuji dan dinyatakan lulus pada tanggal 18 Oktober 2019.

Malang, 23 November 2019

Penulis

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan usulan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu teriring kepada Nabi Besar Muhammad SAW sebagai suri tauladan kita.

Laporan ini merupakan laporan skripsi yang berjudul “**Analisa Kesesuaian Kurva Intensitas Durasi Frekuensi Menggunakan Metode Sherman, Ishiguro dan Hasper di Arboretum Sumber Brantas**”. Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa dalam pengerjaan laporan ini masih banyak kekurangan sehingga skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, dikarenakan keterbatasannya pengetahuan yang dimiliki penyusun.

Untuk itu dengan kesungguhan serta rasa rendah hati, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Eng. Donny Harisuseno, ST., MT., dan Dr. Ir. Widandi Soetopo M., Eng. selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan banyak masukan, kritikan, saran serta pandangan mengenai pembahasan skripsi ini.
2. Prof. Dr. Lily Montarchih, MS., dan M. Amar Sajali ST., MT., selaku dosen penguji yang telah berkenan menguji serta memberikan saran dan masukan dalam skripsi ini.
3. Ayah, Ibu, serta Kakak yang selalu memberikan doa serta dukungan penuh.
4. Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS. selaku Ketua Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Dr. Ery Suhartanto ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
6. Instansi terkait Perum Jasa Tirta 1 (PJT 1) yang telah membantu dalam melengkapi kebutuhan data.
7. Staf administrasi Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
8. Desy Yustika Rini dan Ayu Khurotul Aini Amalia sahabat yang selalu menemani dan membantu dalam pengerjaan laporan ini.
9. Azamulail Diando Nareswara yang sudah menemani dan memberi support selama pengerjaan laporan ini berlangsung.
10. Arfin Fans Club (Afan, arfin, ajip, dani, adit, siska, wibi, yana) yang sudah menemani selama di malang.

11. Yunidar Dwi Puspitasari sahabat sedari dulu yang selalu mengingatkan segala sesuatu tentang takdir Allah dan segala kebaikan didalamnya.
12. Mbak Favia dan Mas Adit yang selalu baik dan menolong saya.
13. Penghuni Kos Elfarah (Tita, Mbak Sandra, Mbak Cindy, Mbak Winda, Mbak Karen, Cindy, Helen, Dhana, Dinda) yang sangat berisik dan dapat mengganggu ketentraman tetangga sebelah namun selalu membahagiakan dan menerima satu sama lain.
14. Moestika Candy anak kecil baik yang selalu gupuh dan membuat orang lain gupuh juga.
15. Mbak Novi, Mbak Nova, Mas Egin dan Dek Bella yang selalu memberi support.
16. Ivy Margareta yang selalu menyibukkan diri untuk selalu mengingatkan jangan lupa pulang dan bermain.
17. Ely, Lana dan Ica manusia bar-bar yang ketika bertemu selalu dapat membuat hati yang resah semakin menjadi resah.
18. Novi Fadhilah yang selalu baik kepada saya dan selalu memberikan apa yang saya butuhkan.
19. Karunia dan Aufa teman seperjuangan menunggu Pak Donny yang saling memberi informasi satu sama lain dan kadang bermain bersama.
20. Ibu Rupi yang memiliki jasa besar terhadap WRE'15 dan selalu membantu ketika di pengajaran.

Laporan Skripsi ini mungkin masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penyusun berharap pembaca dapat memberikan kritik dan saran yang konstruktif untuk dijadikan bahan evaluasi. Selamat membaca.

Malang, November 2019

Penyusun

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT sehingga saya dapat menyelesaikan penyusunan usulan skripsi ini. Shalawat serta salam selalu teriring kepada Nabi Besar Muhammad SAW sebagai suri tauladan kita.

Laporan ini merupakan laporan seminar usulan skripsi yang berjudul “**Analisa Kesesuaian Kurva Intensitas Durasi Frekuensi Menggunakan Metode Sherman, Ishiguro dan Hasper di Arboretum Sumber Brantas**”. Penyusun menyadari sepenuhnya bahwa dalam pengerjaan laporan ini masih banyak kekurangan sehingga skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, dikarenakan keterbatasannya pengetahuan yang dimiliki penyusun.

Untuk itu dengan kesungguhan serta rasa rendah hati, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Dr. Eng. Donny Harisuseno, ST., MT., dan Dr. Ir. Widandi Soetopo M., Eng. selaku dosen pembimbing, yang telah memberikan banyak masukan, kritikan, saran serta pandangan mengenai pembahasan skripsi ini.
2. Prof. Dr. Lily Montarchih, MS., dan M. Amar Sajali ST., MT., selaku dosen penguji yang telah berkenan menguji serta memberikan saran dan masukan dalam skripsi ini.
3. Ayah, Ibu, serta Kakak yang selalu memberikan doa serta dukungan penuh.
4. Dr. Ir. Ussy Andawayanti, MS. selaku Ketua Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
5. Dr. Ery Suhartanto ST., MT., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
6. Instansi terkait Perum Jasa Tirta 1 (PJT 1) yang telah membantu dalam melengkapi kebutuhan data.
7. Staf administrasi Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.
8. Teman-teman Teknik Pengairan 2015 yang telah memberi semangat, doa, serta bantuannya kepada penyusun.
9. Serta semua pihak yang telah membantu terselesaikannya laporan ini yang mungkin penyusun luput sebutkan.

repository.ub.ac.id

Laporan Skripsi ini mungkin masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penyusun berharap pembaca dapat memberikan kritik dan saran yang konstruktif untuk dijadikan bahan evaluasi. Selamat membaca.

Malang, November 2019

Penyusun



DAFTAR ISI

KATAPENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
RINGKASAN.....	xv
SUMMARY	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Batasan Masalah	5
1.5 Tujuan	5
1.6 Manfaat	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Siklus Hidrologi	7
2.2 Hujan.....	7
2.2.1 Pengertian Hujan	7
2.2.2 Proses Terbentuknya Hujan	7
2.2.3 Tipe Hujan.....	8
2.3 Intensitas Curah Hujan.....	8
2.3.1 Metode Pengamatan	8
2.3.2 Metode Sherman	9
2.3.3 Metode Ishiguro	9
2.3.4 Metode Hasper	10
2.4 Penentuan Seri Data	10
2.4.1 Partial Series.....	10
2.5 Uji <i>Outlier</i>	11
2.6 Uji Data.....	12
2.6.1 Uji Konsistensi Data Hujan.....	12

2.6.2	Uji Ketidakadaan Trend.....	13
2.6.2.1	Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman	13
2.6.2.2	Uji Mann dan Whitney	14
2.6.3	Uji Stasioner.....	15
2.6.4	Uji Persistensi	20
2.7	Analisa Frekuensi	20
2.7.1	Distribusi Log Pearson III.....	21
2.7.2	Distribusi Gumbel	23
2.8	Uji Kesesuaian Distribusi	25
2.8.1	Uji Chi Square.....	25
2.8.2	Uji Smirnov Kolmogorof	27
2.9	Kurva IDF (<i>Intensity-Duration-Frequency</i>).....	28
2.10	Uji Kesesuaian Metode	29
2.10.1	Kesalahan Relatif (Kr)	29
2.10.2	Uji <i>Nash-Sutcliffe</i>	29
2.10.3	Deviasi	30
2.11	Studi Penelitian Terdahulu.....	31
BAB III	METODOLOGI	33
3.1	Deskripsi Lokasi Studi.....	36
3.2	Kondisi Umum Daerah Studi.....	36
3.3	Data-data yang Diperlukan	37
3.4	Tahapan Studi	37
3.5	Diagram Alir Kajian	38
BAB IV	METODOLOGI.....	41
4.1	Pengelompokan Data	41
2.8.1	<i>Partial Series</i>	41
4.2	Analisa Hidrologi.....	43
4.3	Uji <i>Outlier</i>	43
4.4	Uji Data Hujan Jam-jaman di Stasiun Arboretum Sumber Brantas	45
4.4.1	Uji RAPS	45
4.4.2	Uji Keacakan Data	48
4.4.2.1	Uji Korelasi Metode Spearman.....	48
4.4.2.2	Uji Korelasi Mann Whitney.....	50

4.4.3	Uji Stasioner.....	52
4.4.2.1	Uji F (Uji Kestabilan Varian)	52
4.4.2.2	Uji T (Uji Kestabilan Rata-rata).....	54
4.4.3	Uji Persistensi.....	56
4.5	Analisa Frekuensi.....	59
4.5.1	Distribusi Gumbel	59
4.5.2	Distribusi Log Pearson III	61
4.6	Kesesuaian Distribusi.....	64
4.6.1	Uji Chi-Square.....	65
4.6.1.1	Uji Chi Square Distribusi Gumbel	65
4.6.1.2	Uji Chi Square Distribusi Log Pearson III.....	68
4.6.2	Uji Smirnov Kolmogorof	72
4.6.2.1	Uji Smirnov Kolmogorof Distribusi Gumbel	72
4.6.2.2	Uji Smirnov Kolmogorof Log Pearson III.....	74
4.6.3	Hasil Rekapitulasi Uji Chi Square dan Uji Smirnov Kolmogorof	76
4.7	Perhitungan Intensitas Hujan dengan Metode Empiris.....	78
4.7.1	Metode Sherman	78
4.7.2	Metode Ishiguro	79
4.7.3	Metode Hasper	80
4.8	Pemilihan Metode yang Sesuai	83
4.9	Perhitungan Uji Kesesuaian Metode.....	84
4.9.1	Kesalahan Relatif (K_r)	85
4.9.2	Koefisien <i>Nash Sutcliffe</i> (NSE).....	87
4.9.3	Deviasi	89
4.9.4	Pemilihan Metode Intensitas Hujan yang Sesuai	91
4.10	Analisa Ketepatan Metode Empiris Terpilih	92
4.10.1	Data Intensitas Hujan Pengamatan berdasarkan Kala Ulang untuk Validasi	92
4.10.2	Intensitas Hujan Empiris yang akan divalidasi	94
4.10.3	Perhitungan Perbandingan antara Intensitas Metode Sherman dengan Intensitas Pengamatan berdasarkan Peluang Kala Ulang	95
4.10.3.1	Kesalahan Relatif (KR)	95
4.10.3.2	Koefisien <i>Nash-Sutcliffe</i> (NSE)	96
4.10.3.3	Deviasi	97

4.10.3.4 Rekapitulasi Perbandingan antara Intensitas Metode Sherman dengan Intensitas Pengamatan berdasarkan Peluang Kala Ulang	98
4.10.4 Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) Metode Sherman	98
BAB V PENUTUP	103
5.1 Kesimpulan	103
5.2 Saran	104
DAFTAR PUSTAKA	105
LAMPIRAN	107



DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Nilai Kn untuk Uji <i>Inlier-Outlier</i>	11
Tabel 2.2	Nilai Kritis $Q/\sqrt{N}$ dan $R/\sqrt{N}$	13
Tabel 2.3	Nilai Tc Untuk Pengujian Distribusi Normal	15
Tabel 2.4	Nilai Kritis Fc Distribusi F	16
Tabel 2.5	Nilai Kritis Tc Untuk Distribusi- T uji dua sisi	19
Tabel 2.6	Koefisien kemencengan Cs untuk Log Pearson III	21
Tabel 2.7	Hubungan Yn dengan Jumlah Data (N)	24
Tabel 2.8	Hubungan Sn dengan Jumlah Data (N)	25
Tabel 2.9	Nilai Kritis untuk Distribusi <i>Chi Kuadrat</i>	29
Tabel 2.10	Nilai Delta Kritis untuk Uji Keselarasan <i>Smirnov-Kolmogorof</i>	27
Tabel 2.11	Rekapitulasi Studi Penelitian Terdahulu	31
Tabel 3.1	Data yang Diperlukan.....	36
Tabel 3.2	Tahapan Studi.....	37
Tabel 4.1	Curah Hujan Jam-Jaman dan Harian Maksimum.....	41
Tabel 4.2	Intensitas Hujan Jam-jaman dan Curah Hujan Harian	42
Tabel 4.3	Data Intensitas Hujan Jam-Jaman Durasi 1 Jam Setelah Uji <i>Outlier</i> Pertama.....	44
Tabel 4.4	Hasil Data Intensitas Hujan Jam-Jaman Durasi 1 Jam.....	44
Tabel 4.5	Uji konsistensi RAPS Durasi 1 Jam	47
Tabel 4.6	Rekapitulasi Uji Konsistensi RAPS	47
Tabel 4.7	Uji Korelasi Spearman 60 menit	49
Tabel 4.8	Rekapitulasi Uji Spearman.....	49
Tabel 4.9	Uji Korelasi Mann Whitney 60 menit	51
Tabel 4.10	Rekapitulasi Uji Korelasi Mann Whitney	52
Tabel 4.11	Uji F Durasi 60 Menit	53
Tabel 4.12	Rekapitulasi Uji F	54
Tabel 4.13	Uji T Durasi 60 menit.....	55
Tabel 4.14	Rekapitulasi Uji T	56
Tabel 4.15	Uji Persistensi 60 menit.....	58

Tabel 4.16	Rekapitulasi Uji Persistensi	59
Tabel 4.17	Analisa Frekuensi Distribusi Gumbel 60 menit.....	60
Tabel 4.18	<i>I</i> Rencana Distribusi Gumbel 60 menit.....	61
Tabel 4.19	Rekapitulasi <i>I</i> Rencana Distribusi Gumbel	61
Tabel 4.20	Analisa Frekuensi Distribusi Log Pearson 60 menit.....	63
Tabel 4.21	<i>I</i> Rencana Distribusi Log Pearson 60 menit.....	64
Tabel 4.22	Rekapitulasi <i>I</i> Rencana Distribusi Log Pearson.....	64
Tabel 4.23	Perhitungan Intensitas untuk Setiap Batas Kelas Uji <i>Chi Square</i> Distribusi Gumbel Durasi 60 menit.....	65
Tabel 4.24	Hasil perhitungan Uji Chi Square distribusi Gumbel durasi 60 menit.....	68
Tabel 4.25	Rekapitulasi Hasil Uji Chi Square Distriubusi Gumbel.....	68
Tabel 4.26	Perhitungan Intensitas untuk Setiap Batas Kelas Uji <i>Chi Square</i> Distribusi Log Pearson III pada 60 menit.....	69
Tabel 4.27	Hasil perhitungan Uji <i>Chi Square</i> distribusi Log Pearson III durasi 60 menit.....	71
Tabel 4.28	Rekapitulasi Hasil Uji <i>Chi Square</i> Distribusi Log Pearson III	72
Tabel 4.29	Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorf distribusi Gumbel.....	73
Tabel 4.30	Rekapitulasi Hasil Uji Smirnov Kolmogorof Distribusi Gumbel.....	74
Tabel 4.31	Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorof distribusi Log Pearson III.....	75
Tabel 4.32	Rekapitulasi Hasil Uji Smirnov Kolmogorof Distribusi Log Pearson III.....	76
Tabel 4.33	Uji Chi Square pada distribusi Gumbel dan Log Pearson III	77
Tabel 4.34	Uji Smirnov Kolmogorof pada distribusi Gumbel dan Log Pearson III.....	77
Tabel 4.35	Perhitungan Intensitas Hujan dengan Metode Sherman Kala Ulang 2 th.	79
Tabel 4.36	Hasil Rekapitulasi Metode Sherman.....	79
Tabel 4.37	Perhitungan Intensitas Hujan dengan Metode Ishiguro Kala Ulang 2 th..	80
Tabel 4.38	Hasil Rekapitulasi Metode Ishiguro.....	80
Tabel 4.39	Hasil Perhitungan Curah Hujan dengan Berbagai Kala Ulang Menggunakan metode Log Pearson III.....	81
Tabel 4.40	Hasil Perhitungan <i>R</i> dan <i>I</i> pada setiap kala ulang.....	81
Tabel 4.41	Perbandingan Nilai Intensitas Hujan Setiap Metode pada <i>Tr</i> 2 th.....	83
Tabel 4.42	Nilai Kesalahan Relatif Metode Sherman Kala Ulang 2 th	85
Tabel 4.43	Nilai Kesalahan Relatif Metode Ishiguro Kala Ulang 2 th	85
Tabel 4.44	Nilai Kesalahan Relatif Metode Hasper Kala Ulang 2 th	86

Tabel 4.45	Rekapitulasi Nilai Kesalahan Relatif Seluruh Metode dalam Berbagai Kala Ulang.....	86
Tabel 4.46	Nilai Koefisien Efisiensi <i>Nash-Sutcliffe</i> Metode Sherman Kala Ulang 2 th	87
Tabel 4.47	Nilai Koefisien Efisiensi <i>Nash-Sutcliffe</i> Metode Ishiguro Kala Ulang 2 th	88
Tabel 4.48	Nilai Koefisien Efisiensi <i>Nash-Sutcliffe</i> Metode Hasper Kala Ulang 2 th	88
Tabel 4.49	Rekapitulasi Nilai <i>Koefisien Efisiensi</i> Nash-Sutcliffe Seluruh Metode dalam Berbagai Kala Ulang	89
Tabel 4.50	Nilai Deviasi Rata-rata Metode Sherman Kala Ulang 2 th	89
Tabel 4.51	Nilai Deviasi Rata-rata Metode Ishiguro Kala Ulang 2 th	90
Tabel 4.52	Nilai Deviasi Rata-rata Metode Hasper Der Weduwen Kala Ulang 2 th	90
Tabel 4.53	Rekapitulasi Deviasi Rata-rata Seluruh Metode dalam Berbagai Kala Ulang.....	91
Tabel 4.54	Rekapitulasi Nilai Uji setiap Metode dengan Kala Ulang 2, 5 dan 10 th	91
Tabel 4.55	Hasil Perhitungan $I_{\text{pengamatan}}$ berdasarkan Peluang Kala Ulang pada durasi 1 jam	93
Tabel 4.56	Rekapitulasi $I_{\text{pengamatan}}$ berdasarkan Kala Ulang	93
Tabel 4.57	Perhitungan Intensitas Hujan Metode Sherman Kala Ulang 2 th untuk Validasi.....	95
Tabel 4.58	Hasil Rekapitulasi Metode Sherman untuk Validasi.....	95
Tabel 4.59	Nilai Kesalahan Relatif Metode Sherman dengan $I_{\text{pengamatan}}$ Kala Ulang 2 th.....	96
Tabel 4.60	Hasil Rekapitulasi Nilai Kesalahan Relatif Metode Sherman	96
Tabel 4.61	Nilai Koefisien Efisiensi <i>Nash-Sutcliffe</i> Metode Sherman Kala Ulang 2 th	96
Tabel 4.62	Hasil Rekapitulasi Nilai Koefisien <i>Nash Sutcliffe</i> Metode Sherman.....	97
Tabel 4.63	Nilai Deviasi Metode Sherman Kala Ulang 2 th	97
Tabel 4.64	Hasil Rekapitulasi Nilai Deviasi Metode Sherman	98
Tabel 4.65	Tabel Rekapitulasi Intensitas Pengamatan dan Intensitas Metode Sherman dalam Berbagai Durasi dan Kala Ulang.....	98
Tabel 4.66	Tabel Rekapitulasi Intensitas Pengamatan dan Intensitas Metode Sherman dalam Berbagai Durasi dan Kala Ulang	99

Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 3.1	Peta Administrasi Kota Batu Provinsi Jawa Timur.....	34
Gambar 3.2	Peta Lokasi Kajian	35
Gambar 3.3	Diagram Alir Pengerjaan.....	39
Gambar 4.1	Perbandingan Kurva Intensitas Durasi Frekuensi antara Metode Empiris dengan Pengamatan Log Pearson III pada Kala Ulang (T_r) 2 th	84
Gambar 4.2	Perbandingan Kurva IDF Metode Sherman dengan Metode Pengamatan pada Ulang Kala Ulang (T_r) 2 th	100
Gambar 4.3	Perbandingan Kurva IDF Metode Sherman dengan Metode Pengamatan pada Ulang Kala Ulang (T_r) 5 th	100
Gambar 4.4	Perbandingan Kurva IDF Metode Sherman dengan Metode Pengamatan pada Ulang Kala Ulang (T_r) 10 th	101

Halaman ini sengaja dikosongkan



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1	Uji Data	107
Lampiran 2	Distribusi Frekuensi dan Uji Kesesuaian Distribusi	131
Lampiran 3	Perhitungan Metode <i>I</i> Empiris	161
Lampiran 4	Uji Metode Intensitas Hujan	165
Lampiran 5	Validasi Metode	173
Lampiran 6	Persyaratan Statistik	177
Lampiran 7	Dokumentasi.....	179



Halaman ini sengaja dikosongkan



BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki iklim tropis. Iklim tropis ini disebabkan oleh kawasan Indonesia yang terletak di garis khatulistiwa dan di antara dua benua yaitu benua Asia dan Benua Australia. Hal ini menyebabkan Indonesia hanya memiliki dua musim saja dalam satu tahun yaitu musim kemarau dan musim penghujan. Iklim tropis memiliki karakteristik hujan sepanjang tahun artinya hujan bisa saja turun ketika musim kemarau sekalipun. Dengan adanya hujan sepanjang tahun ini menyebabkan Indonesia memiliki banyak sekali hutan hujan atau hutan rimba yang di dalamnya banyak sekali sumber mata air yang mengalir yang membuat Indonesia kaya akan sumber daya airnya.

Indonesia sangat beruntung karena kaya akan sumber daya air namun jika kuantitas air berlebih dan tidak terkendali maka akan membawa bencana. Namun disisi lain air sangat dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup, oleh karena itu air harus dibudidayakan dengan baik dan benar. Namun, meskipun pembudidayaan ini telah dilakukan masih ada saja masalah yang tak kunjung henti dalam bidang keairan ini. Permasalahan ini juga tidak luput dari campur tangan manusia sendiri yang menyebabkan terjadinya fenomena pemanasan global. Fenomena ini menyebabkan terjadinya perubahan iklim secara drastis, dimana musim kemarau dan musim penghujan yang panjang. Musim penghujan yang panjang ini menyebabkan tanah menjadi jenuh dan air hujan melimpas. Limpasan yang terjadi ini dapat mengakibatkan banjir dikarenakan curah hujan lebih tinggi dibandingkan infiltrasi yang terjadi. Ditambah lagi dengan pembangunan dan perubahan tata guna lahan yang terus menerus dilakukan oleh manusia seperti pembangunan permukiman, drainase dan lain sebagainya tanpa memperhitungkan dengan matang dampak yang akan terjadi selanjutnya menyebabkan kawasan serapan air semakin berkurang dan keseimbangan air (*water balance*) semakin terganggu.

Suatu daerah akan selalu memiliki bangunan air yang berfungsi untuk mengendalikan banjir ataupun untuk pembuangan air hujan, limbah domestik dan lain sebagainya. Pembangunan ini dilakukan untuk mengurangi atau menanggulangi kelebihan air dan mengurangi erosi tanah yang terjadi disuatu kawasan atau lahan, sehingga kawasan dapat difungsikan secara optimal. Pembangunan ini berpatokan pada besar debit rencana agar

Tidak terjadi banjir, dimana debit banjir rencana ini bergantung pada intensitas hujan yang terjadi di daerah tersebut.

Terdapat tiga variabel utama hujan yang hampir selalu diamati untuk berbagai kebutuhan analisa, prediksi dan perencanaan, yaitu ketebalan hujan (R), durasi hujan (t), dan distribusinya dalam ruang dan waktu. Berdasarkan tiga variabel utama ini, dapat diturunkan variabel hujan lain, anatara lain yaitu Intensitas hujan (I) dan Probabilitas hujan atau periode ulang kejadian hujan (T). Dalam bidang ini perencanaan teknis, dua variabel ini merupakan variabel yang sangat penting (Subarkah, 1980).

Pada studi terdahulu terdapat penelitian tentang intensitas hujan, dimana penelitian ini difokuskan pada pemilihan metode intensitas hujan yang paling sesuai dengan daerah studi. Berikut beberapa contoh studi terdahulu mengenai metode intensitas hujan yang paling sesuai:

1. Analisa Intensitas Hujan pada Stasiun Hujan Rokan IV Koto, Ujung Batu, dan Tandun Mewakili Ketersediaan Air di Sungai Rokan oleh Juleha tahun 2016
2. Analisis Karakteristik dan Intensitas Hujan Surakarta oleh Syifa Fauziyah tahun 2013
3. Pemilihan Metode Intensitas Hujan yang sesuai dengan Karakteristik Stasiun Pekanbaru oleh Yohanna Lilis Handayani tahun 2015
4. Analisis Metode Intensitas Hujan pada Stasiun Hujan Pasar Kampar Kabupaten Kampar oleh Andy Hendri tahun 2015
5. Komparasi Metode Formulasi Intensitas Hujan di Kawasan Hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo oleh Sutarlim tahun 2015

Studi penelitian “Komparasi Metode Formulasi Intensitas Hujan antara Kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) Semitan dan Daerah Aliran Sungai (DAS) Seberang (Ranai, Kabupaten Natuna)” oleh Magdalena Delvia (2015), menggunakan data hujan jam-jaman maksimum tahunan untuk mengetahui metode yang paling sesuai di lokasi studi. Metode yang digunakan adalah metode empiris intensitas hujan yaitu metode Sherman, Ishiguro dan Hasper. Dari ketiga metode tersebut akan dipilih metode yang paling sesuai menggunakan deviasi terkecil dan nilai korelasi yang paling baik. Untuk contoh lengkap studi terdahulu dapat dilihat rekapitulasi studi pada Sub Bab 2.11 tabel 2.11.

Mengenai studi kali ini terdapat beberapa perbedaan dari studi sebelumnya yang sudah disebutkan diawal, salah satunya adalah lokasi yang dilakukan penelitian maupun data yang digunakan. Lokasi studi yang akan dilakukan penelitian yaitu berada di daerah Sumber Brantas. Sumber Brantas memiliki alat penakar hujan otomatis yang digunakan untuk menghitung besar curah hujan yang terjadi. Curah hujan yang terjadi di daerah Brantas

cukup besar karena wilayah ini merupakan daerah hulu, hal ini menyebabkan terjadinya erosi di kawasan Sumber Brantas dan dapat menyebabkan banjir dibagian hilirnya.

Dari permasalahan tersebut, maka diperlukan metode yang sesuai untuk kawasan Sumber Brantas dan sekitarnya maka dilakukan suatu kajian yang membandingkan beberapa metode yang ada. Hasil perhitungan dari beberapa metode tersebut akan dibandingkan dengan hasil penakar hujan otomatis. Hasil dari metode yang paling mendekati itulah yang akan dipakai sebagai acuan untuk perencanaan sumber daya air dan rehabilitasi lahan di kawasan Sumber Brantas ataupun di wilayah sekitarnya.

1.2 Identifikasi Masalah

Semakin lama keberadaan Daerah Aliran Sungai akan menimbulkan masalah yang semakin kompleks dikarenakan pertumbuhan manusia yang semakin pesat pula. Kerusakan Daerah Aliran Sungai di hulu dapat menyebabkan dampak buruk terhadap daerah hilirnya. Seperti kondisi hidrologi DAS Sumber Brantas sesudah tahun 2000 tidak semakin baik tetapi justru sebaliknya semakin kritis. Alih guna lahan hutan menjadi lahan budidaya pertanian tidak saja memicu peningkatan erosi dan sedimentasi, tetapi juga mengakibatkan banjir dan kekeringan. Banjir mulai terjadi pada tahun 2000, selanjutnya terjadi hampir setiap musim penghujan dan yang paling besar terjadi pada tahun 2004. Hal ini disebabkan oleh intensitas hujan yang terlalu besar, pola hujan yang tidak menentu dan kurangnya lahan resapan air di daerah tersebut.

Erosi, sedimentasi dan banjir yang terjadi ini merupakan salah satu akibat dari adanya intensitas hujan (I) yang cukup besar terjadi di daerah tersebut dan intensitas hujan ini merupakan penyebab terbesar yang bertanggung jawab atas kejadian tersebut. Namun, intensitas hujan (I) di setiap daerah memiliki nilai yang berbeda-beda tergantung dari durasi hujan dan frekuensi terjadinya. Data intensitas hujan pada suatu wilayah sangatlah penting karena intensitas hujan merupakan masukan utama dalam transformasi hujan menjadi debit. Hal ini akan menjadi sebuah dasar perhitungan dan analisa pembangunan yang akan dilakukan di daerah tersebut. Maka dari itu diperlukan ketelitian dan metode perhitungan yang tepat karena masih belum ada analisa tentang metode intensitas yang sesuai dengan wilayah Arboretum Sumber Brantas ini.

Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan, maka dalam kajian ini akan dilakukan percobaan untuk membandingkan metode perhitungan intensitas curah hujan yang sesuai dengan karakteristik wilayah Sumber Brantas. Metode yang dipakai adalah Metode Sherman, Metode Ishiguro dan Metode Hasper. *Output* dari Metode Sherman, Metode

Ishiguro dan Metode Hasper ini adalah berupa Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) yang didapat dari formulasi keluaran masing-masing metode. Untuk menentukan metode yang sesuai dengan wilayah Arboretum Brantas maka akan dilakukan validasi antara Metode empiris dengan metode pengamatan. Hasil analisa perbandingan formulasi intensitas hujan tersebut akan bermanfaat dalam upaya perencanaan dan pengelolaan sumber daya air yang berada di wilayah Sumber Brantas dan wilayah sekitarnya.

1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dijabarkan seperti yang di atas maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah perhitungan Intensitas hujan dengan metode Sherman, metode Ishiguro dan metode Hasper?
2. Bagaimanakah perbandingan antara intensitas hujan secara pengamatan dengan intensitas hujan metode Sherman, metode Ishiguro dan metode Hasper?
3. Bagaimanakah hasil kurva IDF pada metode terpilih dari berbagai kala ulang dan durasi?

1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dijabarkan seperti yang di atas maka didapatkan batasan masalah sebagai berikut:

1. Data curah hujan jam-jaman diperoleh dari stasiun hujan Arboretum Sumber Brantas.
2. Metode yang digunakan adalah metode Sherman, metode Ishiguro dan metode Hasper.
3. Analisa metode Intensitas hujan dilakukan pada setiap durasi hujan tertentu untuk setiap periode kala ulang kejadian hujan selama 8 tahun.
4. Kala ulang yang akan digunakan adalah kala ulang pada 2 tahun, 5 tahun, 10 tahun, 20 tahun dan 25 tahun.
5. Durasi yang digunakan adalah 60 menit, 120 menit, 180 menit, 240 menit dan 300 menit.

1.5 Tujuan

Tujuan dari studi ini yaitu:

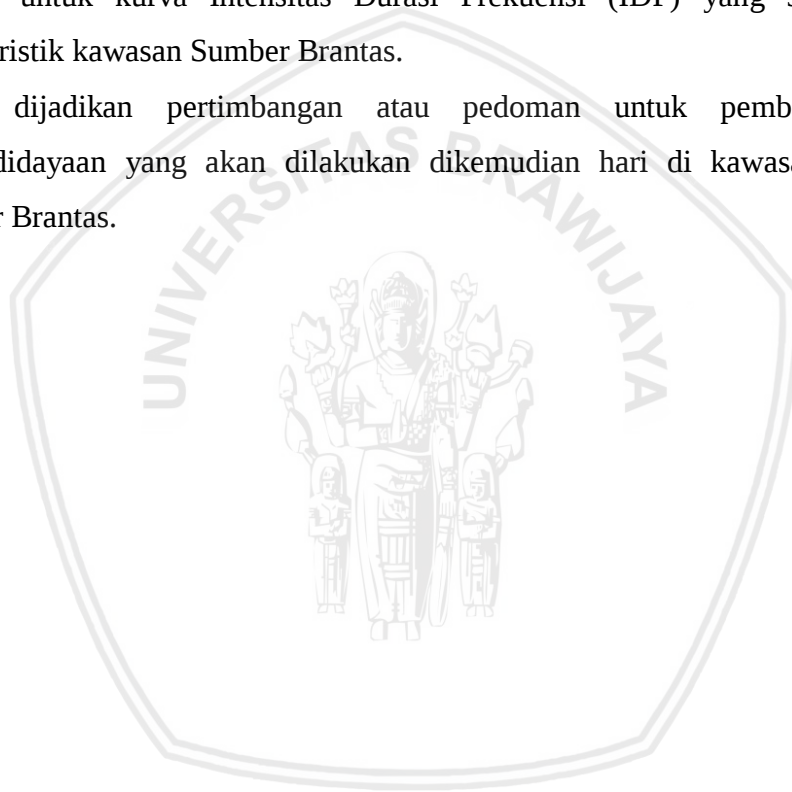
1. Mengetahui hasil perhitungan intensitas hujan secara pengamatan dan Intensitas hujan dengan metode Sherman, metode Ishiguro dan metode Hasper.

2. Mengetahui perbandingan Intensitas hujan secara pengamatan dan Intensitas menggunakan metode Sherman, metode Ishiguro dan metode Hasper.
3. Mengetahui metode yang sesuai di kawasan Sumber Brantas
4. Mengetahui hasil kurva IDF pada metode terpilih dari berbagai kala ulang dan durasi.

1.6 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari studi ini yaitu:

1. Memberikan ilmu pengetahuan/edukasi tambahan bagi mahasiswa mengenai metode untuk kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) yang sesuai dengan karakteristik kawasan Sumber Brantas.
2. Dapat dijadikan pertimbangan atau pedoman untuk pembangunan dan pembudidayaan yang akan dilakukan dikemudian hari di kawasan Arboretum Sumber Brantas.



Halaman sengaja dikosongkan



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi meliputi beberapa tahap utama yakni: (1) penguapan air dari permukaan bumi, baik yang berasal dari permukaan air, tanah, atau dari jaringan tumbuhan; (2) kondensasi uap air dari lapisan troposfer, sehingga berbentuk awan; (3) Perpindahan awan mengikuti arah angin; (4) presipitasi dalam bentuk cair (hujan) atau padat (salju Kristal es) yang mengembalikan air dari atmosfer ke permukaan bumi; (5) mengalirnya air mengikuti gaya gravitasi (dari tempat yang tinggi ke tempat yang lebih rendah) baik dalam bentuk aliran permukaan maupun aliran bawah tanah (Lakitan, 1997, p.123).

2.2 Hujan

2.2.1 Pengertian Hujan

Udara yang diserap oleh air membawa air yang diuapkan dari samudra dan bergerak hingga air tersebut mendingin sampai di bawah titik embun dan mempresipitasikan uap air sebagai hujan maupun bentuk presipitasi lain (Seyhan, 1990, p.19).

Subramanya (2008) menyatakan bahwa “istilah presipitasi menunjukkan semua bentuk air yang mencapai bumi berasal dari atmosfer. Bentuk presipitasi pada umumnya berupa hujan, salju, hujan batu es dan embun. Hujan merupakan salah satu pembentuk aliran sungai, teruma aliran banjir di sebagian besar sungai” (p.13).

Untuk terjadinya hujan diperlukan beberapa mekanisme guna mendinginkan udara sehingga cukup menjadikannya jenuh atau mendekati jenuh. Pendinginan yang diperlukan oleh hujan dalam jumlah besar diperoleh dari pengangkatan udara. Pengangkatan ini terjadi oleh suatu system konvektif yang dihasilkan dari ketidaksamaan pemanasan atau pendinginan permukaan bumi dan atmosfer atau oleh konvergensi rintangan orografik. Tetapi kejenuhan belum tentu menghasilkan hujan (Paulhus, 1996, p.46).

2.2.2 Proses Terbentuknya Hujan

Hujan terjadi karena penguapan air, terutama air dari permukaan laut, yang naik ke atmosfer dan mendingin, kemudian menyuling dan jatuh sebagian di atas laut dan sebagian di daratan. Air hujan yang jatuh di atas daratan, sebagian meresap kedalam tanah

(infiltrasi), sebagian di tahan tumbuh-tumbuhan (intersepsi), sebagian menguap kembali (evaporasi) dan sebagian menjadi lembab. Juga air yang meresap kedalam tanah untuk sebagian menguap melalui pori-pori di dalam tanah (evaporasi) dan demikian pula air yang ditahan tumbuh-tumbuhan sebagian menguap (transpirasi). Air hujan yang menguap, yang meresap kedalam tanah, yang ditahan tumbuh-tumbuhan dan transpirasi tidak ikut menjadi aliran air di dalam sungai, dan disebut air hilang. (Subarkah, 1980)

2.2.3 Tipe Hujan

Presipitasi dapat diklasifikasikan menurut penyebab pergerakannya, yaitu. (Palhus 1949, p.64):

1. Hujan siklon, hujan ini terjadi akibat udara panas yang bergerak naik disertai angin yang berputar. Hujan siklon ini dapat di klasifikasikan menjadi dua yaitu hujan frontal dan hujan tidak frontal.
2. Hujan konvektif, hujan ini bergerak ke atas karena diatas lebih hangat dari sekitarnya yang menyebabkan tekanan di bawahnya lebih besar dan bergerak keatas.
3. Hujan Orografis, hujan ini disebabkan oleh penguapan udara dan terhalang oleh gunung yang kemudian mendingin dan terjadi hujan.

2.3 Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah jumlah hujan persatuan waktu yang dinyatakan dalam mm/jam (Hadisusanto, 2010, p.28). Intensitas curah hujan dinotasikan dengan huruf *I*. Data intensitas hujan didapatkan dari alat penakar hujan manual dan alat penakar hujan otomatis. Hasil dari pencatatan penakar hujan lebih akurat menggunakan penakar hujan otomatis karena penakar hujan otomatis dapat mencatat waktu hujan 5 menit, 10 menit, 30 menit dan lain-lainnya sedangkan penakar hujan manual hanya didapatkan intensitas hujan selama sehari dan tidak dapat durasi lebih pendek dan kurang akurat.

Besarnya intensitas hujan berbeda-beda yang disebabkan oleh lama curah hujan dan frekuensi terjadinya. Beberapa metode yang umum dipakai untuk menghitung intensitas hujan yaitu (Sosrodarsono, 2006, p.32):

2.3.1 Metode Pengamatan

Intensitas dalam jam (*t*) dapat dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{R}{t} \dots\dots\dots(2-1)$$

dengan:

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R = tinggi hujan (mm)

2.3.2 Metode Sherman

Rumus ini dikemukakan oleh Prof. Sherman pada tahun 1905 dan disebut jenis Sherman. Rumus ini mungkin cocok untuk jangka waktu curah hujan yang lamanya lebih dari 2 jam. Rumus metode Sherman dapat dituliskan sebagai berikut:

$$I = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots (2-2)$$

$$\text{Log } a = \frac{(\sum \log I)(\sum \log t^2) - (\sum \log t \cdot \log I)(\sum \log t)}{N(\sum \log t^2) - (\sum \log t)(\sum \log t)} \dots\dots\dots (2-3)$$

$$n = \frac{(\sum \log I)(\sum \log t) - N(\sum \log t \cdot \log I)}{N(\sum \log t^2) - (\sum \log t)(\sum \log t)} \dots\dots\dots (2-4)$$

dengan:

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

a = konstanta

N = banyaknya data hujan

n = konstanta

2.3.3 Metode Ishiguro

Rumus ini dikemukakan oleh Dr. Ishiguro pada tahun 1953. Rumus Metode Ishiguro dapat dijabarkan sebagai berikut:

$$I = \frac{a}{\sqrt{t} + b} \dots\dots\dots (2-5)$$

$$a = \frac{(\sum I t^{0,5})(\sum I^2) - (\sum I^2 t^{0,5})(\sum I)}{N(\sum I^2) - (\sum I)(\sum I)} \dots\dots\dots (2-6)$$

$$b = \frac{(\sum I)(\sum I t^{0,5}) - N(\sum I^2 t^{0,5})}{N(\sum I^2) - (\sum I)(\sum I)} \dots\dots\dots (2-7)$$

dengan:

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

a, b = konstanta yang tergantung pada lamanya curah hujan

N = banyaknya data hujan

2.3.4 Metode Hasper

Rumus Hasper ini telah dibandingkan dengan hasil di daerah Jakarta ternyata memberikan hasil yang baik. Rumus hasper tersebut dibagi menjadi 3 bagian yaitu: (Joesron, 1992, p. 78)

1. Menghitung I untuk $t < 2$ jam

$$Rt = \frac{t \cdot R_{24}}{t + 1 - 0,0008 \cdot (260 - R_{24}) \cdot (2 - t)^2} \dots\dots\dots(2-8)$$

Menghitung I untuk $2 \text{ jam} \leq t < 19 \text{ jam}$

$$Rt = \frac{t \cdot R_{24}}{t + 1} \dots\dots\dots(2-9)$$

Menghitung I untuk $19 \text{ jam} \leq t \leq 30 \text{ hari}$

$$Rt = 0,707 \cdot R_{24} \cdot \sqrt{t + 1} \dots\dots\dots(2-10)$$

Untuk mendapatkan I yaitu dengan rumus:

$$I = \frac{Rt}{t} \dots\dots\dots(2-11)$$

dengan:

R_{24}	= hujan harian (mm)
Rt	= hujan dengan tahun berulang (mm)
t (untuk < 19 jam)	= durasi (jam)
t (untuk ≥ 19 jam)	= durasi (hari)
I	= intensitas hujan (mm/jam)

2.4 Penentuan Seri Data

2.4.1 Partial Series

Penetapan seri data dengan *Partial Series* yaitu dengan menetapkan suatu batas tertentu (*threshold*) dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu. Selanjutnya semua besaran hujan atau debit yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil dan dijadikan bagian seri data untuk kemudian dianalisis dengan cara-cara yang lazim. Ada beberapa yang menyebut cara ini dengan *peak over threshold* (POT). Dalam kaitan ini tidak ada batasan berapa besar data tiap tahun yang dapat diambil dalam satu seri.

Apabila pengamatan data kurang dari 10 tahun data disarankan untuk menggunakan metode POT. Metode POT disarankan tidak digunakan apabila data kurang dari 2 tahun. (Soewarno, 1995)

Metode Seri Pasial ini digunakan apabila data kurang dari 10 tahun runtut waktu. Dalam metode ini ditetapkan dulu batas bawah suatu seri data. Kemudian semua besaran

data yang lebih dari batas bawah tersebut diambil menjadi bagian seri data. (Kamiana, 2011, p.15)

Pengambilan batas bawah dapat dilakukan dengan sistenr peringkat. Caranya adalah dengan mengambil semua besaran data yang cukup besar kemudian diurut dari besar ke kecil. Data yang diambil untuk kepentingan analisis adalah sesuai dengan panjang data dan diambil dari besaran yang paling besar. Akibat dari metode pengambilan seri data parsial adalah dimungkinkannya dalam satu tahun diambil data lebih dari satu, sementara pada tahun yang lain tidak ada data yang diambil karena data yang tersedia di bawah batas bawah.(Kamiana, 2011, p.15)

2.5 Uji Outlier

Data *outlier* merupakan data yang keberadaannya dan nilainya melenceng jauh dari kumpulan datanya. Penyimpangan ini antara lain terjadi akibat kesalahan dalam pembacaan atau tindakan kurang teliti lainnya dalam memperoleh data. Uji *outlier* ini berfungsi untuk menilai data curah hujan yang sudah ada, yaitu apakah ada data yang menyimpang terlampaui jauh dari kelompok data yang ada. Uji *outlier* memerlukan nilai rata-rata dan standar deviasi dari data tersebut serta harga koefisien *Kn* sesuai tabel 2.1. Dalam pembuatan batas ini kelompok data tersebut terlebih dahulu diubah bentuk menjadi bentuk logaritmik (Dalam Chow, 1988, p.404)

$$Y_H = Y + Kn.Sd \dots\dots\dots (2-12)$$

$$Y_L = Y - Kn.Sd \dots\dots\dots (2-13)$$

dengan:

Y_H = Ambang atas

Y_L = Ambang bawah

Y = Rata-rata nilai logaritmik curah hujan

Kn = Koefisien dari tabel outlier

Sd = Standar deviasi

Tabel 2.1
Nilai *Kn* untuk Uji *Inlier-Outlier*

Jumlah Data	<i>Kn</i>	Jumlah Data	<i>Kn</i>	Jumlah Data	<i>Kn</i>	Jumlah Data	<i>Kn</i>
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.880	25	2.468	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940

Lanjutan Tabel 2.1
 Nilai K_n untuk Uji Inlier-Outlier

Jumlah Data	K_n	Jumlah Data	K_n	Jumlah Data	K_n	Jumlah Data	K_n
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum (1998, p.8)

2.6 Uji Data

2.6.1 Uji Konsistensi Data Hujan

Metode pengujian data yang dapat digunakan adalah metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Secara umum, metode ini dilakukan untuk melihat adanya loncatan (*jump*) nilai rata-rata (*mean*) pada pengujian statistik. Langkah perhitungannya adalah sebagai berikut (Sri Harto, 1993):

1. Data debit diurutkan berdasarkan tahun, kemudian menghitung nilai rerata

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

2. Menghitung nilai SK^*

$$SK^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}), k = 1, \dots, n \dots\dots\dots(2-15)$$

3. Menghitung nilai Dy^2

$$Dy^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n} \dots\dots\dots(2-16)$$

4. Menghitung nilai Dy

$$Dy = \sqrt{Dy^2} \dots\dots\dots(2-17)$$

5. Menghitung nilai SK^{**}

$$SK^{**} = \frac{SK^*}{Dy}, k = 0, 1, \dots, n \dots\dots\dots(2-18)$$

6. Menentukan nilai SK^{**} maksimum

7. Menentukan nilai SK^{**} minimum

8. Menghitung nilai Q , kemudian menghitung $Q/\sqrt{N}$

$$Q = \max |Sk^{**}| \dots\dots\dots (2-19)$$

9. Menghitung nilai R , kemudian menghitung $R/\sqrt{N}$

$$R = Sk^{**}_{maks} - Sk^{**}_{min} \dots\dots\dots (2-20)$$

10. Hasil perhitungan $Q/\sqrt{N}$ dan $R/\sqrt{N}$ dibandingkan dengan nilai $Q/\sqrt{N}$ dan $R/\sqrt{N}$ didapat dari table 2.2. Apabila nilai $Q/\sqrt{N}_{hitung}$ dan $R/\sqrt{N}_{hitung}$ kurang dari $Q/\sqrt{N}_{kritis}$ dan $R/\sqrt{N}_{kritis}$, maka data masih berada pada batasan konsisten.

Tabel 2.2

Nilai Kritis $Q/\sqrt{N}$ dan $R/\sqrt{N}$

N	$Q/\sqrt{N}$			$R/\sqrt{N}$		
	90%	95%	99%	90%	95%	99%
10	1,05	1,14	1,29	1,21	1,28	1,38
20	1,10	1,12	1,42	1,34	1,43	1,60
30	1,12	1,24	1,46	1,40	1,50	1,70
40	1,13	1,26	1,50	1,42	1,53	1,74
50	1,14	1,57	1,52	1,44	1,55	1,78
100	1,17	1,29	1,55	1,50	1,62	1,86
~	1,22	1,36	1,63	1,62	1,75	2,00

Sumber: Harto (1993,p.60)

2.6.2 Uji Ketidakadaan *Trend*

Deret berkala yang nilainya menunjukkan gerakan yang berjangka panjang dan mempunyai kecenderungan menuju kesatu arah, arah menaik atau menurun disebut dengan pola atau *trend*.

2.6.2.1 Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman

Trend dapat dipandang sebagai korelasi antara waktu dengan variat dari suatu variabel hidrologi. Oleh karena itu koefisien korelasinya dapat digunakan untuk menentukan ketidakadaan *trend* dari suatu deret berkala. Salah satu cara mengujinya adalah dengan menggunakan koefisien korelasi peringkat metode spearman, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{N^3 - N} \dots\dots\dots (2-21)$$

$$t = KP \left[\frac{N-2}{1-KP^2} \right]^{0.5} \dots\dots\dots (2-22)$$

dengan:

KP = koefisien korelasi peringkat dari spearman

- N = jumlah data
 dt = $R_t - T_t$
 T_t = peringkat dari waktu
 R_t = peringkat dari variabel hidrologi dalam deret berkala
 T = nilai distribusi t, pada derajat kebebasan ($N-2$) untuk derajat kepercayaan
 = tertentu
 = (umumnya 5%) (lihat tabel)

Uji-T digunakan untuk menentukan apakah variabel waktu dan variabel hidrologi itu saling tergantung (*dependent*) atau tidak tergantung (*independent*). Dalam hal ini yang di uji adalah T_t dan R_t .

2.6.2.2 Uji Mann dan Whitney

Uji Mann Whitney untuk menguji apakah dua kelompok data yang tidak berpasangan berasal dari kelompok yang sama atau tidak. Untuk menguji apakah satu set sampel data deret berkala menunjukkan adanya *trend* atau tidak dapat digunakan prosedur yang sama, yaitu dengan menggunakan persamaan (2-23) sampai persamaan (2-24), dengan cara membagi satu seri data deret berkala menjadi menjadi dua bagian yang jumlahnya sama. Prosedur pengerjaan dari Uji Mann dan Whitney adalah sebagai berikut:

1. Gabungkan kedua kelompok data A dan B
2. Buat peringkat rangkaian data dari nilai terkecil sampai yang terbesar
3. Hitung jumlah peringkat rangkaian data tiap kelompok
4. Hitung parameter statistik:

$$U_1 = N_1 N_2 + \frac{N_1}{2} (N_1 + 1) - R_m \dots\dots\dots(2-23)$$

$$U_2 = N_1 N_2 - U_1 \dots\dots\dots(2-24)$$

dengan:

U_1, U_2 = parameter statistik

N_1 = jumlah data kelompok A

N_2 = jumlah data kelompok B

R_m = jumlah nilai peringkat dari rangkaian data kelompok A

5. Pilih nilai U_1 atau U_2 yang nilainya lebih kecil sebagai nilai U .

6. Hitung uji Mann Whitney sebagai nilai Z :

$$Z = \frac{\frac{U - (N_1 N_2)}{2}}{\left[\frac{1}{2} \{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)\} \right]^{0.5}} \dots\dots\dots(2-25)$$

7. Keputusan:

Dengan anggapan bahwa kedua sampel kelompok A dan B mempunyai distribusi normal, maka dari tabel 2.3 dapat ditentukan nilai Z_c . Bila nilai $Z < Z_c$ maka hipotesis nol dapat diterima, sedangkan jika $Z > Z_c$ maka hipotesis nol ditolak, dimana Z_c di tuliskan dengan t_c dalam tabel.

Tabel 2.3
Nilai T_c untuk Pengujian Distribusi Normal

Derajat Kepercayaan (α)	0,1	0,05	0,01	0,015	0,002
Uji satu sisi	-1,28 atau + 1,28	-1,645 atau +1,645	-2,33 atau + 2,33	-2,58 atau +2,58	-2,88 atau +2,88
Uji dua sisi	-1,645 atau +1,645	-1,96 atau +1,96	-2,58 atau +2,58	-2,81 atau +2,81	-3,08 atau +3,08

Sumber: Soewarno (1995, p.11)

2.6.3 Uji Stasioner

Deret berkala disebut dengan stasioner apabila nilai dari parameter statistiknya (rata-rata dan varian) relatif tidak berubah dari setiap bagian kebagian yang lain dalam rangkaian data runtut waktu tersebut, sedangkan apabila salah satu parameter statistiknya berubah untuk setiap bagian rangkaian data tersebut, maka deret berkala tersebut disebut tidak stasioner. Data yang tidak stasioner menunjukkan bahwa datanya tidak homogen/sejenis.

Setelah dilakukan pengujian ketidakadaan *trend* bila deret berkala tersebut tidak menunjukkan adanya *trend* maka deret berkala dapat dilanjutkan ke analisis selanjutnya namun, sebelum itu harus dilakukan uji Stasioner terlebih dahulu. Uji stasioner dimaksudkan untuk menguji kestabilan nilai varian dan rata-rata dari deret berkala. Bila deret berkala menunjukkan adanya *trend* maka deret berkala tersebut dapat dilakukan analisis menurut garis *trend* yang telah dihasilkan. Prosedur pengerjaan uji Stasioner adalah sebagai berikut:

1. Data deret berkala dibagi menjadi dua
2. Setiap dua kelompok diuji dengan Uji F

$$F = \frac{N_1 S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 S_2^2 (N_1 - 1)} \dots\dots\dots (2-26)$$

3. Bila hasil pengujian ternyata hipotesis nol ditolak, berarti nilai varian tidak stabil atau tidak homogeneen (tidak stasioner).

4. Uji Kestabilan nilai rata-rata

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} \dots\dots\dots (2-27)$$

$$\sigma = \left(\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{0,5} \dots\dots\dots (2-28)$$

dengan:

t = variabel t terhitung

$\bar{X}_1$ = rata-rata hitung sampel set ke 1

$\bar{X}_2$ = rata-rata hitung sampel set ke 2

N_1 = jumlah sampel set ke 1

N_2 = jumlah sampel set ke 2

S_1 = varian sampel set ke 1

S_2 = varian sampel set ke 2

dk = $n_1 + n_2 - 2$ (derajat kebebasan)

dk_1 = $n_1 - 1$ (derajat kebebasan)

dk_2 = $n_2 - 1$ (derajat kebebasan)

Tabel 2.4

Nilai Kritis F_c Distribusi F ($F = 0,05$ dan $0,01$)

$F = 0,05$

dk_2	$dk_1 = V_1$									$\sim$
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	
1	241,9	243,9	245,9	248	249,1	250,1	251,1	252,2	253,3	254,3
2	19,4	19,41	19,43	19,45	19,45	19,46	19,47	19,48	19,49	19,5
3	8,79	8,74	8,7	8,66	8,64	8,62	8,59	8,57	8,55	8,53
4	5,96	5,91	5,86	5,8	5,77	5,75	5,72	5,69	5,66	5,63
5	4,74	4,68	4,62	4,56	4,53	4,5	4,46	4,43	4,4	4,36
6	4,06	4	3,94	3,87	3,84	3,81	3,77	3,74	3,7	3,67
7	3,64	3,57	3,51	3,44	3,41	3,38	3,334	3,3	3,27	3,23
8	3,35	3,28	3,22	3,15	3,12	3,08	3,04	3,01	2,97	2,93
9	3,14	3,07	3,01	2,94	2,9	2,86	2,83	2,79	2,75	2,71

Lanjutan Tabel 2.4
 Nilai Kritis F_c Distribusi F ($F = 0,05$ dan $0,01$)

dk_2	$dk_1=V_1$									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
10	2,98	2,91	2,85	2,77	2,74	2,7	2,66	2,62	2,58	2,54
11	2,85	2,79	2,72	2,65	2,61	2,57	2,53	2,49	2,45	2,4
12	2,75	2,69	2,62	2,54	2,51	2,47	2,43	2,38	2,34	2,3
13	2,67	2,6	2,53	2,46	2,42	2,38	2,34	2,3	2,25	2,21
14	2,6	2,53	2,46	2,39	2,35	2,31	2,21	2,22	2,18	1,13
15	2,54	2,48	2,4	2,33	2,29	2,25	2,2	2,16	2,11	2,07
16	2,49	2,42	2,35	2,28	2,24	2,19	2,15	2,11	2,06	2,01
17	2,45	2,38	2,31	2,23	2,19	2,15	2,1	2,06	2,01	1,96
18	2,41	2,34	2,27	2,19	2,15	2,11	2,06	2,02	1,97	1,92
19	2,38	2,31	2,23	2,16	2,11	2,07	2,03	1,98	1,93	1,88
20	2,35	2,28	2,2	2,12	2,08	2,04	1,99	1,95	1,9	1,84
21	2,32	2,25	2,18	2,1	2,05	2,01	1,96	1,92	1,87	1,81
22	2,3	2,23	2,15	2,07	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,78
23	2,27	2,2	2,13	2,05	2,01	1,96	1,91	1,86	1,81	1,76
24	2,25	2,18	2,11	2,03	1,98	1,94	1,89	1,84	1,79	1,73
25	2,24	2,16	2,09	2,01	1,96	1,92	1,87	1,82	1,77	1,71
26	2,22	2,15	2,07	1,99	1,95	1,9	1,85	1,8	1,75	1,69
27	2,2	2,13	2,06	1,97	1,93	1,88	1,84	1,79	0,173	1,67
28	2,19	2,12	2,04	1,96	1,91	1,87	1,82	1,77	1,71	1,65
29	2,18	2,1	2,03	1,94	1,9	1,85	1,81	1,75	1,7	1,64
30	2,16	2,09	2,01	1,93	1,89	1,84	1,79	1,74	1,68	1,62
40	2,08	2	1,92	1,84	1,79	1,74	1,69	1,64	1,58	1,51
60	1,99	1,92	1,84	1,75	1,7	1,65	1,59	1,53	1,47	1,39
120	1,91	1,83	1,75	1,66	1,61	1,55	1,5	1,43	1,35	1,25
∞	1,83	1,75	1,67	1,57	1,52	1,46	1,39	1,32	1,22	1

$F = 0,01$										
dk_2	$dk_1=V_1$									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
1	6056	6106	6157	6209	6235	6261	6287	252,2	6339	6366

Lanjutan Tabel 2.4

Nilai Kritis F_c Distribusi F ($F = 0,05$ dan $0,01$)

dk_2	$dk_1 = V_1$									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
2	99,4	99,42	99,43	99,45	99,46	99,47	99,47	99,48	99,49	99,5
3	27,23	27,05	26,87	26,69	26,6	26,5	26,41	26,57	26,22	26,13
4	14,55	14,37	14,2	14,02	13,93	13,84	13,75	13,69	13,56	13,46
5	10,05	9,89	9,72	9,55	9,47	9,38	9,29	4,43	9,11	9,02
6	7,87	7,72	7,56	7,4	7,31	7,23	7,14	3,74	6,97	6,88
7	6,62	6,47	6,31	6,16	6,07	5,99	5,91	3,3	5,74	5,65
8	5,81	5,67	5,52	5,36	5,28	5,2	5,12	3,01	4,95	4,86
9	5,26	5,11	4,96	4,81	4,73	4,65	4,57	4,79	4,4	4,31
10	4,85	4,71	4,56	4,41	4,33	4,25	4,17	2,62	4,4	3,91
11	4,54	4,4	4,25	4,1	4,02	3,94	3,86	2,49	3,69	3,6
12	4,3	6,16	4,01	3,86	3,78	3,7	3,62	2,38	3,45	3,36
13	4,1	3,96	3,82	3,66	3,59	3,51	3,43	3,3	3,25	3,17
14	3,94	3,8	3,66	3,51	3,43	3,35	3,27	2,22	3,09	3
15	3,8	3,67	3,52	3,37	3,29	3,21	3,13	2,16	2,96	2,87
16	3,69	3,55	3,41	3,26	3,18	3,1	3,02	2,11	2,84	2,75
17	3,59	3,46	3,31	3,16	3,08	3	2,92	2,06	2,75	2,65
18	3,51	3,37	3,23	3,08	3	2,92	2,84	2,02	2,66	2,57
19	3,43	3,3	3,15	3	2,98	2,84	2,76	1,98	2,58	2,49
20	3,37	3,23	3,09	2,94	2,86	2,78	2,69	1,95	2,52	2,42
21	3,31	3,17	3,03	2,88	2,8	2,72	2,64	1,92	2,46	2,36
22	3,26	3,12	2,98	2,83	2,75	2,67	2,58	1,89	2,4	2,31
23	3,21	3,07	2,93	2,78	2,7	2,62	2,54	1,86	2,35	2,26
24	3,17	3,03	2,89	2,74	2,66	2,58	2,49	1,84	2,31	2,21
25	3,13	2,99	2,85	2,7	2,62	2,54	2,45	1,82	2,27	2,17
26	3,09	2,96	2,81	2,66	2,58	2,5	2,42	1,8	2,23	2,13
27	3,06	2,93	2,78	2,63	2,55	2,47	2,38	1,79	2,2	2,1
28	3,03	2,9	2,75	2,6	2,52	2,44	2,35	1,77	2,17	2,06
29	3	2,87	2,73	2,57	2,49	2,41	2,33	1,75	2,14	2,03
30	2,98	2,84	2,7	2,55	2,47	2,39	2,3	1,74	2,11	2,01
40	2,8	2,66	2,52	2,37	2,29	2,2	2,11	1,64	1,92	1,8

Lanjutan Tabel 2.4
 Nilai Kritis F_c Distribusi F ($F = 0,05$ dan $0,01$)

dk_2	$dk_1=V_1$									
	10	12	15	20	24	30	40	60	120	∞
60	2,63	2,5	2,35	2,2	2,12	2,03	1,94	1,53	1,73	1,6
120	2,47	2,34	2,19	2,03	1,95	1,86	1,76	1,43	1,53	1,38
∞	2,32	2,18	2,04	1,88	1,79	1,7	1,59	1,32	1,32	1

Sumber: Soewarno (1995,p.81)

Tabel 2.5

Nilai Kritis T_c Untuk Distribusi- T Uji Dua Sisi

dk	Derajat Kepercayaan				
	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
1	3,078	6,314	12,706	31,821	63,657
2	1,886	2,92	4,303	6,965	9,925
3	1,638	2,353	3,182	4,541	5,841
4	1,533	2,132	2,776	3,747	4,604
5	1,476	2,015	2,571	3,365	4,032
6	1,44	1,943	2,447	3,143	3,707
7	1,415	1,895	2,365	2,998	3,499
8	1,397	1,86	2,306	2,896	3,355
9	1,383	1,833	2,262	2,821	3,25
10	1,372	1,812	2,228	2,764	3,169
11	1,363	1,796	2,201	2,718	3,106
12	1,356	1,782	2,179	2,681	3,055
13	1,35	1,771	2,16	2,65	3,012
14	1,345	1,761	2,145	2,624	2,977
15	1,341	1,753	2,131	2,602	2,947
16	1,337	1,746	2,12	2,583	2,921
17	1,333	1,74	2,11	2,567	2,898
18	1,33	1,734	2,101	2,552	2,878
19	1,328	1,729	2,093	2,539	2,861
20	1,325	1,725	2,086	2,528	2,845
21	1,323	1,721	2,08	2,518	2,831
22	1,321	1,717	2,074	2,508	2,819
23	1,319	1,714	2,069	2,5	2,807

Lanjutan Tabel 2.5

Nilai Kritis T_c Untuk Distribusi- T Uji Dua Sisi

dk	Derajat Kepercayaan				
	0,1	0,05	0,025	0,01	0,005
24	1,318	1,711	2,064	2,492	2,797
25	1,316	1,708	1,06	2,485	2,787
26	1,315	1,706	2,056	2,479	2,779
27	1,314	1,703	2,052	2,473	2,771
28	1,314	1,701	2,048	2,467	2,763
29	1,311	1,699	2,045	2,462	2,756
inf.	1,282	1,645	1,96	2,326	2,576

Sumber: Soewarno (1995,p.77)

2.6.4 Uji Persistensi

Persistensi adalah ketidaktergantungan dari setiap nilai dalam deret berkala. Untuk melakukan pengujian persistensi harus dihitung besarnya koefisien korelasi serial. Salah satu metode untuk menentukan korelasi serial adalah dengan metode Spearman. Koefisien korelasi serial metode Spearman dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$KS = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^m (di)^2}{m^3 - m} \dots\dots\dots (2-29)$$

$$T = KS \left[\frac{m-2}{1-KS^2} \right]^{0.5} \dots\dots\dots (2-30)$$

dengan:

KS = koefisien korelasi serial

m = $N-1$

N = jumlah data

di = perbedaan nilai antara peringkat data ke X_i dan ke X_{i+1}

T = nilai dari distribusi T pada derajat kebebasan $m-2$ dan derajat kepercayaan
= tertentu

2.7 Analisa Frekuensi

Analisa frekuensi merupakan metode yang digunakan untuk memperkirakan suatu hujan ataupun debit. Analisa frekuensi ini tidak untuk menentukan nilai suatu rancangan, namun analisa frekuensi ini hanyalah untuk memperkirakan hujan ataupun debit yang

mungkin akan terjadi dimasa mendatang. Analisa frekuensi digunakan untuk memperkirakan nilai atau suatu kejadian akan disamai atau dilampaui pada suatu kala ulang tertentu.

2.7.1 Distribusi Log Pearson III

Distribusi Log Pearson III banyak digunakan dalam analisis hidrologi. Terdapat tiga parameter statistik yang digunakan oleh distribusi Log Pearson III, yaitu:

1. Menghitung nilai rata-rata (*mean*)
2. Menghitung simpangan baku (*standard deviation*)
3. Menghitung kepengcengan (*skewness*)

Berikut prosedur perhitungan Log Pearson III (Soewarno, 1995, p.142):

1. Mengubah semua data (x) ke bentuk logaritma
2. Menghitung nilai rata-rata ($\overline{\text{Log } x}$)
3. Hitung nilai simpangan baku

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } x - \overline{\text{Log } x})^2}{N - 1}} \dots\dots\dots (2-31)$$

4. Hitung nilai kepengcengan

$$Cs = \frac{n \sum (\text{Log } x - \overline{\text{Log } x})^3}{(N - 1)(N - 2)S^3} \dots\dots\dots (2-32)$$

5. Menentukan nilai G (Tabel Log Pearson III)

6. Menghitung nilai ekstrim

$$\text{Log } x = \overline{\text{Log } x} + G.Sd \dots\dots\dots (2-33)$$

7. Menghitung nilai anti log dari $\text{Log } x$ untuk menentukan nilai rancangan.

Tabel 2.6

Koefisien kemencengan Cs untuk Log Pearson III

Weighted SKEW COEFFICIENT	Recurrence Interval In Years							
	1.0101	2	5	10	25	50	100	200
	Percent Chance ($\geq$) = 1-F							
Cw	99	50	20	10	4	2	1	0.5
3	-0.667	-0.396	0.420	1.18	2.278	3.152	4.051	4.970
2.9	-0.690	-0.390	0.440	1.195	2.277	3.134	4.013	4.904
2.8	-0.714	-0.384	0.46	1.21	2.275	3.114	3.973	4.847
2.7	-0.74	-0.376	0.479	1.224	2.272	3.093	3.932	4.783
2.6	-0.769	-0.368	0.499	1.238	2.267	3.071	3.889	4.718
2.5	-0.799	-0.360	0.518	1.25	2.262	3.048	3.845	4.652
2.4	-0.832	-0.351	0.537	1.262	2.256	3.023	3.800	4.584
2.3	-0.867	-0.341	0.555	1.274	2.248	2.997	3.753	4.515

Lanjutan Tabel 2.6

Koefisien kemencengan Cs untuk Log Pearson III

Weighted SKEW COEFFICIENT	Recurrence Interval In Years							
	1.0101	2	5	10	25	50	100	200
	Percent Chance ($\geq$) = 1-F							
Cw	99	50	20	10	4	2	1	0.5
2.2	-0.905	-0.33	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444
2.1	-0.946	-0.319	0.592	1.294	2.230	2.942	3.656	4.372
2	-0.990	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298
1.9	-1.037	-0.294	0.627	1.310	2.207	2.881	3.553	4.223
1.8	-1.087	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147
1.7	-1.14	-0.268	0.66	1.324	2.179	2.815	3.444	4.069
1.6	-1.197	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.99
1.5	-1.256	-0.240	0.690	1.333	2.146	2.743	3.330	3.91
1.4	-1.318	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828
1.3	-1.383	-0.210	0.719	1.339	2.108	2.666	3.211	3.745
1.2	-1.449	-0.195	0.732	1.34	2.087	2.626	3.149	3.661
1.1	-1.518	-0.180	0.745	1.341	2.066	2.585	3.087	3.575
1	-1.588	-0.164	0.758	1.34	2.043	2.542	3.022	3.489
0.9	-1.660	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401
0.8	-1.733	-0.132	0.780	1.336	1.993	2.453	2.891	3.312
0.7	-1.806	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223
0.6	-1.880	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132
0.5	-1.955	-0.083	0.808	1.323	1.91	2.311	2.686	3.041
0.4	-2.029	-0.066	0.816	1.317	1.88	2.261	2.615	2.949
0.3	-2.104	-0.05	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856
0.2	-2.178	-0.033	0.83	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763
0.1	-2.252	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670
0	-2.326	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576
-0.1	-2.40	0.017	0.846	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482
-0.2	-2.472	0.033	0.85	1.258	1.68	1.945	2.178	2.388
-0.3	-2.544	0.05	0.853	1.245	1.643	1.89	2.104	2.294
-0.4	-2.615	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201
-0.5	-2.686	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108
-0.6	-2.755	0.099	0.857	1.20	1.528	1.720	1.880	2.016
-0.7	-2.824	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926
-0.8	-2.891	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837
-0.9	-2.957	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749
-1	-3.022	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664
-1.1	-3.087	0.18	0.848	1.107	1.324	1.435	1.518	1.581
-1.2	-3.149	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501
-1.3	-3.211	0.21	0.838	1.064	1.24	1.324	1.383	1.424
-1.4	-3.271	0.225	0.832	1.041	1.198	1.27	1.318	1.351
-1.5	-3.330	0.240	0.825	1.018	1.157	1.217	1.256	1.282

Lanjutan Tabel 2.6
Koefisien kemencengan C_s untuk Log Pearson III

Weighted SKEW COEFFICIENT	Recurrence Interval In Years							
	1.0101	2	5	10	25	50	100	200
	Percent Chance ($\geq$) = 1-F							
Cw	99	50	20	10	4	2	1	0.5
-1.6	-3.880	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216
-1.7	-3.444	0.268	0.808	0.97	1.075	1.116	1.140	1.155
-1.8	-3.499	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097
-1.9	-3.553	0.294	0.788	0.92	0.996	1.023	1.037	1.044
-2	-3.605	0.307	0.777	0.895	0.959	0.98	0.990	0.995
-2.1	-3.656	0.319	0.765	0.869	0.923	0.939	0.946	0.949
-2.2	-3.705	0.33	0.752	0.844	0.888	0.9	0.905	0.907
-2.3	-3.753	0.341	0.739	0.819	0.855	0.864	0.867	0.869
-2.4	-3.800	0.351	0.725	0.795	0.823	0.83	0.832	0.833
-2.5	-3.845	0.36	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800
-2.6	-3.899	0.368	0.696	0.747	0.764	0.768	0.769	0.769
-2.7	-3.932	0.376	0.681	0.724	0.738	0.74	0.74	0.741
-2.8	-3.973	0.384	0.666	0.702	0.712	0.714	0.714	0.714
-2.9	-4.013	0.39	0.651	0.681	0.683	0.689	0.69	0.69
-3	-4.051	0.396	0.636	0.66	0.666	0.666	0.667	0.667

Sumber: Soewarno (1995,p.219)

2.7.2 Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel ini digunakan untuk analisis data maksimum, misal untuk analisis frekuensi banjir. Terdapat tiga parameter statistik yang digunakan oleh distribusi Gumbel:

1. Menghitung nilai rata-rata (*mean*)
2. Menghitung simpangan baku (*standard deviation*)
3. Menghitung kepengcengan (*skewness*)

Untuk menghitung curah hujan rencana dengan metode sebaran digunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut: (CD. Soemarto, 1999)

$$C_s = \frac{N \sum (x - \bar{x})^3}{(N-1)(N-2)S^3} \dots\dots\dots (2-34)$$

$$C_k = \frac{N^2 \sum (x - \bar{x})^4}{(N-1)(N-2)(N-3)S^4} \dots\dots\dots (2-35)$$

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{N-1}} \dots\dots\dots (2-36)$$

$$x = \bar{x} + \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \sigma_n \dots\dots\dots (2-37)$$

$$Y_t = -\ln \left[\ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right] \dots \dots \dots (2-38)$$

dengan:

C_s = kepengcengan (*Skewness*)

C_k = koefisien puncak (*Kurtosis*)

N = jumlah data

x = nilai ekstrim (m^3/dt)

$\bar{x}$ = nilai rata-rata (m^3/dt)

S = simpangan baku

Y_t = nilai reduksi variat (*reduce variate*)

Y_n = nilai rata-rata dari reduksi varian (*reduce mean*) (Tabel 2.7)

S_n = reduksi Variat (*reduce standard deviation*) (Tabel 2.8)

σ_n = simpangan baku

Tabel 2.7
Hubungan Y_n dengan Jumlah Data (N)

N	Y_n	N	Y_n	N	Y_n	N	Y_n	N	Y_n
10	0,4952	30	0,5363	50	0,5485	70	0,5548	90	0,5586
11	0,4996	31	0,5371	51	0,5489	71	0,555	91	0,5587
12	0,5053	32	0,538	52	0,5493	72	0,5552	92	0,5589
13	0,507	33	0,5388	53	0,5497	73	0,5555	93	0,5591
14	0,51	34	0,5396	54	0,5501	74	0,5557	94	0,5592
15	0,5128	35	0,54	55	0,5504	75	0,5559	95	0,5593
16	0,5157	36	0,541	56	0,5508	76	0,5561	96	0,5595
17	0,5181	37	0,5418	57	0,5511	77	0,5563	97	0,5596
18	0,5202	38	0,5424	58	0,5515	78	0,5565	98	0,8898
19	0,522	39	0,543	59	0,5518	79	0,5567	99	0,5599
20	0,5236	40	0,5463	60	0,5521	80	0,5569	100	0,56
21	0,5252	41	0,5442	61	0,5524	81	0,557		
22	0,5268	42	0,5448	62	0,5527	82	0,5572		
23	0,5283	43	0,5453	63	0,553	83	0,5574		
24	0,5296	44	0,5458	64	0,5533	84	0,5576		
25	0,53	45	0,5468	65	0,5535	85	0,5578		
26	0,582	46	0,5468	66	0,5538	86	0,558		
27	0,5882	47	0,5473	67	0,554	87	0,5581		
28	0,5343	48	0,5477	68	0,5543	88	0,5583		
29	0,5353	49	0,5481	69	0,5545	89	0,5585		

Sumber: Soewarno (1995,p.129)

Tabel 2.8
Hubungan S_n dengan Jumlah Data (N)

N	S_n	N	S_n	N	S_n	N	S_n	N	S_n
10	0,9496	30	1,1124	50	1,1607	70	1,1854	90	1,2007
11	0,9676	31	1,1159	51	1,1623	71	1,1863	91	1,2013
12	0,9833	32	1,1193	52	1,1638	72	1,1873	92	1,2026
13	0,9971	33	0,1226	53	1,1658	73	1,1881	93	1,2032
14	1,0095	34	1,1255	54	1,1667	74	1,189	94	1,2038
15	1,0206	35	1,1285	55	1,1681	75	1,1898	95	1,2044
16	1,0316	36	1,1313	56	1,1696	76	1,1906	96	1,2046
17	1,0411	37	1,1339	57	1,1708	77	1,1915	97	1,2049
18	1,0493	38	1,1363	58	1,1721	78	1,1923	98	1,2055
19	1,0565	39	1,1388	59	1,1734	79	0,1193	99	1,206
20	1,0628	40	1,1413	60	1,1747	80	1,1938	100	1,2065
21	1,0696	41	1,1436	61	1,1759	81	1,1945		
22	1,0754	42	1,1458	62	1,177	82	1,1953		
23	1,0811	43	1,148	63	1,1782	83	1,1959		
24	1,0864	44	1,1499	64	1,1793	84	1,1967		
25	1,0915	45	1,1519	65	1,1803	85	1,1973		
26	1,0961	46	1,1538	66	1,1814	86	1,1980		
27	1,1004	47	1,1557	67	1,1824	87	1,1987		
28	1,1047	48	1,1574	68	1,1834	88	1,1994		
29	0,1108	49	1,159	69	1,1844	89	1,2001		

Sumber: Soewarno (1995,p.130)

2.8 Uji Kesesuaian Distribusi

2.8.1 Uji Chi Square

Uji Chi Square digunakan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 , oleh karena itu disebut dengan uji Chi Square. Parameter χ^2 dapat dihitung dengan rumus (Soewarno, 1995, p.194):

$$\chi_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2-39)$$

dengan:

χ_h^2 = parameter Chi Square terhitung

G = jumlah sub kelompok

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i

Berikut prosedur pengerjaan uji Chi Square

1. Buat rangkaian data dari nilai terbesar sampai nilai yang terkecil.

2. Kelompokkan data menjadi G sub-group, tiap tiap sub grup minimal 4 data pengamatan.
3. Jumlahkan data pengamatan sebesar O_i , tiap-tiap sub-group
4. Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i
5. Tiap-tiap sub-group hitung nilai $(O_i - E_i)^2$ dan $(O_i - E_i)^2 / E_i$
6. Jumlah seluruh G sub-group nilai $(O_i - E_i)^2 / E_i$ untuk menentukan nilai Chi Square hitung
7. Tentukan derajat kebebasan $dk = G - R - 1$ (nilai $R = 2$, untuk distribusi normal dan binomial, dan nilai $R=1$, untuk distribusi Poisson).

Tabel 2.9

Nilai Kritis untuk Distribusi Chi Kuadrat

dk	Derajat Kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,0100	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,488	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,69	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,18	2,733	15,507	17,535	20,09	21,955
9	1,735	2,088	2,7	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,492	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,161	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,90	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,17	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558

Lanjutan Tabel 2.9
 Nilai Kritis untuk Distribusi *Chi Kuadrat*

Dk	Derajat Kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
25	10,52	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,16	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

Sumber: Soewarno (1995,p.222)

2.8.2 Uji Smirnov Kolmogorof

Uji Keselarasan Smirnov Kolmogorov, sering disebut uji keselarasan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan probabilitas tiap data antara sebaran empiris dan sebaran teoritis. (Limantara, 2010, p.64)

Uji Smirnov Kolmogorof sering juga disebut uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedur pengerjaannya adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995, p.198):

1. Urutkan data dari yang terbesar ke yang terkecil
2. Tentukan masing-masing peluang dengan rumus Weibull

$$P_x = \frac{m}{N+1} \dots\dots\dots (2-40)$$

3. Menghitung nilai k atau $f(t)$ dengan cara $f(t)$

$$\frac{X_{rancangan} - \bar{X}}{Sd} \dots\dots\dots (2-41)$$

4. Mencari peluang dari nilai k pada tabel distribusi normal. Dari nilai peluang tersebut dapat ditentukan selisih peluang pengamatan dengan peluang teoritis
5. Berdasarkan table nilai kritis, tentukan harga D_{kritis}
 - Bila D_{maks} lebih kecil dari pada D_{kritis} , maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan, distribusi dapat di terima. Bila D_{maks} lebih besar dari D_{kritis} , maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan, distribusi tidak dapat di terima.

Tabel 2.10
 Nilai Delta Kritis untuk Uji Keselarasan Smirnov-Kolmogorof

N	α			
	0,2	0,2	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67

Lanjutan Tabel 2.10

Nilai Delta Kritis untuk Uji Keselarasan *Smirnov-Kolmogorof*

N	α			
	0,2	0,2	0,05	0,01
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
N>50	$1,07/N^{0,5}$	$1,22/N^{0,5}$	$1,36/N^{0,5}$	$1,693/N^{0,5}$

Sumber: Soewarno (1995,p.199)

2.9 Kurva IDF (Intensity-Duration-Frequency)

Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) biasanya diberikan dalam bentuk kurva yang memberikan hubungan antara intensitas hujan sebagai ordinat, durasi hujan sebagai absis dan beberapa grafik yang menunjukkan frekuensi atau periode ulang (Triadmojo, 2013, p.260). Distribusi hujan terhadap waktu disebut *hyetograph*. Dengan kata lain *hyetograph* adalah grafik intensitas hujan atau ketinggian hujan terhadap waktu. Kejadian hujan dapat dibagi menjadi dua yaitu hujan rencana dan hujan aktual. Hujan aktual adalah rangkaian data pengukuran hujan di stasiun hujan tertentu selama periode tertentu. Hujan rencana adalah *hyetograph* hujan yang mempunyai karakteristik terpilih. Kebanyakan hujan rencana mempunyai karakteristik yang secara umum sama dengan karakteristik hujan masa lalu. Dengan demikian, hal ini dapat menggambarkan karakteristik umum kejadian hujan yang diharapkan terjadi pada masa mendatang. Kurva intensitas durasi frekuensi ini mampu digunakan untuk memperkirakan debit puncak pada daerah tangkapan hujan pada jam atau waktu tertentu selama terjadinya hujan dan dapat dijadikan acuan untuk menghitung debit banjir rencana yang digunakan dalam perencanaan bangunan pengendali air.

Analisa Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) diperkirakan untuk memperkirakan debit aliran puncak berdasarkan pada data hujan satu stasiun hujan. Kurva IDF memerlukan data hujan yang pendek. Untuk itu diperlukan data hujan dari stasiun hujan yang menggunakan pengukur hujan otomatis. Prosedur pengerjaan Kurva IDF adalah sebagai berikut (Kamiana, 2011):

1. Menetapkan durasi tertentu yang akan di hitung, misalnya 5, 10,15, 20.... menit
2. Ubah data hujan dengan durasi menitan atau jaman menjadi data intensitas hujan menitan atau jaman. Mengkonversi data hujan menjadi Intensitas hujan adalah dengan menggunakan hubungan $I = 60 \times p/t$, dimana p merupakan kedalaman hujan dan t adalah durasi hujan (5, 10,15, 20.... menit)
3. Menghitung nilai rata-rata data intensitas hujan pada setiap durasi
4. Menghitung standar deviasi data intensitas hujan pada setiap durasi.
5. Hitung dan rekap nilai intensitas hujan rencana pada setiap durasi dengan berbagai periode ulang berdasarkan analisa distribusi terpilih.
6. Plot nilai intensitas hujan rencana sebagai ordinat dan durasi sebagai absis, sehingga diperoleh sebaran data koordinat. Didapatlah kurva IDF.

2.10 Uji Kesesuaian Metode

2.10.1 Kesalahan Relatif (Kr)

Kesalahan relatif digunakan untuk menghitung prosentase kesalahan relatif metode empiris terhadap intensitas pengamatan. Perhitungan kesalahan relatif memiliki formulasi sebagai berikut:

$$Kr = \left| \frac{Xa - Xb}{Xa} \right| \cdot 100\% \dots\dots\dots (2-42)$$

dengan:

Kr = kesalahan Relatif (%)

Xa = nilai pengamatan (mm/hari)

Xb = nilai hasil pemodelan (mm/hari)

Analisa kesesuaian metode ini dilakukan antara hasil perhitungan intensitas hujan empiris terhadap intensitas curah hujan hasil pengamatan. Apabila metode empiris yang diuji dengan kesalahan relatif kemudian menghasilkan kesalahan relatif yang kecil maka metode tersebut sudah dapat dikatakan yang paling tepat.

2.10.2 Koefisien Nash-Sutcliffe

Koefisien *Nash* menunjukkan tingkat ketelitian dari korelasi hubungan antara data yang terukur dan terhitung. Fungsi ini digunakan untuk mengevaluasi kesahihan model. Sebuah model yang bagus dan menghasilkan nilai koefisien *Nash* mendekati 1 ($0 < N < 1$). Nilai koefisien *Nash* dirumuskan dengan:

$$NSE = 100 - \frac{\sum_{i=1}^n (Qsi - Qmi)^2}{\sum_{i=1}^n (\bar{Q} - Qmi)^2} \cdot 100\% \dots\dots\dots(2-43)$$

dengan:

Qsi = data terhitung pada interval waktu t

Qmi = data terukur pada interval waktu t

Qmi = rata-rata nilai observasi

t = interval waktu

2.10.3 Deviasi

Deviasi adalah nilai penyimpangan mutlak dari pengamatan dan perhitungan. Karena semua nilai pengamatan/pengukuran dilibatkan dalam perhitungan maka hasil perhitungan lebih teliti jika dibandingkan dengan *range* yang hanya menggunakan 2 nilai ekstrem.

Deviasi rata-rata dapat dihitung dengan menggunakan rumus 2-44.

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n |Xa - Xb|}{N} \dots\dots\dots(2-44)$$

dengan:

α = deviasi

Xa = nilai pengamatan

Xb = nilai perhitungan

N = banyak data

2.11 Studi Penelitian Terdahulu

Tabel 2.11

Rekapitulasi Studi Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Tahun	Lokasi	Keterangan	Hasil Studi
1	Juleha Rismalinda, MT Alfi Rahmi, M. Eng	Analisa Intensitas Hujan pada Stasiun Hujan Rokan IV Koto, Ujung Batu, dan Tandun Mewakili Ketersediaan Air di Sungai Rokan	2016	Stasiun Hujan Rokan IV Koto, Ujung Batu, dan Tandun	Kesesuaian Metode (Ishiguro, Talbot, dan Sherman) Intensitas Hujan	Antara metode Ishiguro, Talbot dan Sherman yang paling sesuai dilokasi studi adalah metode Sherman
2	Syifa Fauziyah Sobriyah Susilowati	Analisis Karakteristik dan Intensitas Hujan Surakarta	2013	Kota Surakarta	Kesesuaian Metode (Ishiguro, Talbot, dan Sherman) Intensitas Hujan	Antara metode Ishiguro, Talbot dan Sherman yang paling sesuai dilokasi studi adalah metode Sherman
3	Yohanna Lilis handayani Andy Hendri Hadie Suherly	Pemilihan Metode Intensitas Hujan yang sesuai dengan Karakteristik Stasiun Pekanbaru	2015	Stasiun Pekanbaru Daerah Pengaliran Sungai Siak Riau	Kesesuaian Metode (Ishiguro, Talbot, dan Sherman) Intensitas Hujan	Antara metode Ishiguro, Talbot dan Sherman yang paling sesuai dilokasi studi adalah metode Sherman

Lanjutan Tabel 2.11
Rekapitulasi Studi Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti	Judul	Tahun	Lokasi	Keterangan	Hasil Studi
4	Andy Hendri	Analisis Metode Intensitas Hujan pada Stasiun Hujan Pasar Kampar Kabupaten Kampar	2015	Stasiun Hujan Kampar	Kesesuaian Metode (Bell Tanimoto, Mononobe, Hasper dan Van Breen) Intensitas Hujan	Antara metode Bell Tanimoto, Mononobe, Hasper dan Van Breen yang paling sesuai dengan lokasi Studi adalah metode Hasper.
5	Magdalena Delvia Azwa Nirmala Nashrullah Chatib	Komparasi Metode Formulasi Intensitas Hujan antara Kawasan Daerah Aliran Sungai (DAS) Semitan dan Daerah Aliran Sungai (DAS) Seberang (Ranai, Kabupaten Natuna)	2015	DAS Semitan dan DAS Seberang	Kesesuaian Metode (Ishiguro, Talbot dan Sherman) Intensitas Hujan	Antara metode Ishiguro, Talbot dan Sherman yang paling sesuai dilokasi studi adalah metode Sherman

Sumber: Hasil Analisa Penulis, 2019.

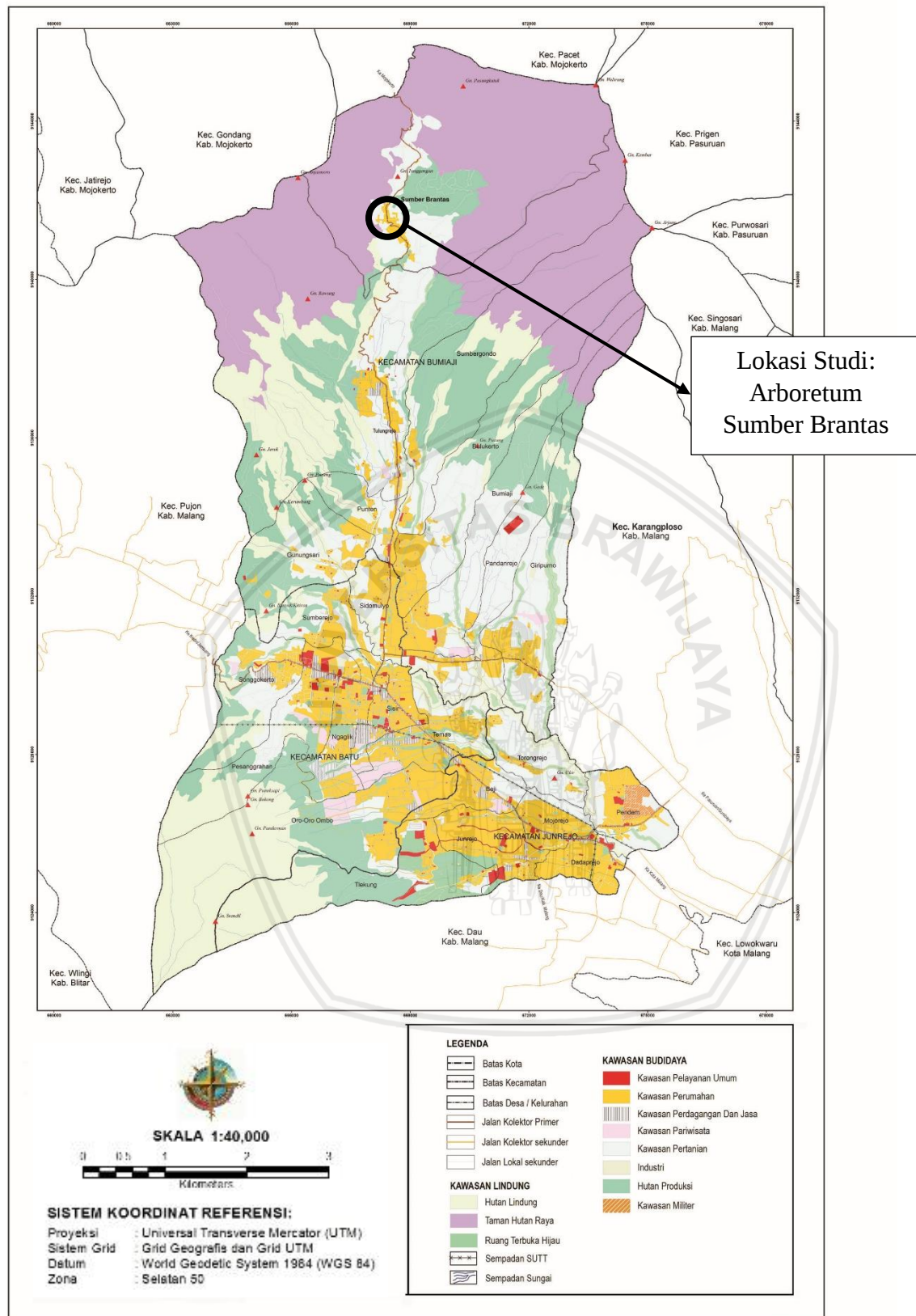
BAB III METODOLOGI

3.1 Deskripsi Lokasi Studi

Lokasi yang digunakan berada di Desa Sumber Brantas, Kecamatan Bumiaji, Kota Batu yang merupakan wilayah DAS Brantas Hulu dengan luas wilayah 541,1364 Ha. Daerah studi yang diambil dikelola oleh Perum Jasa Tirta 1 (PJT 1) dengan pembebasan lahan seluas $\pm$ 13 ha. Area Arboretum Sumber Brantas (ASB) ini terbagi menjadi delapan blok yaitu blok A hingga blok H. Lokasi studi ini merupakan titik nol Sungai Brantas atau dapat disebut dengan mata air utama, dengan debit rata-rata setiap tahunnya sebesar 2,5 lt/dt. Mata air tersebut bersebelahan dengan blok A dan blok B ASB, serta berbatasan langsung dengan Tahura Soeryo. Aliran Sungai Brantas mengalir jauh ke Malang, Blitar, Tulungagung, Kediri, Jombang hingga Mojokerto.

Letak geografis lokasi studi secara spesifik berada di koordinat $112^{\circ}31'18''$ Bujur Timur dan $7^{\circ}42'40''$ Lintang Selatan. Lokasi studi ini berjarak kurang lebih 32 km arah barat laut Kota Malang. ASB ini bersebelahan langsung dengan pintu gerbang Selatan Taman Hutan Raya (Tahura) R. Suryo yang berjarak $\pm$ 17 km dari pusat kota Batu (30 menit perjalanan menanjak) dan berada di antara pemukiman penduduk, sedangkan batas-batas wilayah Desa Sumber Brantas Kecamatan Bumiaji sebagai berikut:

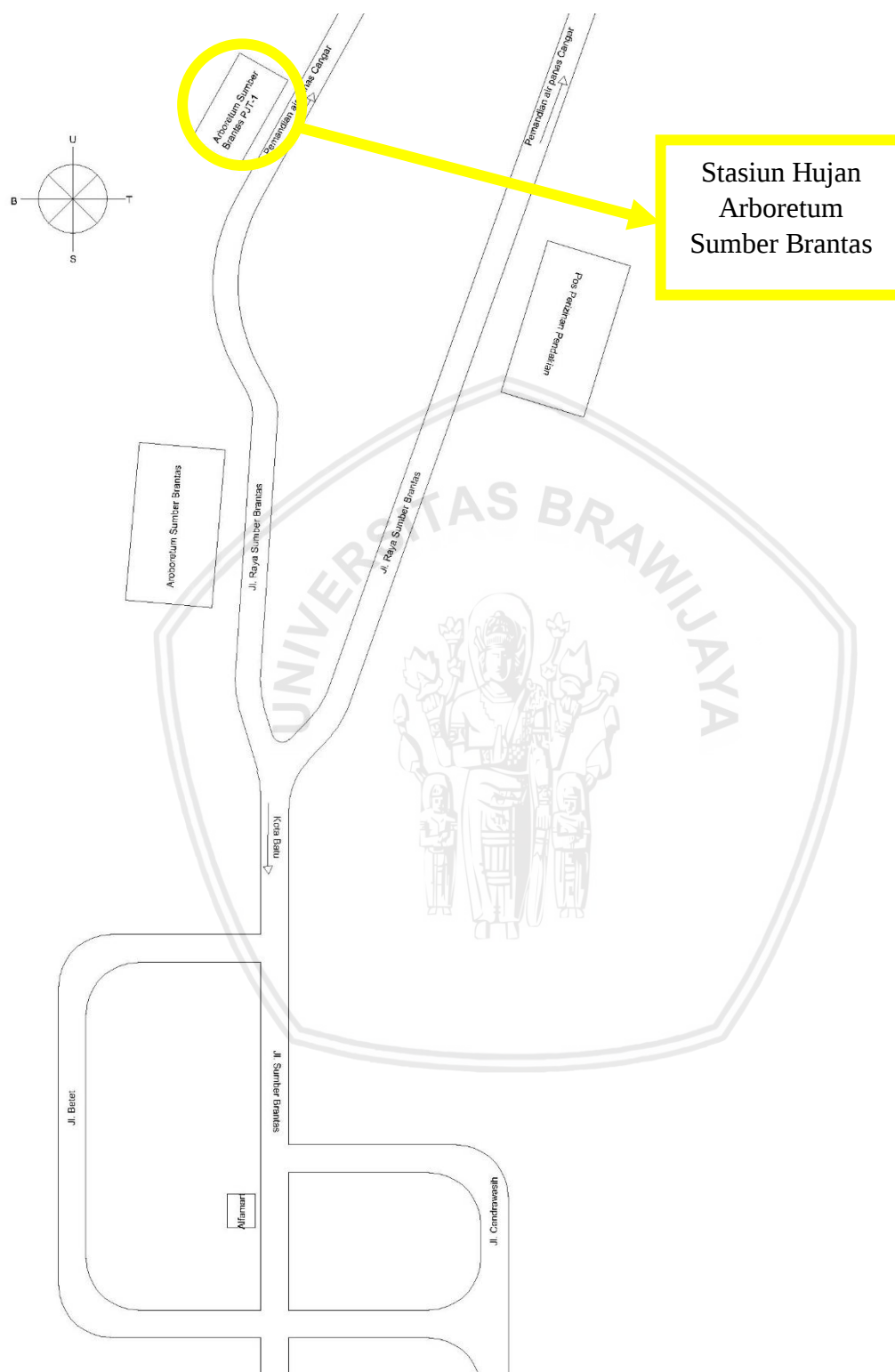
- Sebelah Utara : Kabupaten Mojokerto
- Sebelah Timur : Gunung Arjuno
- Sebelah Selatan : Desa Tulungrejo
- Sebelah Barat : Gunung Anjasmoro



Gambar 3.1 Peta Administrasi Kota Batu Provinsi Jawa Timur
 Sumber: Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil Kota Batu

Curah hujan dalam kajian ini berasal dari Stasiun hujan milik PJT 1 di Arboretum Sumber Brantas (ASB) berada di Jl. Raya Sumber Brantas No.213, Desa Sumber Brantas,

Kecamatan Bumiajai, Kota Batu, Jawa Timur. Peta lokasi stasiun hujan dapat dilihat pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Peta Lokasi Kajian
Sumber: Hasil Penggambaran, 2018

3.2 Kondisi Umum Daerah Studi

Kawasan Arboretum Sumber Brantas (ASB) berada diketinggian $\pm 1500\text{m dpl}$. Kawasan Sumber Brantas mempunyai jenis tanah andosol yang kaya bahan organik, pH agak masam (5.9- 6.3), horison atas gembur, remah, porositas tinggi, densitas rendah dan mudah tererosi. Secara umum kesesuaian lahan terhadap pertumbuhan tanaman masih tergolong tinggi dengan sifat fisik baik, sifat kimia sedang serta permeabilitas sedang.

Kawasan ASB merupakan daerah basah dengan curah hujan tahunan berkisar 2500-4500 mm. Perbedaan musim sangat jelas, dimana musim penghujan terjadi pada bulan Desember sampai bulan Maret dan musim kemarau jatuh pada bulan Mei sampai bulan Oktober atau November. Suhu udara pada malam hari bisa mencapai 13°C (suhu minimum), sedangkan suhu maksimum siang hari 22°C . Kelembaban udara cukup tinggi yaitu berkisar 65-70 % (terendah) sampai 90-97 % (tertinggi).

Kali Brantas memiliki banyak mata air yang tersebar di sepanjang hulu sungai baik besar maupun kecil. Mata air utama memiliki debit air rata-rata 12.2 l/detik dan tidak kering walaupun musim kemarau.. Kualitas air di Sumber Brantas dinilai cukup baik, dengan penampakan tidak berwarna (bening) dan tidak berbau.

3.3 Data-data yang diperlukan

Data yang diperlukan dalam kajian ini adalah data sebagai berikut:

Tabel 3.1

Data yang Diperlukan

No	Nama Data / Peta	Sumber	Keterangan
1	Peta Lokasi Stasiun Hujan	Dispendukcapil Kota Batu	Peta lokasi stasiun hujan diperlukan untuk mengetahui lokasi stasiun hujan sebagai bahan kajian
2	Data Curah Hujan Jam-Jaman 2010-2017	Perusahaan Umum Jasa Tirta 1 (PJT 1)	Data curah hujan digunakan sebagai data untuk memperoleh kesesuaian kurva intensitas durasi frekuensi. Data hujan yang digunakan didapatkan dari <i>Automatic Rainfall Recorder</i>

Sumber: Hasil Penyusunan Metodologi, 2019

3.4 Tahapan Studi

Metode kajian dapat dianalisis untuk menyusun persamaan model intensitas yang akan dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut:

Tabel 3.2
Tahapan Studi

No	Tahapan Studi	Keterangan
1	Pengumpulan data	Mengumpulkan data-data yang diperlukan dari berbagai sumber yang terkait.
2	Pengelompokan data	Mengelompokkan data intensitas hujan (I) berdasarkan lamanya curah hujan (t) menggunakan <i>partial series</i>
3	Uji <i>Outlier</i>	Data yang bersifat <i>Outlier</i> dikeluarkan dari analisis. Uji <i>Outlier</i> digunakan untuk data yang menyimpang cukup jauh dari <i>trend</i> kelompoknya.
4	Uji statistik data	Uji statistik data digunakan untuk mengetahui kualitas dan keandalan data yang akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya. Uji statistik data yang digunakan adalah Uji Stasioner, Uji Persistensi, Uji Ketidakadaan Trend, dan Uji Konsistensi RAPS.
5	Analisa frekuensi	Analisa frekuensi dilakukan untuk mengetahui besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadian melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data hujan yang dianalisa diasumsikan tidak bergantung (<i>Independent</i>) dan terdistribusi secara acak dan bersifat stokastik. Distribusi yang digunakan adalah <i>Gumbel</i> dan <i>Log Pearson III</i> .
6	Uji kecocokan distribusi	Uji kecocokan distribusi dilakukan untuk melihat apakah data yang tersebar secara normal atau tidak. Uji kesesuaian distribusi menggunakan <i>Chi-Square</i> dan <i>Smirnov-Kolmogorov</i> .
7	Perhitungan tetapan dalam rumus intensitas hujan	Menghitung harga tiap suku yang terdapat dalam persamaan intensitas hujan (Sherman, Ishiguro dan Hasper).

Lanjutan Tabel 3.2

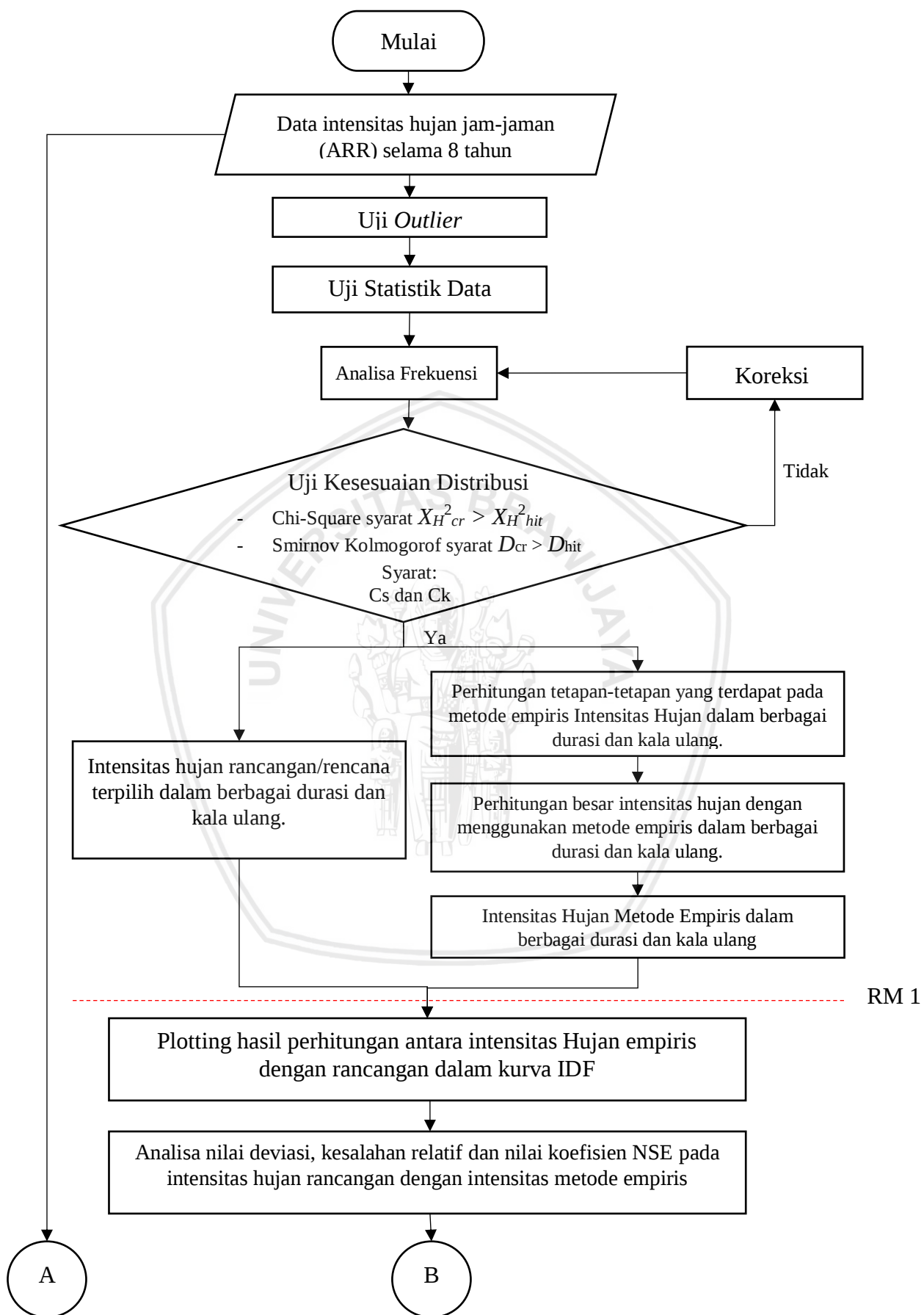
Tahapan Studi

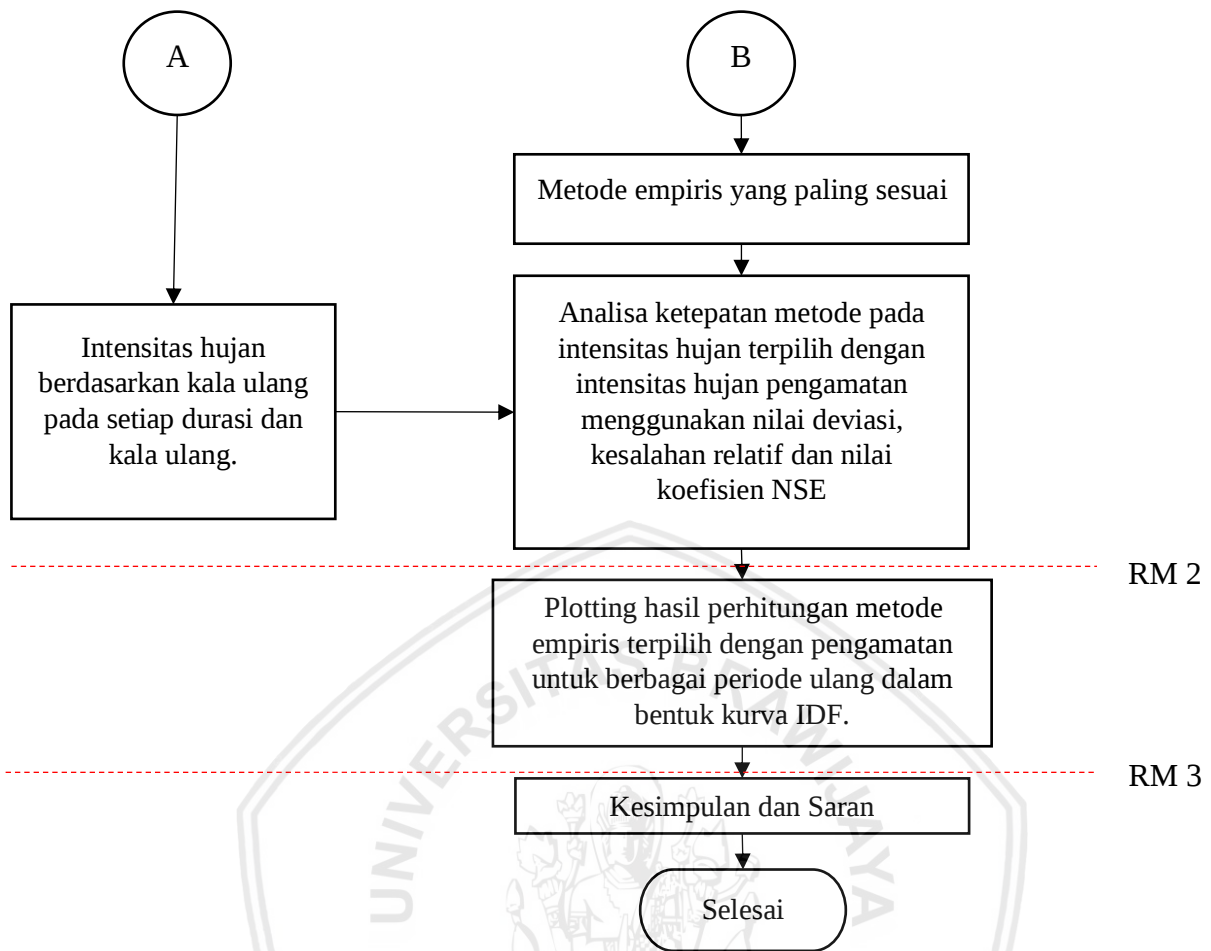
No	Tahapan Studi	Keterangan
8	Perhitungan intensitas hujan menggunakan metode empiris	Perhitungan Intensitas Hujan dengan menggunakan Metode Sherman dan Metode Ishiguro dalam berbagai kala ulang untuk setiap durasi.
9	Penggambaran kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF)	Penggambaran Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) dilakukan untuk memperjelas hasil perhitungan dan hasil perbandingan antara intensitas hujan rancangan dan intensitas hujan empiris dengan intensitas hujan rancangan terpilih.
10	Pemilihan metode paling sesuai.	Pemilihan metode paling sesuai dilakukan dengan membandingkan intensitas hujan rancangan dengan metode empiris (Sherman, Ishiguro dan Hasper) dari berbagai durasi dan kala ulang dengan mencari deviasi terkecil, nilai koefisien <i>Nash-Sutcliffe (Ens)</i> terbaik dan <i>Kesalahan Relatif (Kr)</i> terkecil.
11	Analisa ketepatan metode empiris terpilih.	Analisa Ketepatan Metode empiris terpilih dilakukan dengan membandingkan intensitas hujan pengamatan dengan metode empiris terpilih dari berbagai durasi dan kala ulang dengan mencari deviasi terkecil, nilai koefisien <i>Nash-Sutcliffe (Ens)</i> terbaik dan <i>Kesalahan Relatif (Kr)</i> terkecil.
12	Penggambaran kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF)	Penggambaran Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) dilakukan untuk memperjelas hasil perhitungan dan hasil perbandingan antara intensitas hujan pengamatan dan intensitas hujan metode empiris terpilih. Kurva IDF digambarkan dalam berbagai kala ulang.

Sumber: Hasil Penyusunan Metodologi, 2019

3.5 Diagram Alir Kajian

Prosedur formulasi intensitas hujan pada kajian ini disajikan dalam bentuk bagan alir proses seperti pada gambar 3.2





Gambar 3.3 Diagram Alir Pengerjaan
Sumber: Hasil Penggambaran, 2019.

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengelompokan data

Data hujan jam-jaman merupakan data utama dalam perhitungan intensitas hujan. data yang dibutuhkan dalam studi ini adalah data hujan jam-jaman dari stasiun hujan yang berada pada lokasi studi. Pemilihan stasiun hujan didasarkan atas lokasi tersebut dan ketersediaan data yang ada. Data hujan dibaca dan dikelompokkan setiap durasi, kemudian dipilih durasi paling maksimum dalam setiap tahun.

4.1.1 *Partial Series*

Data yang tersedia pada penelitian ini sebanyak 8 tahun (2010-2017). Sehingga menganalisisnya menggunakan seri parsial (*partial series*), hal tersebut disebabkan karena data yang tersedia hanya 8 tahun yang kurang dari 10 tahun. Batasan maksimum data *partial series* yang diizinkan agar penyimpangan tidak terlalu besar adalah dua kali jumlah data dalam seri tersebut. (Hendri, 2015) Sehingga data yang akan digunakan adalah 16 data. Hal tersebut berlaku untuk semua data hujan baik harian maupun jam-jaman.

Tabel 4.1

Curah Hujan Jam-Jaman dan Harian Maksimum

No	Durasi (jam)					Harian (mm)
	Curah Hujan Jam-jaman (mm)					
	1	2	3	4	5	
1	56	60	60	41	50	86
2	51	57	56	62	63	89
3	70	101	141	48	175	192
4	63	78	106	172	87	164
5	46	82	94	98	54	102
6	71	73	100	92	130	104
7	73	71	74	53	61	106
8	41	62	120	85	96	106
9	72	63	64	74	78	102
10	53	81	41	138	60	139
11	50	55	47	58	48	72
12	65	50	79	56	39	93
13	55	56	65	84	91	94
14	43	37	115	68	71	75
15	42	103	67	116	117	194

Lanjutan Tabel 4.1

Curah Hujan Jam-Jaman dan Harian Maksimum

Curah Hujan dan Jumlah dan Hari-hari Maksimum						
No	Durasi (jam)					Harian (mm)
	Curah Hujan Jam-jaman (mm)					
	1	2	3	4	5	
16	61	68	73	59	77	77

Sumber: Stasiun Hujan Arboretum Sumber Brantas, 2019.

Perhitungan“curah hujan menjadi intensitas hujan pada jam ke 1 no. 1:

$$R = 56 \text{ mm}$$

$$t = 1 \text{ jam}$$

$$I = \frac{R}{T} = \frac{56}{1} = 56 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan curah hujan menjadi intensitas hujan pada jam ke 2 no. 1:

$$R = 60 \text{ mm}$$

$$t = 2 \text{ jam}$$

$$I = \frac{R}{T} = \frac{60}{2} = 30 \text{ mm/jam}$$

Hasil perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2

Intensitas hujan jam-jaman dan Curah Hujan Harian

Intensitas Hujan Jam-jaman dan Durasi Hujan Harian						Harian
No	Durasi (jam)					
	Intensitas Hujan Jam-jaman (mm/jam)					
	60	120	180	240	300	(mm)
1	56,0	30,0	20,0	10,3	10,0	86,0
2	51,0	28,5	18,7	15,5	12,6	89,0
3	70,0	50,5	47,0	12,0	35,0	192,0
4	63,0	39,0	35,3	43,0	17,4	164,0
5	46,0	41,0	31,3	24,5	10,8	102,0
6	71,0	36,5	33,3	23,0	26,0	104,0
7	73,0	35,5	24,7	13,3	12,2	106,0
8	41,0	31,0	40,0	21,3	19,2	106,0
9	72,0	31,5	21,3	18,5	15,6	102,0
10	53,0	40,5	13,7	34,5	12,0	139,0
11	50,0	27,5	15,7	14,5	9,6	72,0
12	65,0	25,0	26,3	14,0	7,8	93,0
13	55,0	28,0	21,7	21,0	18,2	94,0
14	43,0	18,5	38,3	17,0	14,2	75,0
15	42,0	51,5	22,3	29,0	23,4	194,0
16	61,0	34,0	24,3	14,8	15,4	77,0

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

4.2 Analisa Hidrologi

Data hujan yang didapat dari stasiun hujan tidak dapat langsung digunakan dalam perhitungan karena perlu adanya pengujian terhadap data. Pengujian data bertujuan untuk mengetahui kualitas dan keandalan data yang akan dipergunakan dalam perhitungan. Kualitas dan keandalan data yang digunakan akan mempengaruhi kesesuaian hasil perhitungan dengan keadaan yang sesungguhnya. Adapun pengujian data yang akan dilakukan pada studi ini adalah:

1. Uji *Oulier*
2. Uji RAPS
3. Uji Keacakan Data (Uji Ketidakadaan Trend)
4. Uji Stasioner
5. Uji Persistensi

4.3 Uji Outlier

“Uji *Outlier* bertujuan untuk mengetahui data yang menyimpang cukup jauh dari *trend* kelompoknya, contoh perhitungan *outlier* pada jam ke 1, berikut adalah langkah dan hasil perhitungan uji *outlier*:

$$\begin{aligned}
 \text{Rerata } (\bar{Y}) &= 57 \text{ mm/jam} \\
 \text{Standart deviasi } (Sd) &= 10,80 \\
 Kn &= 2,28 \text{ (Tabel 2.1)} \\
 Y_H &= \bar{Y} + Sd.Kn \\
 &= 57 + 10,80. 2,28 \\
 &= 81,61 \text{ mm/jam} \\
 Y_L &= \bar{Y} - Sd.Kn \\
 &= 57 - 10,78. 2,28 \\
 &= 32,39 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas diperoleh nilai ambang atas dan nilai ambang bawah. Nilai ambang atas (Y_H) sebesar 81,61 mm/jam dan nilai ambang bawah (Y_L) sebesar 32,38 mm/jam. Data yang berada diluar Y_H dan Y_L merupakan data outlier. Setelah dilakukan uji *outlier* pada durasi 1 jam hasilnya tidak terdapat data yang *outlier*. Jika tidak terdapat data yang *outlier* maka uji *outlier* dihentikan, namun jika masih terdapat data yang *outlier* maka uji *outlier* harus terus dilakukan hingga tidak terdapat lagi data yang *outlier*. Untuk hasil perhitungan uji *Outlier* selengkapnya akan ditampilkan pada tabel 4.3.

Tabel 4.3
Data Intensitas Hujan Jam-Jaman Durasi 1 Jam Setelah Uji Outlier Pertama

No	Intensitas Hujan (mm/jam)
1	56,00
2	51,00
3	70,00
4	63,00
5	46,00
6	71,00
7	73,00
8	41,00
9	72,00
10	53,00
11	50,00
12	65,00
13	55,00
14	43,00
15	42,00
16	61,00
Rerata	57,00
<i>Sd</i>	10,80
<i>Kn</i>	2,279
Y_H	81,27
Y_L	32,73
max	73,00 (Diterima)
min	41,00 (Diterima)

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Karena tidak terdapat data yang *outlier* maka uji ini dihentikan dan data yang akan digunakan analisis selanjutnya akan dicantumkan pada tabel 4.4, sedangkan untuk perhitungan durasi lainnya akan disajikan pada lampiran 1.

Tabel 4.4
Hasil Data Intensitas Hujan Jam-Jaman Durasi 1 Jam

No	Intensitas Hujan (mm/jam)
1	56
2	51
3	70
4	63
5	46
6	71
7	73
8	41

Lanjutan Tabel 4.4
 Hasil Data Intensitas Hujan Jam-Jaman Durasi 1 Jam

No	Intensitas Hujan (mm/jam)
9	72
10	53
11	50
12	65
13	55
14	43
15	42
16	61

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Setelah dilakukan pengujian outlier dari setiap durasi, maka didapatkan data yang outlier berada pada durasi 4 jam (2 data *outlier*) dan 5 jam (1 data *outlier*), sehingga data yang outlier harus dihilangkan untuk perhitungan selanjutnya. Dengan demikian maka jumlah data yang akan diolah dalam perhitungan selanjutnya adalah sebanyak 77 data, yang terdiri atas data hujan jam-jaman durasi 1 jam (16 data), 2 jam (16 data), 3 jam (16 data), 4 jam (14 data), 5 jam (15 data) dan harian (16 data).

4.4 Uji Data Hujan Jam-Jaman Stasiun Arboretum Sumber Brantas

4.4.1 Uji RAPS

Uji konsistensi bertujuan untuk menguji kebenaran data lapangan yang tidak dipengaruhi pada saat pengukuran, data yang diperoleh tersebut harus betul-betul menggambarkan fenomena hidrologi seperti keadaan sebenarnya dilapangan. Data hidrologi disebut tidak konsisten apabila terdapat perbedaan antara nilai pengukuran dan nilai sebenarnya. (Soewarno,1995, p.23)

Metode yang digunakan adalah menggunakan metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial sums*). Metode ini digunakan untuk menguji ketidakpanggahan data suatu stasiun itu sendiri dengan mendeteksi pergeseran nilai rata-rata. Berikut contoh pengerjaan dan langkah-langkah dari perhitungan uji konsistensi data hujan pada durasi 1 jam sebagai berikut:

1. Menghitung nilai rata-rata

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{N} = \frac{56 + 51 + 70 + \dots + 61}{16} = 57$$

2. Menghitung nilai $Y_i - Y_{\text{rerata}}$

$$Y_i - Y_{\text{rerata}} = 56 - 57 = -1$$

3. Menghitung nilai $(Y_i - \bar{Y})^2$

$$(Y_i - Y_{\text{rerata}})^2 = -1^2 = 1$$

4. Menghitung nilai Sk^*

$$Sk^* = \sum_{i=1}^k (Y_i - \bar{Y}) = 0 + (-1) = -1$$

5. Menghitung nilai Dy^2

$$Dy^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{N} = \frac{1 + 36 + 169 + \dots + 16}{16} = 116,63$$

6. Menghitung nilai Dy

$$Dy = \sqrt{Dy^2} = \sqrt{116,63} = 10,78$$

7. Menghitung nilai Sk^{**}

$$Sk^{**} = \frac{Sk^*}{Dy} = \frac{-1}{10,80} = -0,09$$

8. Menghitung nilai $|Sk^{**}|$

$$|Sk^{**}| = |-0,09| = 0,09$$

9. Menentukan nilai $Sk^{**}_{\text{maksimum}} (0 \leq k \leq n)$

$$Sk^{**}_{\text{maksimum}} = 2,87$$

10. Menentukan nilai $Sk^{**}_{\text{minimum}} (0 \leq k \leq n)$

$$Sk^{**}_{\text{minimum}} = 0,000$$

11. Menentukan $Q (|Sk^{**}|_{\text{maks}})$

$$Q = 2,87$$

12. Menghitung nilai R

$$R = Sk^{**}_{\text{max}} - Sk^{**}_{\text{min}} = 2,87 - 0,00 = 2,87$$

13. Menghitung nilai $R/N^{0,5}$

$$\frac{R}{\sqrt{N}} = \frac{2,87}{\sqrt{16}} = 0,72$$

14. Menghitung nilai $Q/N^{0,5}$

$$\frac{Q}{\sqrt{N}} = \frac{2,87}{\sqrt{16}} = 0,72$$

15. Menentukan $R/N^{0,5}_{\text{kritis}}$ dan $Q/N^{0,5}_{\text{kritis}}$ dari tabel 2.2

$$R/N^{0,5}_{\text{kritis}} = 1,17 \text{ (tabel 2.2)}$$

$$Q/N^{0,5}_{\text{kritis}} = 1,34 \text{ (tabel 2.2)}$$

16. Membandingkan $R/N^{0,5}_{\text{hitung}}$ dan $Q/N^{0,5}_{\text{hitung}}$ dengan $R/N^{0,5}_{\text{kritis}}$ dan $Q/N^{0,5}_{\text{kritis}}$

$$R/N^{0,5}_{\text{hitung}} \leq R/N^{0,5}_{\text{kritis}} (0,72 \leq 1,17)$$

$$Q/N^{0,5}_{\text{hitung}} \leq Q/N^{0,5}_{\text{kritis}} (0,72 \leq 1,34)$$

Karena nilai $R/N^{0,5}_{hitung}$ dan $Q/N^{0,5}_{hitung}$ kurang dari $R/N^{0,5}_{kritis}$ dan $Q/N^{0,5}_{kritis}$, maka data masih berada dalam batasan konsisten. Hasil perhitungan uji konsistensi durasi 1 jam akan ditampilkan pada tabel 4.5.

Tabel 4.5

Uji konsistensi RAPS Durasi 1 Jam

No	I (mm/jam)	$Y_i - Y_{rerata}$	$(Y_i - Y_{rerata})^2$	Sk^*	Sk^{**}	Sk^{**}	$ Sk^{**} $
1	56	-1	1	-1	-0,09		0,09
2	51	-6	36	-7	-0,65		0,65
3	70	13	169	6	0,56	0,56	0,56
4	63	6	36	12	1,11	1,11	1,11
5	46	-11	121	1	0,09	0,09	0,09
6	71	14	196	15	1,39	1,39	1,39
7	73	16	256	31	2,87	2,87	2,87
8	41	-16	256	15	1,39	1,39	1,39
9	72	15	225	30	2,78	2,78	2,78
10	53	-4	16	26	2,41	2,41	2,41
11	50	-7	49	19	1,76	1,76	1,76
12	65	8	64	27	2,50	2,50	2,50
13	55	-2	4	25	2,31	2,31	2,31
14	43	-14	196	11	1,02	1,02	1,02
15	42	-15	225	-4	-0,37		0,37
16	61	4	16	0	0,00	0,00	0,00
Jumlah	912		1866				
Rerata	57						
n	16						
Perhitungan RAPS							
$Dy^2 =$	116,63	$Q =$	2,87				
$Dy =$	10,80	$R =$	2,87		95%	kesimpulan	
Maks $Sk^{**} =$	2,87	$Q/N^{0,5} =$	0,72	$<$	1,17	Konsisten	
Min $Sk^{**} =$	0,00	$R/N^{0,5} =$	0,72	$<$	1,34	Konsisten	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan selengkapnya akan disajikan pada lampiran 1 dan hasil rekapitulasi dari hasil Uji konsistensi akan ditampilkan pada tabel 4.6.

Tabel 4.6

Rekapitulasi Uji Konsistensi RAPS

t	$Q/N^{0,5}$ Hitung	$Q/N^{0,5}$ Tabel	Keterangan	$R/N^{0,5}$ Hitung	$R/N^{0,5}$ Tabel	Keterangan
1	0,72	1,17	Konsisten	0,72	1,34	Konsisten
2	0,62	1,17	Konsisten	0,62	1,34	Konsisten
3	0,91	1,17	Konsisten	0,91	1,34	Konsisten
4	0,80	1,19	Konsisten	0,16	1,37	Konsisten
5	0,57	1,18	Konsisten	0,55	1,36	Konsisten
harian	0,54	1,17	Konsisten	0,54	1,34	Konsisten

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

4.4.2 Uji Keacakan Data (Uji Ketiadaan Trend)

Uji Keacakan data ini dilakukan untuk mengetahui apakah kumpulan data yang akan dianalisis terdapat *trend* atau tidak. Jika kumpulan data tidak terdapat *trend* maka data dapat dianalisis lebih lanjut ke uji-uji berikutnya dan distribusi peluang.

4.4.2.1 Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman

Data dari stasiun hujan diuji keacakan datanya menggunakan Uji Korelasi Spearman. Uji ini untuk mengetahui terdapat *trend* atau tidak terdapat *trend* dari suatu deret berkala. Berikut Contoh perhitungan Uji Korelasi Spearman pada durasi 60 menit:

1. Beri peringkat pada data deret berkala (R_t)
2. Menghitung dt

$$dt = R_t - T_t = 8 - 1 = 7$$

3. Menghitung nilai dt^2

$$dt^2 = 7^2 = 49$$

4. Menghitung nilai jumlah dt^2

$$\sum_{i=1}^n (dt)^2 = 49 + 81 + 1 + \dots + 81 = 504$$

5. Menghitung nilai KP

$$KP = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n (dt)^2}{N^3 - N} = 1 - \frac{6(504)}{16^3 - 16} = 0,26$$

6. Menghitung nilai T

$$T = KP \left[\frac{N - 2}{1 - KP^2} \right]^{0.5} = 0,26 \left[\frac{16 - 2}{1 - 0,26^2} \right] = 1,00$$

7. Menentukan T_c

$$T_c (5\%) = 1,77 \text{ dan } -1,77 \text{ (Tabel 2.5)}$$

$$T_c (1\%) = 2,65 \text{ dan } -2,65 \text{ (Tabel 2.5)}$$

8. Membandingkan T_c dengan T_{hitung}

- Untuk derajat kepercayaan 5%

$$T_{hitung} \leq T_c \text{ } (-1,77 \leq 1,00 \leq 1,77), \text{ maka } H_0 \text{ diterima dan data tidak terdapat trend}$$

- Untuk derajat kepercayaan 1%

$$T_{hitung} \leq T_c \text{ } (-2,65 \leq 1,00 \leq 2,65), \text{ maka } H_0 \text{ diterima dan data tidak terdapat trend.}$$

Hasil perhitungan uji Korelasi Spearman durasi 60 menit akan disajikan pada tabel 4.7.

Tabel 4.7
Uji Korelasi Spearman 60 menit

No.	I (mm/jam)	Tt	Rt	dt	dt^2
1	56	1	8	7	49
2	51	2	11	9	81
3	70	3	4	1	1
4	63	4	6	2	4
5	46	5	13	8	64
6	71	6	3	-3	9
7	73	7	1	-6	36
8	41	8	16	8	64
9	72	9	2	-7	49
10	53	10	10	0	0
11	50	11	12	1	1
12	65	12	5	-7	49
13	55	13	9	-4	16
14	43	14	14	0	0
15	42	15	15	0	0
16	61	16	7	-9	81
Jumlah				=	504
n				=	16
KP				=	0,26
dk				=	14
t				=	1
Derajat Kepercayaan			=	5%	1%
T_c			=	1,76	2,62
T_c			=	-1,76	-2,62
Kesimpulan			=	H0 diterima Tidak ada trend	H0 diterima Tidak ada trend

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Perhitungan selengkapnya akan disajikan pada lampiran 1 dan hasil rekapitulasi dari hasil Uji Korelasi Spearman akan disajikan pada tabel 4.8.

Tabel 4.8
Rekapitulasi Uji Spearman

t	5%		Keterangan	1%		Keterangan
	T_{hit}	T_c		T_{hit}	T_c	
1	1,00	1,76 -1,76	Tidak ada trend	1,00	2,62 -2,62	Tidak ada trend

Lanjutan Tabel 4.8
Rekapitulasi Uji Spearman

t	5%		Keterangan	1%		Keterangan
	T_{hit}	T_c		T_{hit}	T_c	
2	0,88	1,76	Tidak ada trend	0,88	2,62	Tidak ada trend
		-1,76			-2,62	
3	0,35	1,76	Tidak ada trend	0,35	2,62	Tidak ada trend
		-1,76			-2,62	
4	-1,11	1,78	Tidak ada trend	-1,11	2,68	Tidak ada trend
		-1,78			-2,68	
5	-0,56	1,77	Tidak ada trend	-0,56	2,65	Tidak ada trend
		-1,77			-2,65	
harian	0,82	1,76	Tidak ada trend	0,82	2,62	Tidak ada trend
		-1,76			-2,62	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

4.4.2.2 Uji Korelasi Mann Whitney

Uji Mann dan Whitney ini digunakan untuk menguji apakah dua kelompok data yang tidak berpasangan (*independent*) berasal dari populasi yang sama atau tidak. Berikut langkah dan hasil pengerjaan dari uji Korelasi Mann Whitney:

1. Membagi data menjadi dua kelompok
2. Beri peringkat pada data deret berkala (R_t)
3. Menghitung nilai jumlah peringkat data kelompok 1 (R_m)

$$R_m = \sum_{i=1}^n R_t = 8 + 11 + 4 + \dots + 16 = 62$$

4. Menghitung nilai U_1 dan U_2

$$U_1 = N_1 N_2 + \frac{N_1}{2} (N_1 + 1) - R_m = 8.8 + \frac{8}{2} (8 + 1) - 62 = 38$$

$$U_2 = N_1 N_2 - U_1 = 8.8 - 38 = 26$$

5. Menentukan nilai U dari U_1 dan U_2 yang terkecil

$$U = 26$$

6. Menghitung nilai Z

$$Z = \frac{\frac{U - (N_1 N_2)}{2}}{\left[\frac{1}{12} \{N_1 N_2 (N_1 + N_2 + 1)\} \right]^{0,5}} = \frac{\frac{26 - (8.8)}{2}}{\left[\frac{1}{12} \{8.8(8 + 8 + 1)\} \right]^{0,5}} = -0,63$$

7. Menentukan Z_c

- Untuk 5%

$Z_c = -1,65$ dan $1,65$ (Tabel 2.3)

- Untuk 1%

$Z_c = -2,33$ dan $2,33$ (Tabel 2.3)

8. Membandingkan Z_c dengan Z_{hitung}

9. – Untuk 5%

$Z_{hitung} \leq Z_c (-1,65 \geq -0,63 \leq 1,65)$, maka H_0 diterima dan data bersifat homogen.

- Untuk 1%

$Z_{hitung} \leq Z_c (-2,33 \leq -0,63 \leq 2,33)$, maka H_0 diterima dan data bersifat homogen

Hasil perhitungan uji Korelasi Mann Whitney durasi 60 menit akan ditampilkan pada tabel 4.9.

Tabel 4.9

Uji Korelasi Mann Whitney 60 menit

No	kelompok 1 I (mm/jam)	R_t	no	kelompok 2 I (mm/jam)	R_t
1	56	8	9	72	2
2	51	11	10	53	10
3	70	4	11	50	12
4	63	6	12	65	5
5	46	13	13	55	14
6	71	3	14	43	7
7	73	1	15	42	15
8	41	16	16	61	7
Jumlah		62			72
$n_1 =$	8		$U_1 =$	38	
$n_2 =$	8		$U_2 =$	26	
$R_m =$	62		$U =$	26	
$Z_{hitung} =$	-0,63				
$Z_c 5\% =$	1,65		$Z_c 1\% =$	2,33	
$=$	-1,65		$=$	-2,33	
Kesimpulan			Kesimpulan		
H_0 diterima			H_0 diterima		
Tidak ada trend			Tidak ada trend		

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan selengkapnya untuk intensitas jam kedua hingga jam kelima dan curah hujan harian akan disajikan pada lampiran 1 dan hasil rekapitulasi dari hasil Uji Korelasi Mann Whitney akan disajikan pada tabel 4.10.

Tabel 4.10
Rekapitulasi Uji Korelasi Mann Whitney

<i>t</i>	5%		Keterangan	1%		Keterangan
	Z_{hit}	Z_c		Z_{hit}	Z_c	
1	-0,63	1,65 -1,65	Tidak ada trend	-0,63	2,33 -2,33	Tidak ada trend
2	-1,42	1,65 -1,65	Tidak ada trend	-1,42	2,33 -2,33	Tidak ada trend
3	-1,58	1,65 -1,65	Tidak ada trend	-1,58	2,33 -2,33	Tidak ada trend
4	-0,19	1,65 -1,65	Tidak ada trend	-0,19	2,33 -2,33	Tidak ada trend
5	-0,58	1,65 -1,65	Tidak ada trend	-0,58	2,33 -2,33	Tidak ada trend
harian	-0,89	1,65 -1,65	Tidak ada trend	-0,89	2,33 -2,33	Tidak ada trend

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

4.4.3 Uji Stasioner

Deret berkala disebut stasioner apabila nilai dari parameter statistiknya (rata-rata dan varian) relatif tidak berubah dari setiap bagian ke bagian yang lain dalam rangkaian data runtut waktu tersebut, sedangkan apabila salah satu parameter statistiknya berubah untuk setiap bagian rangkaian data tersebut, maka deret berkala itu disebut tidak stasioner. Deret berkala yang tidak stasioner menunjukkan data yang tidak homogen. Jika sudah di uji stasioner maka akan dilanjutkan uji Persistensi.

4.4.3.1 Uji *F* (Uji Kestabilan Varian)

Pengujian nilai varian dari deret berkala dapat dilakukan dengan uji *F*. Data deret berkala dibagi menjadi dua kelompok atau lebih, setiap kelompok diuji dengan uji *F*. Berikut langkah dan hasil pengerjaan dari uji *F*:

Contoh perhitungan uji *F* pada durasi 60 menit:"

1. Menghitung nilai rata-rata ($\bar{Y}$)

- $\bar{Y}$ pada kelompok 1

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{N} = \frac{56 + 51 + 70 + \dots + 41}{8} = 58,88$$

- $\bar{Y}$ pada kelompok 2

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{N} = \frac{72 + 53 + 50 + \dots + 61}{8} = 55,13$$

2. Menghitung standar deviasi

- S_1 pada kelompok 1

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{N}} = 11,42$$

- S_2 pada kelompok 2

$$S_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{N}} = 9,79$$

3. Menghitung dk

- dk_1

$$dk_1 = N - 1 = 8 - 1 = 7$$

- dk_2

$$dk_2 = N - 1 = 8 - 1 = 7$$

4. Menghitung F

$$F = \frac{N_1 S_1^2 (N_2 - 1)}{N_2 S_2^2 (N_1 - 1)} = \frac{8 \cdot 11,42^2 (8 - 1)}{8 \cdot 9,79^2 (8 - 1)} = 1,36$$

5. Menentukan F_c

- $F_c 5\% = 3,79$ (dilihat dari tabel 2.4)
- $F_c 1\% = 6,99$ (dilihat dari tabel 2.4)

6. Membandingkan F_{hitung} dengan F_c

- Untuk 5%

$$F_{hitung} \leq F_c (1,36 \leq 3,79)$$

- Untuk 1%

$$F_{hitung} \leq F_c (1,36 \leq 6,99)$$

Dikarenakan $F_{hitung} \leq F_c$ maka H_0 diterima dan data homogen.

Hasil perhitungan uji F durasi 60 menit akan disajikan pada tabel 4.11.

Tabel 4.11

Uji F Durasi 60 Menit

no	kelompok 1 I (mm/jam)	no	kelompok 2 I (mm/jam)
1	56	9	72
2	51	10	53
3	70	11	50
4	63	12	65
5	46	13	55
6	71	14	43
7	73	15	42

Lanjutan Tabel 4.11
Uji *F* Durasi 60 Menit

no	kelompok 1 <i>I</i> (mm/jam)	no	kelompok 2 <i>I</i> (mm/jam)
8	41	16	61
Rerata =	58,88	Rerata =	55,13
<i>S</i> ₁ =	11,42	<i>S</i> ₂ =	9,80
<i>N</i> ₁ =	8	<i>N</i> ₂ =	8
<i>dk</i> ₁ =	7	<i>dk</i> ₂ =	7
<i>F</i> _{hitung}	=		1,36
Derajat kepercayaan	=		5%
<i>F</i> _c	=		3,79
Kesimpulan	=		H0 diterima
	=		Homogen

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Perhitungan selengkapnya akan disajikan pada lampiran 1 dan hasil rekapitulasi dari hasil Uji *F* akan ditampilkan pada tabel 4.12.

Tabel 4.12
Rekapitulasi Uji *F*

<i>t</i> (mm/jam)	5%		Keterangan	1%		Keterangan
	<i>F</i> _{hit}	<i>F</i> _c		<i>F</i> _{hit}	<i>F</i> _c	
1	1,4	3,8	Homogen	1,4	7,0	Homogen
2	0,5	3,8	Homogen	0,5	7,0	Homogen
3	1,0	3,8	Homogen	1,0	7,0	Homogen
4	1,2	4,3	Homogen	1,2	8,5	Homogen
5	0,7	4,2	Homogen	0,7	8,3	Homogen
harian	0,8	3,8	Homogen	0,8	7,0	Homogen

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

4.4.3.2 Uji *T* (Uji Kestabilan Rata-Rata)

Untuk rata-rata deret berkala bila datanya dianggap sebuah populasi maka dapat dilakukan pengujian dengan uji *T*. Data deret berkala dibagi menjadi dua kelompok atau lebih, setiap kelompok diuji dengan uji *T*. Berikut langkah dan hasil pengerjaan dari uji *T*:

Contoh perhitungan uji *T* pada durasi 60 menit:

1. Menghitung nilai rata-rata ($\bar{Y}$)

- $\bar{Y}$ pada kelompok 1

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{N} = \frac{56 + 51 + 70 + \dots + 41}{8} = 58,88$$

- $\bar{Y}$ pada kelompok 2

$$\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{N} = \frac{72 + 53 + 50 + \dots + 61}{8} = 55,13$$

2. Menghitung nilai standar deviasi

- S_1 pada kelompok 1

$$S_1 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{N}} = 11,42$$

- S_2 pada kelompok 2

$$S_2 = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{N}} = 9,79$$

3. Menghitung nilai dk

$$dk = N_1 + N_2 - 2 = 8 + 8 - 2 = 14$$

4. Menghitung nilai σ

$$\sigma = \left(\frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right)^{0,5} = \frac{8 \cdot 11,42^2 + 8 \cdot 9,79^2}{8 + 8 - 2} = 11,37$$

5. Menghitung nilai T

$$T = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sigma \left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right)^{\frac{1}{2}}} = \frac{58,88 - 55,13}{11,36 \left(\frac{1}{8} + \frac{1}{8} \right)^{\frac{1}{2}}} = 0,66$$

6. Menentukan nilai T_c

$$T_c (5\%) = 1,771 \text{ dan } -1,771 \text{ (Tabel 2.5)}$$

$$T_c (1\%) = 2,65 \text{ dan } -2,65 \text{ (Tabel 2.5)}$$

7. Membandingkan nilai T_{hitung} dengan T_c

- Untuk derajat kepercayaan 5%

$$T_{hitung} \leq T_c (-1,77 \leq 0,66 \leq 1,77), \text{ maka } H_0 \text{ diterima dan data bersifat homogen}$$

- Untuk derajat kepercayaan 1%

$$T_{hitung} \leq T_c (-2,65 \leq 0,66 \leq 2,65) \text{ maka } H_0 \text{ diterima dan data bersifat homogen}$$

Hasil perhitungan uji T durasi 60 menit akan disajikan pada tabel 4.13.

Tabel 4.13

Uji T Durasi 60 menit

no	kelompok 1 I (mm/jam)	no	kelompok 2 I (mm/jam)
1	56	9	72
2	51	10	53

Lanjutan Tabel 4.13
Uji T Durasi 60 menit

no	kelompok 1 I (mm/jam)	no	kelompok 2 I (mm/jam)
3	70	11	50
4	63	12	65
5	46	13	55
6	71	14	43
7	73	15	42
8	41	16	61
Rerata =	58,88	Rerata =	55,13
N_1 =	8	N_2 =	8
S_1 =	11,42	S_2 =	9,79
dk	=	14	
σ	=	11,37	
T_{hitung}	=	0,66	
dk	=	14	
derajat kepercayaan	=	5%	1%
T_c	=	1,77	2,65
T_c	=	-1,77	-2,65
Kesimpulan	=	H0 diterima	H0 diterima
		Homogen	Homogen

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Perhitungan selengkapnya akan disajikan pada lampiran 1 dan hasil rekapitulasi dari hasil Uji T akan ditampilkan pada tabel 4.14:

Tabel 4.14
Rekapitulasi Uji T

t	5%		Keterangan	1%		Keterangan
	T_{hit}	T_c		T_{hit}	T_c	
1	0,66	1,77 -1,77	Homogen	0,66	2,65 -2,65	Homogen
2	1,01	1,76 -1,76	Homogen	1,01	2,62 -2,62	Homogen
3	1,31	1,76 -1,76	Homogen	1,31	2,62 -2,62	Homogen
4	-0,44	1,78 -1,78	Homogen	-0,44	2,68 -2,68	Homogen
5	0,28	1,77 -1,77	Homogen	0,28	2,65 -2,65	Homogen
harian	0,64	1,76 -1,76	Homogen	0,64	2,62 -2,62	Homogen

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

4.4.4 Uji Persistensi

Uji Persistensi ini bertujuan untuk mengetahui ketidak tergantungan data dari setiap nilai dalam suatu deret berkala. Berikut langkah dan hasil pengerjaan dari uji Persistensi:

1. Memberikan peringkat pada data deret berkala (R_t)

2. Menghitung nilai di

- di pada no.1

$$di = 0$$

- di pada no. 2

$$di = R_{t\text{sebelumnya}} - R_{t_x} = 8 - 11 = -3$$

- di pada no.3

$$di = R_{t\text{sebelumnya}} - R_{t_x} = 11 - 4 = 7$$

3. Menghitung nilai di^2

$$di^2 = -3^2 = 9$$

4. Menghitung jumlah nilai dari di^2

$$\sum_{i=1}^n (di)^2 = 0 + 9 + 49 + \dots + 64 = 859$$

5. Menghitung nilai m

$$m = N - 1 = 16 - 1 = 15$$

6. Menghitung nilai KS

$$KS = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^m (di)^2}{m^3 - m} = 1 - \frac{6(859)}{15^3 - 15} = -0,53$$

7. Menghitung nilai dk

$$dk = m - 2 = 15 - 2 = 13$$

8. Menghitung nilai T

$$T = KS \left[\frac{m-2}{1-KS^2} \right]^{0,5} = -0,5339 \left[\frac{15-2}{1-(-0,53)^2} \right]^{0,5} = -2,278$$

9. Menentukan nilai T_c

$$T_c (5\%) = 1,77 \text{ dan } -1,77 \text{ (Tabel 2.5)}$$

$$T_c (1\%) = 2,65 \text{ dan } -2,65 \text{ (Tabel 2.5)}$$

10. Membandingkan T_c dengan T_{hitung}

- Untuk derajat kepercayaan 5%

$T_{hitung} \leq T_c (-1,77 \geq -2,28 \leq 1,77)$, maka H_0 diterima dan data dependent

- Untuk derajat kepercayaan 1%

$T_{hitung} \leq T_c (-2,65 \leq -2,28 \leq 2,65)$, maka H_0 diterima dan data independent

Hasil perhitungan uji Persistensi durasi 60 menit akan ditampilkan pada tabel 4.15.

Tabel 4.15
Uji Persistensi 60 menit

No.	I (mm/jam)	T_t	R_t	d_i	d_i^2
1	56	1	8	-	-
2	51	2	11	-3	9
3	70	3	4	7	49
4	63	4	6	-2	4
5	46	5	13	-7	49
6	71	6	3	10	100
7	73	7	1	2	4
8	41	8	16	-15	225
9	72	9	2	14	196
10	53	10	10	-8	64
11	50	11	12	-2	4
12	65	12	5	7	49
13	55	13	9	-4	16
14	43	14	14	-5	25
15	42	15	15	-1	1
16	61	16	7	8	64
Jumlah				=	859
n				=	16
m				=	15
KS				=	-0,53
dk				=	13
T_{hit}				=	-2,28
Derajat Kepercayaan			=	5%	1%
T_c			=	1,77	2,65
T_c			=	-1,77	-2,65
Kesimpulan			=	H0 ditolak dependent	H0 diterima Independent

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Perhitungan selengkapnya akan disajikan pada lampiran 1 dan hasil rekapitulasi dari hasil Uji Persistensi akan disajikan pada tabel 4.16.

Tabel 4.16
Rekapitulasi Uji Persistensi

t (jam)	5%		Keterangan	1%		Keterangan
	T_{hit}	T_c		T_{hit}	T_c	
1	-2,2768	1,77 -1,77	dependent	-2,2768	2,65 -2,65	Independent

Lanjutan Tabel 4.16
Rekapitulasi Uji Persistensi

t (jam)	5%		Keterangan	1%		Keterangan
	T_{hit}	T_c		T_{hit}	T_c	
2	0,1644	1,77 -1,77	Independent	0,1644	2,65 -2,65	Independent
3	0,1289	1,77 -1,77	Independent	0,1289	2,65 -2,65	Independent
4	-1,2127	1,80 -1,80	Independent	-1,2127	2,72 -2,72	Independent
5	-0,9387	1,78 -1,78	Independent	-0,9387	2,68 -2,68	Independent
harian	-1,1191	1,77 -1,77	Independent	-1,1191	2,65 -2,65	Independent

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

4.5 Analisa Frekuensi

4.5.1 Analisa Frekuensi Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel atau biasa juga disebut dengan distribusi nilai esktrim tipe I. Distribusi ini umumnya menganalisis data maksimum, seperti dalam analisis frekuensi banjir. Berikut langkah pengerjaan dari analisa frekuensi distribusi Gumbel:

1. Menghitung jumlah I

$$\sum_{i=1}^n I = 56 + 51 + 70 + \dots + 61 = 912$$

2. Menghitung rata-rata I

$$\bar{I} = \frac{\sum_{i=1}^n I}{N} = \frac{912}{16} = 57$$

3. Menghitung N

$$N = 16$$

4. Menghitung $I - I_{rerata}$

$$I - \bar{I} = 56 + 57 = -1$$

5. Menghitung $(I - I_{rerata})^2$

$$(I - \bar{I})^2 = 56 + 57 = -1$$

6. Menghitung Jumlah $(I - I_{rerata})^2$

$$\sum_{i=1}^n (I - I_{\text{rerata}})^2 = 1 + 36 + 169 + \dots + 16 = 1866$$

7. Menghitung S_d

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I})^2}{N}} = \sqrt{\frac{1 + 36 + 169 + \dots + 16}{16}} = 10,80$$

8. Menentukan Y_n dan S_n

Dengan banyak data (n) sebanyak 15 buah maka didapatkan nilai $Y_n = 0,52$ dan $S_n = 1,03$ (didapatkan dari tabel 2.7 dan 2.8)

Perhitungan selanjutnya akan disajikan pada tabel 4.17.

Tabel 4.17

Analisa Frekuensi Distribusi Gumbel 60 menit

No	Intensitas Hujan (mm/jam)	$X - X_{\text{rerata}}$	$(X - X_{\text{rerata}})^2$
1	56	-1	1
2	51	-6	36
3	70	13	169
4	63	6	36
5	46	-11	121
6	71	14	196
7	73	16	256
8	41	-16	256
9	72	15	225
10	53	-4	16
11	50	-7	49
12	65	8	64
13	55	-2	4
14	43	-14	196
15	42	-15	225
16	61	4	16
Jumlah =		Jumlah =	1866
Rerata =		$Y_n =$	0,52
$n =$		$S_n =$	1,03
$S_d =$			10,80

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Berikut langkah dan hasil intensitas rencana analisa frekuensi distribusi Gumbel:

1. Menentukan T_r

T_r yang diambil adalah 2, 5, 10, 20 dan 25 tahun

2. Menghitung Y_T

$$Y_T = -\ln \left[-\ln \left(\frac{T_r - 1}{T_r} \right) \right] = -\ln \left[-\ln \left(\frac{2-1}{2} \right) \right] = 0,37 \text{ mm/jam}$$

3. Menghitung K

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} = \frac{0,37 - 0,52}{1,032} = -0,14$$

4. Menghitung $Sd \cdot K$

$$Sd \cdot K = 10,80 \cdot -0,14 = -1,56 \text{ mm/jam}$$

5. Menghitung $I_{rencana}$

$$I_{rencana} = \bar{I} + Sd \cdot K = 57 + (-1,56) = 55,44 \text{ mm/jam}$$

Hasil perhitungan selanjutnya akan disajikan pada tabel 4.18.

Tabel 4.18

I Rencana Distribusi Gumbel 60 menit

T_r (tahun)	Y_T	K	$Sd \cdot K$	$I_{rencana}$ (mm/jam)
2	0,37	-0,14	-1,56	55,44
5	1,50	0,95	10,30	67,30
10	2,25	1,68	18,16	75,16
20	2,97	2,38	25,69	82,69
25	3,20	2,60	28,09	85,09

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Perhitungan selengkapnya akan disajikan pada lampiran 2 dan hasil rekapitulasi dari analisa frekuensi distribusi Gumbel akan disajikan pada tabel 4.19.

Tabel 4.19

Rekapitulasi *I* Rencana Distribusi Gumbel

T_r (tahun)	Durasi (menit)					Harian
	$I_{rencana}$ (mm/jam)					$Ch_{rencana}$ (mm)
	60	120	180	240	300	
2	55,44	33,05	25,80	17,02	14,25	33,35
5	67,30	42,42	35,87	22,80	19,78	43,01
10	75,16	48,62	42,55	26,64	23,44	49,40
20	82,69	54,57	48,94	30,31	26,96	55,54
25	85,09	56,45	50,97	31,48	28,08	57,48

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

4.5.2 Analisa Frekuensi Distribusi Log Pearson III

Distribusi Log Pearson III banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit mimum) dengan nilai ekstrim. Bentuk

distribusi Log Pearson tipe III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson tipe III dengan menggantikan variat menjadi nilai logaritmik. Berikut langkah pengerjaan dari analisa frekuensi distribusi Log Pearson III:

1. Menghitung $\text{Log}I$

$$\text{Log}I = \text{Log}(56) = 1,75$$

2. Menghitung rerata $\text{Log}I$

$$\text{Log}\bar{I} = \frac{\sum_{i=1}^n I}{N} = \frac{1,75 + 1,71 + 1,85 + \dots + 1,79}{16} = 1,75$$

3. Menghitung $\text{Log}I - \text{Log}\bar{I}$

$$\text{Log}I - \text{Log}\bar{I} = 1,75 - 1,74 = -3 \cdot 10^{-4}$$

4. Menghitung $(\text{Log}I - \text{Log}\bar{I})^2$

$$(\text{Log}I - \text{Log}\bar{I})^2 = (-3 \cdot 10^{-4})^2 = 8,9504 \cdot 10^{-8}$$

5. Menghitung rerata $(\text{Log}I - \text{Log}\bar{I})^2$

$$\overline{(\text{Log}I - \text{Log}\bar{I})^2} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log}I - \text{Log}\bar{I})^2}{N}$$

$$\overline{(\text{Log}I - \text{Log}\bar{I})^2} = \frac{(8,9504 \cdot 10^{-8}) + (16 \cdot 10^{-4}) + (94 \cdot 10^{-4}) + \dots + (14 \cdot 10^{-4})}{16} = 7 \cdot 10^{-3}$$

6. Menghitung $(\text{Log}I - \text{Log}\bar{I})^3$

$$(\text{Log}I - \text{Log}\bar{I})^3 = (3 \cdot 10^{-4})^3 = 2,67 \cdot 10^{-11}$$

7. Menghitung rerata $(\text{Log}I - \text{Log}\bar{I})^3$

$$\overline{(\text{Log}I - \text{Log}\bar{I})^3} = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log}I - \text{Log}\bar{I})^3}{N}$$

$$\overline{(\text{Log}I - \text{Log}\bar{I})^3} = \frac{(2,6777 \cdot 10^{-11}) + (-1 \cdot 10^{-4}) + (9 \cdot 10^{-4}) + \dots + (1 \cdot 10^{-4})}{16} = -1 \cdot 10^{-4}$$

8. Menghitung banyak data

$$N = 16$$

9. Menghitung S_d dari $\text{Log}I$

$$S_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I_i - \bar{I})^2}{N}} = \sqrt{\frac{(8,9504 \cdot 10^{-8}) + (16 \cdot 10^{-4}) + (94 \cdot 10^{-4}) + \dots + (14 \cdot 10^{-4})}{16}} = 838 \cdot 10^{-4}$$

10. Menghitung S_c dari $\text{Log}I$

$$S_d = \sigma = 838 \cdot 10^{-4}$$

$$\overline{(LogI - Log\bar{I})^3} = \alpha = -8,61 \cdot 10^{-5}$$

$$Sc = \frac{\alpha}{\sigma^3} = \frac{838 \cdot 10^{-4}}{-8,6110^{-5}} = -0,15$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.20.

Tabel 4.20

Analisa Frekuensi Distribusi Log Pearson III pada Durasi 60 menit

No	Intensitas Hujan (mm/jam)	Logx	Logx-Logx _{rerata}	(Logx-Logx _{rerata}) ²	(Logx-Logx _{rerata}) ³
1	56	1,75	0,00	0,00	0,00
2	51	1,71	-0,04	0,00	0,00
3	70	1,85	0,10	0,01	0,00
4	63	1,80	0,05	0,00	0,00
5	46	1,66	-0,09	0,01	0,00
6	71	1,85	0,10	0,01	0,00
7	73	1,86	0,12	0,01	0,00
8	41	1,61	-0,14	0,02	0,00
9	72	1,86	0,11	0,01	0,00
10	53	1,72	-0,02	0,00	0,00
11	50	1,70	-0,05	0,00	0,00
12	65	1,81	0,07	0,00	0,00
13	55	1,74	-0,01	0,00	0,00
14	43	1,63	-0,11	0,01	0,00
15	42	1,62	-0,12	0,02	0,00
16	61	1,79	0,04	0,00	0,00
Jumlah		27,97		0,11	0,00
Rerata		1,75		0,01	0,00
N		16,00			
Sd		0,08			
Sc		-0,15			

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Berikut langkah untuk mendapatkan hasil intensitas hujan rencana analisa frekuensi distribusi Log Pearson III:

1. Menentukan Kala Ulang (Tr)

Tr yang digunakan yaitu 2, 5, 10, 20, 25

2. Menghitung peluang (Pr)

$$Pr = \frac{100}{Tr} = \frac{100}{2} = 50 \%$$

3. Menghitung K

$K = 0,0243$ (didapat dari tabel 2.6)

4. Menghitung $Sd . K$

$$Sd . K = 0,0838 . 0,0243 = 0,0020$$

5. Menghitung $Log I_{rencana}$

$$Log I_{rencana} = \overline{Log I} + Sd.K = 1,7479 + 0,0020 = 1,7499$$

6. Menghitung $I_{rencana}$

$$I_{rencana} = 10^{Log I_{rencana}} = 10^{1,7499} = 56,2251 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.21.

Tabel 4.21

I Rencana Distribusi Log Pearson 60 menit

Tr (tahun)	$Pr (\%)$	K	$Sd . K$	$Log I_{rencana}$	$I_{rencana}$ (mm/jam)
2	50	0,02	0,00	1,75	56,23
5	20	0,85	0,07	1,82	65,91
10	10	1,26	0,11	1,85	71,44
20	5	1,60	0,13	1,88	76,25
25	4	1,70	0,14	1,89	77,69

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Perhitungan selengkapnya akan disajikan pada lampiran 2 dan dibawah ini merupakan rekapitulasi dari hasil analisa frekuensi distribusi Log Pearson III pada tabel 4.22:

Tabel 4.22

Rekapitulasi I Rencana Distribusi Log Pearson

Rekapitulasi Rencana Distribusi Log Pearson						
Tr (tahun)	Durasi (menit)					Harian
	$I_{rencana}$ (mm/jam)					$Ch_{rencana}$ (mm)
	60	120	180	240	300	
2	56,23	33,56	25,61	16,94	14,10	102,69
5	65,91	41,19	34,05	21,63	18,63	135,25
10	71,44	45,60	39,53	24,66	21,63	159,97
20	76,25	49,46	44,72	27,53	24,51	186,13
25	77,69	50,62	46,36	28,43	25,42	194,96

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

4.6 Kesesuaian Distribusi

Untuk menentukan kecocokan distribusi frekuensi dari sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut diperlukan pengujian parameter.

4.6.1 Uji Chi-Square

Uji Chi Square dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

4.6.1.1 Uji Chi Square Distribusi Gumbel

Berikut langkah langkah dalam melakukan Uji Chi-Square Distribusi Gumbel:

1. Menentukan Y_n dan S_n

$$Y_n = 0,52$$

$$S_n = 1,03$$

Y_n dan S_n didapat dari tabel 2.7 dan 2.8 dari jumlah data sebanyak 16

2. Menentukan kelas (c)

$$c = 1 + (3,322 \cdot \text{Log}(n)) = 1 + (3,22 \cdot \text{Log}(16)) = 5$$

3. Menghitung Peluang berdasarkan jumlah kelas

$$Pr = 100\% - (100\% / c) = 100\% - (100\% / 5) = 80\%$$

4. Menghitung nilai teoritis yang diharapkan setiap kelas (E_i)

$$E_i = N / c = 16 / 5 = 3,2$$

5. Menghitung Tr

$$Tr = 1 / (Pr \cdot 0,01) = 1 / (80 \cdot 0,01) = 1,25$$

6. Menghitung Y_t

$$Y_t = -\ln \left[-\ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right] = -\ln \left[-\ln \left(\frac{1,25}{1,25 - 1} \right) \right] = -0,48$$

7. Menghitung K

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{-0,48 - 0,52}{1,03} = -0,96$$

8. Menghitung I

$$I = I + Sd.K = 59,13 + 10,80.(-0,96) = 46,62 \text{ mm/jam}$$

9. Menghitung dk

$$dk = c - 2 - 1 = 5 - 2 - 1 = 2$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.23.

Tabel 4.23

Perhitungan Intensitas untuk Setiap Batas Kelas Uji Chi Square Distribusi Gumbel Durasi 60 menit

No	Intensitas Hujan (mm/jam)
1	56
2	51

Lanjutan Tabel 4.23

Perhitungan Intensitas untuk Setiap Batas Kelas Uji Chi Square Distribusi Gumbel Durasi 60 menit

No	Intensitas Hujan (mm/jam)
3	70
5	46
6	71
7	73
8	41
9	72
10	53
11	50
12	65
13	55
14	43
15	42
16	61
Jumlah	912
=	
Rerata =	57
$N =$	16
$Sd =$	10,80
$Yn =$	0,52
$Sn =$	1,03
$c =$	5
=	5
$dk =$	2
Peluang	20
=	
$Ei =$	3,2
$Oi =$	0

Batas Kelas

No.	Luas Kiri	Pr (%)	Tr	Y_T	K	$K \cdot Sd$	$I_{rencana}$
1	20	80	1,25	-0,48	-0,96	-10,38	46,62
2	40	60	1,67	0,09	-0,41	-4,48	52,52
3	60	40	2,50	0,67	0,15	1,63	58,63
4	80	20	5,00	1,50	0,95	10,30	67,30

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Berikut Langkah Perhitungan Uji Chi Square distribusi Gumbel :

1. Menghitung banyaknya O_i

- Data yang memiliki nilai antara 0 – 46,62 masuk dalam kelas 1

- Data yang memiliki nilai antara 46,62 - 52,52 masuk dalam kelas 2
- Data yang memiliki nilai antara 52,52 - 58,63 masuk dalam kelas 3
- Data yang memiliki nilai antara 58,63 - 67,30 masuk dalam kelas 4
- Data yang memiliki nilai diatas 67,30 masuk dalam kelas 5

2. Menghitung $O_i - E_i$

$$O_i - E_i = 4 - 3,2 = 0,8$$

3. Menghitung $(O_i - E_i)^2$

$$(O_i - E_i)^2 = (0,8)^2 = 0,64$$

4. Menghitung $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$

$$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = \frac{0,64}{3,2} = 0,2$$

5. Menghitung Jumlah E_i , O_i dan $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$

$$\sum E_i = 3,2 + 3,2 + \dots + 3,2 = 16$$

$$\sum O_i = 4 + 2 + \dots + 4 = 16$$

Catatan: E_i dan O_i harus sama

$$\sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = 0,2 + 0,45 + 0,01 + 0,01 + 0,2 = 0,88$$

6. Menghitung X_H^2

$$X_H^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = 0,88$$

7. Menentukan $X_{H^2_{cr}}$

$$dk = 2$$

- $X_{H^2_{cr}}$ untuk 5%

$$X_{H^2_{cr}} = 5,99 \text{ (dari tabel 2.9)}$$

- $X_{H^2_{cr}}$ untuk 1%

$$X_{H^2_{cr}} = 9,21 \text{ (dari tabel 2.9)}$$

8. Membandingkan nilai X_H^2 dan $X_{H^2_{cr}}$

- Untuk $\alpha = 5\%$

$$0,88 < 5,99 \text{ (} X_H^2 < X_{H^2_{cr}} \text{) Hipotesa Gumbel diterima}$$

- Untuk $\alpha = 1\%$

$0,88 < 9,21$ ($X_H^2 < X_{H^2 cr}$) Hipotesa Gumbel diterima

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 2.24.

Tabel 4.24

Hasil perhitungan Uji Chi Square distribusi Gumbel durasi 60 menit

Kelas	Batas Kelas		Jumlah Data		O_i	$O_i - E_i$	$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
	Bawah	Atas	E_i					
1	0,00	- 46,62	3,2		4	0,80	0,64	0,20
2	46,62	- 52,52	3,2		2	-1,20	1,44	0,45
3	52,52	- 58,63	3,2		3	-0,20	0,04	0,01
4	58,63	- 67,30	3,2		3	-0,20	0,04	0,01
5	67,30	<	3,2		4	0,80	0,64	0,20
Jumlah			16		16	0,00	2,80	0,88
XH^2						0,88		

$dk =$	2
$XH^2_{cr} (5\%) =$	5,99
Perbandingan XH^2 dengan $XH^2_{cr} (5\%)$	
0,88	< 5,99
Kesimpulan :	H0 Diterima
$XH^2_{cr} (1\%) =$	9,21
Perbandingan XH^2 dengan $XH^2_{cr} (1\%)$	
0,88	< 9,21
Kesimpulan :	H0 Diterima

Hasil: Hasil Perhitungan, 2019.

Perhitungan selengkapnya akan disajikan pada lampiran 2 dan rekapitulasi dari hasil Uji Chi Square distribusi Gumbel akan ditampilkan pada tabel 4.25.

Tabel 4.25

Rekapitulasi Hasil Uji Chi Square Distribusi Gumbel

Durasi (jam)	dk	Sc	Ck	5%		Keterangan	1%		Keterangan
				XH^2_{cr}	XH^2_{hit}		XH^2_{cr}	XH^2_{hit}	
1	2	0,05	-1,38	5,99	0,88	H0 Diterima	9,21	0,88	H0 Diterima
2	2	0,45	0,20	5,99	1,50	H0 Diterima	9,21	1,50	H0 Diterima
3	2	0,55	-0,41	5,99	1,50	H0 Diterima	9,21	1,50	H0 Diterima
4	2	0,59	-0,22	5,99	2,43	H0 Diterima	9,21	2,43	H0 Diterima
5	2	0,70	0,10	5,99	0,67	H0 Diterima	9,21	0,67	H0 Diterima
harian	2	1,28	0,55	5,99	4,00	H0 Diterima	9,21	4,00	H0 Diterima

Hasil: Hasil Perhitungan, 2019.

4.6.1.2 Uji Chi Square Distribusi Log Pearson III

Berikut langkah langkah dalam melakukan Uji Chi-Square Distribusi Log Pearson III:

1. Menentukan kelas (c)

$$c = 1 + (3,322 \cdot \log(N)) = 1 + (3,22 \cdot \log(16)) = 5$$

2. Menghitung Peluang berdasarkan jumlah kelas

$$Pr = 100\% - (100\% / c) = 100\% - (100\% / 5) = 80\%$$

3. Menghitung nilai teoritis yang diharapkan setiap kelas (Ei)

$$Ei = N / c = 16 / 5 = 3,2$$

4. Menghitung K

$$K = -0,83 \text{ (didapat dari interpolasi nilai skewness dengan tabel 2.6)}$$

5. Menghitung $LogI_{rencana}$

$$LogI_{rencana} = \overline{LogI} + Sd \cdot K = 1,75 + (1,75 \cdot 0,83) = 1,68$$

6. Menghitung $I_{rencana}$

$$I_{rencana} = 10^{LogI_{rencana}} = 10^{1,6780} = 47,64$$

7. Menghitung dk

$$dk = c - 2 - 1 = 5 - 2 - 1 = 2$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.26

Tabel 4.26

Perhitungan Intensitas untuk Setiap Batas Kelas Uji Chi Square Distribusi Log Pearson III pada 60 menit

No	Intensitas Hujan (mm/jam)	Log I
1	56	1,74
2	51	1,71
3	70	1,85
4	63	1,80
5	46	1,66
6	71	1,85
7	73	1,86
8	41	1,61
9	72	1,86
10	53	1,72
11	50	1,70
12	65	1,81
13	55	1,74
14	43	1,63
15	42	1,62
16	61	1,79
Jumlah =		27,97
Rerata =		1,75
N =		16
Sd =		0,08
Skewnes =		-0,14
c =		5
=		5

Lanjutan Tabel 4.26

Perhitungan Intensitas untuk Setiap Batas Kelas Uji Chi Square Distribusi Log Pearson III pada 60 menit

No	Intensitas Hujan (mm/jam)	$\log I$
$dk =$		2
Peluang =		20
$Ei =$		3,2
$Oi =$		0

Batas Kelas						
No.	Luas Kiri	$Pr (\%)$	K	$K . Sd$	$\log I$	$I_{rencana}$
1	20	80	-0,83	-0,07	1,68	47,64
2	40	60	-0,23	-0,02	1,73	53,53
3	60	40	0,28	0,02	1,77	59,02
4	80	20	0,85	0,07	1,82	65,91

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Berikut Langkah Perhitungan Uji Chi Square distribusi LogPearson III:

1. Menghitung banyaknya O_i

- Data yang memiliki nilai antara 0 – 47,642 masuk dalam kelas 1
- Data yang memiliki nilai antara 47,64 – 53,53 masuk dalam kelas 2
- Data yang memiliki nilai antara 53,53 – 59,02 masuk dalam kelas 3
- Data yang memiliki nilai antara 59,02 – 65,91 masuk dalam kelas 4
- Data yang memiliki nilai diatas 65,91 masuk dalam kelas 5

2. Menghitung $O_i - E_i$

$$O_i - E_i = 4 - 3,2 = 0,8$$

3. Menghitung $(O_i - E_i)^2$

$$(O_i - E_i)^2 = (0,8)^2 = 0,64$$

4. Menghitung $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$

$$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = \frac{0,64}{3,2} = 0,2$$

5. Menghitung Jumlah E_i , O_i dan $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$

$$\sum E_i = 3,2 + 3,2 + 3,2 + 3,2 + 3,2 = 16$$

$$\sum O_i = 4 + 3 + 2 + 3 + 4 = 16$$

Catatan: E_i dan O_i harus sama

$$- \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = 0,2 + 0,0125 + 0,4500 + 0,0125 + 0,2 = 0,88$$

6. Menghitung X_H^2

$$X_H^2 = \sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = 0,88$$

7. Menentukan $X_{H^2 cr}$

$$dk = 2$$

- $X_{H^2 cr}$ untuk 5%

$$X_{H^2 cr} = 5,99 \text{ (dari tabel 2.9)}$$

- $X_{H^2 cr}$ untuk 5%

$$X_{H^2 cr} = 9,21 \text{ (dari tabel 2.9)}$$

8. Membandingkan nilai X_H^2 dan $X_{H^2 cr}$

- Untuk $\alpha = 5\%$

$$0,88 < 5,99 \text{ (} X_H^2 < X_{H^2 cr} \text{)} \text{ Hipotesa Log Pearson III diterima}$$

- Untuk $\alpha = 1\%$

$$0,88 < 9,21 \text{ (} X_H^2 < X_{H^2 cr} \text{)} \text{ Hipotesa Log Pearson III diterima}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 2.27.

Tabel 4.27

Hasil perhitungan Uji Chi Square distribusi Log Pearson III durasi 60 menit

Kelas	Batas Kelas		Jumlah Data		$O_i - E_i$	$(O_i - E_i)^2$	$(O_i - E_i)^2 / E_i$
	Bawah	Atas	E_i	O_i			
1	0,00	- 47,64	3,2	4	0,80	0,64	0,20
2	47,64	- 53,53	3,2	3	-0,20	0,04	0,01
3	53,53	- 59,02	3,2	2	-1,20	1,44	0,45
4	59,02	- 65,91	3,2	3	-0,20	0,04	0,01
5	65,91	<	3,2	4	0,80	0,64	0,20
Jumlah			16	16	0,00	2,80	0,88
X_H^2					0,88		

$$dk = 2$$

$$X_{H^2 cr} (5\%) = 5,99$$

Perbandingan X_H^2 dengan $X_{H^2 cr} (5\%)$

$$0,88 < 5,99$$

Kesimpulan : H_0 Diterima

$$X_{H^2 cr} (1\%) = 9,21$$

Perbandingan X_H^2 dengan $X_{H^2 cr} (1\%)$

$$0,88 < 9,21$$

Kesimpulan : H_0 Diterima

Hasil: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan selengkapnya akan disajikan pada lampiran 2 dan rekapitulasi dari hasil Uji Chi Square distribusi Log Pearson III akan disajikan pada tabel 4.28.

Tabel 4.28

Rekapitulasi Hasil Uji Chi Square Distribusi Log Pearson III

Durasi	dk	Sc	Ck	5%		Keterangan	1%		Keterangan
				$X_{H^2_{cr}}$	$X_{H^2_{hit}}$		$X_{H^2_{cr}}$	$X_{H^2_{hit}}$	
1	2	-0,15	-1,30	5,99	0,88	H0 Diterima	9,21	0,88	H0 Diterima
2	2	-0,24	0,57	5,99	2,13	H0 Diterima	9,21	2,13	H0 Diterima
3	2	0,01	-0,69	5,99	0,88	H0 Diterima	9,21	0,88	H0 Diterima
4	2	0,12	-0,70	5,99	2,43	H0 Diterima	9,21	2,43	H0 Diterima
5	2	0,11	-0,53	5,99	2,00	H0 Diterima	9,21	2,00	H0 Diterima
harian	2	0,79	-0,15	5,99	4,63	H0 Diterima	9,21	4,63	H0 Diterima

Hasil: Hasil Perhitungan, 2019

4.6.2 Uji Smirnov Kolmogorof

Uji Smirnov Kolmogorof sering disebut dengan uji kecocokan non parametrik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

4.6.2.1 Uji Smirnov Kolmogorof Distribusi Gumbel

Berikut Langkah Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorof distribusi Gumbel:

1. Mengurutkan data dari yang terkecil sampai terbesar
2. Menentukan Y_n dan S_n

$$Y_n = 0,52$$

$$S_n = 1,03$$

Catatan: Y_n dan S_n di dapat dari Tabel Gumbel

3. Menentukan m
4. Menghitung P_x

$$P_x = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{16+1} = 0,06$$

5. Menghitung k

$$k = \frac{I - \bar{I}}{Sd} = \frac{41 - 57}{10,80} = -1,48$$

6. Menghitung Y_T

$$Y_T = (k * S_n) + Y_n = (-1,48 * 1,03) + 0,51 = -1,01$$

7. Menghitung Tr

$$Tr = \frac{1}{1 - (Exp^{(-Exp^{(-Y_T)})})} = \frac{1}{1 - (Exp^{(-Exp^{(-(-1,0127)})})} = 1,07$$

8. Menghitung Pr

$$P_r = \frac{1}{Tr} = \frac{1}{1,07} = 0,93$$

9. Menghitung P_T

$$P_T = 1 - P_r = 1 - 0,94 = 0,06$$

10. Menghitung D

$$D = |P_x - P_r| = |0,06 - 0,06| = 5.10^{-3}$$

11. Menentukan $D_{\max}$

$$D_{\max} = 0,077$$

12. Menentukan D_{cr}

$$N = 16$$

- D_{cr} untuk 5%

$$D_{cr} = 0,33 \text{ (dari tabel 2.10)}$$

- D_{cr} untuk 1%

$$D_{cr} = 0,39 \text{ (dari tabel 2.10)}$$

13. Membandingkan nilai $D_{\max}$ dan D_{cr}

- Untuk $\alpha = 5\%$

$$0,077 < 0,33 \text{ (} D_{\max} < D_{cr} \text{) Hipotesa Gumbel diterima}$$

- Untuk $\alpha = 1\%$

$$0,077 < 0,39 \text{ (} D_{\max} < D_{cr} \text{) Hipotesa Gumbel diterima}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29

Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorf distribusi Gumbel

No	Intensitas Hujan (mm/jam)	m	P_x	k	Y_T	Tr	Pr	P_T	D
1	41	1	0,06	-1,48	-1,01	1,07	0,94	0,06	0,00
2	42	2	0,12	-1,39	-0,92	1,09	0,92	0,08	0,04
3	43	3	0,18	-1,30	-0,82	1,11	0,90	0,10	0,07
4	46	4	0,24	-1,02	-0,54	1,22	0,82	0,18	0,05
5	50	5	0,29	-0,65	-0,15	1,45	0,69	0,31	0,02
6	51	6	0,35	-0,56	-0,06	1,53	0,65	0,35	0,01
7	53	7	0,41	-0,37	0,13	1,71	0,58	0,42	0,01
8	55	8	0,47	-0,19	0,32	1,94	0,51	0,49	0,01
9	56	9	0,53	-0,09	0,42	2,08	0,48	0,52	0,01
10	61	10	0,59	0,37	0,90	2,99	0,33	0,67	0,08
11	63	11	0,65	0,56	1,09	3,50	0,29	0,71	0,07
12	65	12	0,71	0,74	1,28	4,12	0,24	0,76	0,05
13	70	13	0,76	1,20	1,76	6,31	0,16	0,84	0,08
14	71	14	0,82	1,30	1,85	6,89	0,15	0,85	0,03

Lanjutan Tabel 4.29

Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorof distribusi Gumbel

No	Intensitas Hujan (mm/jam)	m	P_x	k	Y_T	Tr	Pr	P_T	D
15	72	15	0,88	1,39	1,95	7,53	0,13	0,87	0,02
16	73	16	0,94	1,48	2,04	8,23	0,12	0,88	0,06
Jumlah =	912								
Rerata =	57								
N =	16								
Sd =	10,80				D_{max}				0,08
Y_n =	0,52								
S_n =	1,03								
α =			5%					1%	
D_{cr} =			0,33					0,39	
Kesimpulan =		0,08	<	0,33			0,08	<	0,39
			H0 Diterima					H0 Diterima	

Sumber: Hasil Perhitungan.2019.

Perhitungan selengkapnya akan disajikan pada lampiran 2 dan rekapitulasi dari hasil Uji Smirnov Kolmogorof distribusi Gumbel dapat dilihat pada tabel 4.30.

Tabel 4.30

Rekapitulasi Hasil Uji Smirnov Kolmogorof Distribusi Gumbel

Durasi (jam)	N	Sc	Ck	5%		Keterangan	1%		Keterangan
				D_{cr}	D_{hit}		D_{cr}	D_{hit}	
1	16	0,05	-1,38	0,33	0,08	H0 Diterima	0,39	0,08	H0 Diterima
2	16	0,45	0,20	0,33	0,08	H0 Diterima	0,39	0,08	H0 Diterima
3	16	0,55	-0,41	0,33	0,07	H0 Diterima	0,39	0,07	H0 Diterima
4	14	0,59	-0,22	0,35	0,07	H0 Diterima	0,42	0,07	H0 Diterima
5	15	0,70	0,10	0,34	0,06	H0 Diterima	0,40	0,06	H0 Diterima
harian	16	1,28	0,55	0,33	0,21	H0 Diterima	0,39	0,21	H0 Diterima

Hasil: Hasil Perhitungan, 2019

4.6.2.2 Uji Smirnov Kolmogorof Distribusi Log Pearson

Berikut Langkah Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorof distribusi Log Pearson III:

1. Mengurutkan data dari yang terkecil sampai terbesar
2. Menentukan $LogI$

$$LogI = \text{Log}(41) = 1,61$$

3. Menentukan m
4. Menghitung P_x

$$P_x = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{16+1} = 0,06$$

5. Menghitung k

$$k = \frac{\text{Log} I - \overline{\text{Log} I}}{Sd} = \frac{41 - 1,75}{0,08} = -1,61$$

6. Menghitung P_r

$$P_r = 0,94 \text{ (didapat dari tabel)}$$

7. Menghitung P_T

$$P_T = 1 - P_r = 1 - 0,94 = 0,06$$

8. Menghitung D

$$D = |P_x - P_r| = |0,06 - 0,06| = 7 \cdot 10^{-4}$$

9. Menentukan $D_{\max}$

$$D_{\max} = 0,11$$

10. Menentukan D_{cr}

$$N = 16$$

- D_{cr} untuk 5%

$$D_{cr} = 0,33 \text{ (dari tabel 2.10)}$$

- D_{cr} untuk 1%

$$D_{cr} = 0,39 \text{ (dari tabel 2.10)}$$

11. Membandingkan nilai $D_{\max}$ dan D_{cr}

- Untuk $\alpha = 5\%$

$$0,11 < 0,33 \text{ (} D_{\max} < D_{cr} \text{) Hipotesa Log Pearson III diterima}$$

- Untuk $\alpha = 1\%$

$$0,11 < 0,39 \text{ (} D_{\max} < D_{cr} \text{) Hipotesa Log Pearson III diterima}$$

Perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31

Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorof Distribusi Log Pearson III

Intensitas Hujan								
No	(mm/jam)	$Log\ I$	m	P_x	K	Pr	P_T	D
1	41	1,61	1	0,06	-1,61	0,94	0,06	0,00
2	42	1,62	2	0,12	-1,49	0,92	0,08	0,04
3	43	1,63	3	0,18	-1,36	0,91	0,09	0,09
4	46	1,66	4	0,24	-1,02	0,84	0,16	0,07
5	50	1,70	5	0,29	-0,58	0,72	0,28	0,02
6	51	1,71	6	0,35	-0,48	0,69	0,31	0,04
7	53	1,72	7	0,41	-0,28	0,62	0,38	0,03
8	55	1,74	8	0,47	-0,09	0,54	0,46	0,02
9	56	1,75	9	0,53	0,00	0,51	0,49	0,04

Lanjutan Tabel 4.31

Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorof Distribusi Log Pearson III

No	Intensitas Hujan (mm/jam)	$\log I$	m	P_x	K	Pr	P_T	D
10	61	1,79	10	0,59	0,45	0,34	0,66	0,08
11	63	1,80	11	0,65	0,61	0,28	0,72	0,08
12	65	1,81	12	0,71	0,78	0,22	0,78	0,07
13	70	1,85	13	0,76	1,16	0,13	0,87	0,11
14	71	1,85	14	0,82	1,23	0,11	0,89	0,07
15	72	1,86	15	0,88	1,31	0,09	0,91	0,02
16	73	1,86	16	0,94	1,38	0,08	0,92	0,02
Jumlah =		27,97						
Rerata =		1,75						
$N =$		16	$D_{\max}$					
$Sd =$		0,08						
$Sc =$		-0,15						
$\alpha =$		5%	1%					
$D_{cr} =$		0,33	0,39					
Kesimpulan =		0,11	<	0,33		0,11	<	0,39
		H0 Diterima			H0 Diterima			

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Hasil perhitungan selengkapnya akan disajikan pada lampiran 2 dan rekapitulasi dari hasil Uji Smirnov Kolmogorof distriubusi Log Pearson III dapat dilihat pada tabel 4.32.

Tabel 4.32

Rekapitulasi Hasil Uji Smirnov Kolmogorof Distribusi Log Pearson III

Durasi	N	Sc	Ck	5%		Keterangan	1%		Keterangan
				D_{cr}	D_{hit}		D_{cr}	D_{hit}	
1	16	-0,15	-1,30	0,33	0,11	H0 Diterima	0,39	0,11	H0 Diterima
2	16	-0,24	0,57	0,33	0,08	H0 Diterima	0,39	0,08	H0 Diterima
3	16	0,01	-0,69	0,33	0,08	H0 Diterima	0,39	0,08	H0 Diterima
4	14	0,12	-0,70	0,35	0,18	H0 Diterima	0,42	0,18	H0 Diterima
5	15	0,11	-0,53	0,34	0,07	H0 Diterima	0,40	0,07	H0 Diterima
harian	16	0,79	-0,15	0,33	0,16	H0 Diterima	0,39	0,16	H0 Diterima

Hasil: Hasil Perhitungan, 2019

4.6.3 Hasil Rekapitulasi Uji Chi Square dan Uji Smirnov Kolmogorof

Setelah dilakukan Uji Chi Square dan Smirnov Kolmogorof terhadap distribusi frekuensi Gumbel dan Log Pearson didapatkan perbandingan setiap durasi dari setiap distribusi. Hasil rekapitulasi Uji Chi Square dan Uji Smirnov Kolmogorof dapat dilihat pada tabel 4.33 dan 4.34.

Tabel 4.33

Uji Chi Square pada distribusi Gumbel dan Log Pearson III

Gumbel									
Durasi	dk	C_s	C_k	5%		Keterangan	1%		Keterangan
				$X_{H^2_{cr}}$	$X_{H^2_{hit}}$		$X_{H^2_{cr}}$	$X_{H^2_{hit}}$	
1	2	0,05	-1,38	5,99	0,88	H0 Diterima	9,21	0,88	H0 Diterima
2	2	0,45	0,20	5,99	1,50	H0 Diterima	9,21	1,50	H0 Diterima
3	2	0,55	-0,41	5,99	1,50	H0 Diterima	9,21	1,50	H0 Diterima
4	2	0,59	-0,22	5,99	2,43	H0 Diterima	9,21	2,43	H0 Diterima
5	2	0,70	0,10	5,99	0,67	H0 Diterima	9,21	0,67	H0 Diterima
harian	2	1,28	0,55	5,99	4,00	H0 Diterima	9,21	4,00	H0 Diterima

Log Pearson									
Durasi	dk	C_s	C_k	5%		Keterangan	1%		Keterangan
				$X_{H^2_{cr}}$	$X_{H^2_{hit}}$		$X_{H^2_{cr}}$	$X_{H^2_{hit}}$	
1	2	-0,15	-1,30	5,99	0,88	H0 Diterima	9,21	0,88	H0 Diterima
2	2	-0,24	0,57	5,99	2,13	H0 Diterima	9,21	2,13	H0 Diterima
3	2	0,01	-0,69	5,99	0,88	H0 Diterima	9,21	0,88	H0 Diterima
4	2	0,12	-0,70	5,99	2,43	H0 Diterima	9,21	2,43	H0 Diterima
5	2	0,11	-0,53	5,99	2,00	H0 Diterima	9,21	2,00	H0 Diterima
harian	2	0,79	-0,15	5,99	4,63	H0 Diterima	9,21	4,63	H0 Diterima

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Tabel 4.34

Uji Smirnov Kolmogorof pada distribusi Gumbel dan Log Pearson III

Durasi	N	C_s	C_k	5%		Keterangan	1%		Keterangan
				D_{cr}	D_{hit}		D_{cr}	D_{hit}	
1	16	0,05	-1,38	0,33	0,08	H0 Diterima	0,39	0,08	H0 Diterima
2	16	0,45	0,20	0,33	0,08	H0 Diterima	0,39	0,08	H0 Diterima
3	16	0,55	-0,41	0,33	0,07	H0 Diterima	0,39	0,07	H0 Diterima
4	14	0,59	-0,22	0,35	0,07	H0 Diterima	0,42	0,07	H0 Diterima
5	15	0,70	0,10	0,34	0,06	H0 Diterima	0,40	0,06	H0 Diterima
harian	16	1,28	0,55	0,33	0,21	H0 Diterima	0,39	0,21	H0 Diterima

Log Pearson									
Durasi	N	C_s	C_k	5%		Keterangan	1%		Keterangan
				D_{cr}	D_{hit}		D_{cr}	D_{hit}	
1	16	-0,15	-1,30	0,33	0,11	H0 Diterima	0,39	0,11	H0 Diterima
2	16	-0,24	0,57	0,33	0,08	H0 Diterima	0,39	0,08	H0 Diterima
3	16	0,01	-0,69	0,33	0,08	H0 Diterima	0,39	0,08	H0 Diterima
4	14	0,12	-0,70	0,35	0,18	H0 Diterima	0,42	0,18	H0 Diterima
5	15	0,11	-0,53	0,34	0,07	H0 Diterima	0,40	0,07	H0 Diterima
harian	16	0,79	-0,15	0,33	0,16	H0 Diterima	0,39	0,16	H0 Diterima

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Dari hasil tabel yang sudah ditampilkan di atas dapat dilihat bahwa distribusi frekuensi Gumbel dan Log Pearson III diterima disemua uji kesesuaian distribusi. Namun, untuk perhitungan selanjutnya harus dipilih salah satu distribusi untuk menentukan metode yang cocok di daerah studi. Distribusi frekuensi yang akan dipilih yaitu distribusi frekuensi Log Pearson III karena Log Pearson III memenuhi persyaratan yang sesuai dengan persyaratan

statistik dari beberapa distribusi yaitu memiliki nilai C_s dan C_k bebas (tidak memiliki batas tertentu) sesuai dengan tabel dilampiran 6, yang berarti Log Pearson III lebih layak untuk perhitungan selanjutnya. Distribusi frekuensi Log Pearson III selanjutnya akan dipakai untuk membangun persamaan Intensitas hujan metode empiris. Hasil dari Log Pearson III ini akan dikenal dengan nama intensitas hujan rancangan / rencana Log Pearson III diperhitungan selanjutnya.

4.7 Perhitungan Intensitas Hujan dengan Metode Empiris

4.7.1 Metode Sherman

Berikut langkah perhitungan metode Sherman pada T_r 2 th dijam ke 1:

1. Menghitung $\text{Log } I$

$$\text{Log } I = \text{Log } (56,23) = 1,78$$

2. Menghitung $\text{Log } t$

$$\text{Log } t = \text{Log } (60) = 1,78$$

3. Menghitung $\text{Log } t^2$

$$\text{Log } t^2 = \text{Log } (60)^2 = 3,16$$

4. Menghitung $\text{Log } I \cdot \text{Log } t$

$$\text{Log } I \cdot \text{Log } t = \text{Log } (56,23) \cdot \text{Log } (60) = 3,11$$

5. Menghitung $\text{Log } a$

$$\text{Log } a = \frac{(\sum \log I)(\sum \log t^2) - (\sum \log t \cdot \log I)(\sum \log t)}{N(\sum \log t^2) - (\sum \log t)(\sum \log t)}$$

$$\text{Log } a = \frac{(7,06) \cdot (24,38) - (15,23) \cdot (10,97)}{(5) \cdot (24,37) - (10,97) \cdot (10,97)} = 3,30$$

6. Menghitung a

$$a = 10^{\text{Log } a} = 10^{3,30} = 2002,27$$

7. Menghitung n

$$n = \frac{(\sum \log I)(\sum \log t) - N(\sum \log t \cdot \log I)}{N(\sum \log t^2) - (\sum \log t)(\sum \log t)}$$

$$n = \frac{(7,0621) \cdot (10,97) - (5) \cdot (15,23) \cdot (10,97)}{(5) \cdot (24,37) - (10,97) \cdot (10,97)} = 0,8610$$

8. Menghitung I

$$I = \frac{a}{t^n} = \frac{2002,27}{60^{0,86}} = 58,95 \text{ mm/jam}$$

Hasil perhitungan metode Sherman kala ulang 2 th dapat dilihat pada tabel 4.35.

Tabel 4.35

Perhitungan Intensitas Hujan dengan Metode Sherman Kala Ulang 2 th

t (menit)	$I_{rencana}$ (mm/jam)	$\text{Log } I$	$\text{Log } t$	$\text{Log } t^2$	$\frac{\text{Log } I}{\text{Log } t}$	$\text{Log } a$	a	n	I (mm/jam)
60	56,23	1,75	1,78	3,16	3,11	3,30	2002,27	0,86	58,95
120	33,56	1,53	2,08	4,32	3,17	3,30	2002,27	0,86	32,45
180	25,61	1,41	2,26	5,09	3,18	3,30	2002,27	0,86	22,89
240	16,94	1,23	2,38	5,67	2,92	3,30	2002,27	0,86	17,87
300	14,10	1,15	2,48	6,14	2,85	3,30	2002,27	0,86	14,74
Jumlah	146,429	7,062	10,970	24,373	15,232				

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Hasil perhitungan selengkapnya akan disajikan pada lampiran 3 dan rekapitulasi dari hasil Metode Sherman dapat dilihat pada tabel 4.36.

Tabel 4.36

Hasil Rekapitulasi Metode Sherman

t (jam)	Tr (tahun)				
	I (mm/jam)				
	2	5	10	20	25
1	58,95	69,39	75,20	80,18	81,66
2	32,45	40,23	44,94	49,21	50,52
3	22,89	29,24	33,25	36,99	38,15
4	17,87	23,32	26,86	30,20	31,26
5	14,74	19,57	22,75	25,81	26,78

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

4.7.2 Ishiguro

Berikut Langkah Perhitungan Metode Ishiguro:

1. Menghitung I^2

$$I^2 = 56,23^2 = 3161,26$$

2. Menghitung $t^{0,5}$

$$t^{0,5} = 60^{0,5} = 7,75$$

3. Menghitung $I \cdot t^{0,5}$

$$I \cdot t^{0,5} = 56,23 \cdot 60^{0,5} = 435,52$$

4. Menghitung $I^2 \cdot t^{0,5}$

$$I^2 \cdot t^{0,5} = 56,23^2 \cdot 60^{0,5} = 22487,01$$

5. Menghitung a

$$a = \frac{(\sum I \cdot t^{0,5})(\sum I^2) - (\sum I^2 \cdot t^{0,5})(\sum I)}{N(\sum I^2) - (\sum I)(\sum I)}$$

$$a = \frac{(1653,30).(5429,01) - (53510,58).(146,43)}{(5).(5429,01) - (146,43).(146,43)} = 199,92$$

6. Menghitung b

$$b = \frac{(\sum I)(\sum I.t^{0,5}) - N(\sum I^2.t^{0,5})}{N(\sum I^2) - (\sum I)(\sum I)}$$

$$b = \frac{(146,43).(1653,30) - (5).(53510,58)}{(5).(5429,01) - (146,43).(146,43)} = -4,46$$

7. Menghitung I

$$I = \frac{a}{\sqrt{t} + b} = \frac{199,92}{\sqrt{60} + (-4,46)} = 60,92 \text{ mm/jam}$$

Hasil perhitungan metode Ishiguro kala ulang 2 th dapat dilihat pada tabel 4.37.

Tabel 4.37

Perhitungan Intensitas Hujan dengan Metode Ishiguro Kala Ulang 2 th

t (menit)	$I_{rencana}$ (mm/jam)	I^2	$I \cdot t^{0,5}$	$I^2 \cdot t^{0,5}$	a	b	I (mm/jam)
60	56,23	3161,26	435,52	24487,01	199,92	-4,46	60,92
120	33,56	1126,12	367,61	12336,05	199,92	-4,46	30,80
180	25,61	656,11	343,66	8802,60	199,92	-4,46	22,33
240	16,94	286,83	262,37	4443,62	199,92	-4,46	18,13
300	14,10	198,68	244,14	3441,29	199,92	-4,46	15,55
Jumlah	146,43	5429,01	1653,30	53510,58			

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Hasil perhitungan selengkapnya akan disajikan pada lampiran 3 dan rekapitulasi dari hasil Metode Ishiguro dapat dilihat pada tabel 4.38.

Tabel 4.38

Hasil Rekapitulasi Metode Ishiguro

t (jam)	Tr (tahun)				
	I (mm/jam)				
	2	5	10	20	25
1	60,92	72,01	78,44	84,16	85,92
2	30,80	38,84	43,81	48,37	49,79
3	22,33	28,70	32,72	36,47	37,64
4	18,13	23,52	26,97	30,21	31,22
5	15,55	20,29	23,35	26,24	27,14

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

4.7.3 Hasper

Metode Hasper harus menggunakan data curah hujan harian maksimum. Perhitungan untuk mendapatkan kala ulang akan disajikan pada lampiran 1.

Tabel 4.39

Hasil Perhitungan Curah Hujan dengan Berbagai Kala Ulang Menggunakan metode Log Pearson III

Tr (tahun)	2	5	10	20	25
CH (mm)	102,685	135,250	159,967	186,132	194,965

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Berikut langkah untuk mendapatkan hasil $I_{\log \text{ pearson}}$ pada kala ulang 2 th:

1. Menghitung I untuk < 2 jam

- Menghitung R_t

$$R_t = \frac{t \cdot R_{24}}{t + 1 - 0,0008 \cdot (260 - R_{24}) \cdot (2 - t)^2}$$

$$R_t = \frac{1 \cdot (102,69)}{1 + 1 - ((8 \cdot 10^{-4}) \cdot (260 - 102,69) \cdot (2 - 1)^2)} = 54,79 \text{ mm}$$

- Menghitung I

$$I = \frac{R}{t} = \frac{54,79}{1} = 54,79 \text{ mm/jam}$$

2. Menghitung I untuk $2 \text{ jam} \leq t < 19 \text{ jam}$

- Menghitung R_t

$$R_t = \frac{t \cdot R_{24}}{t + 1} = \frac{2 \cdot (102,69)}{2 + 1} = 65,27 \text{ mm}$$

- Menghitung I

$$I = \frac{R_t}{t} = \frac{65,27}{2} = 32,63 \text{ mm/jam}$$

3. Menghitung I untuk $19 \text{ jam} \leq t \leq 30 \text{ hari}$

- Menghitung R_t

$$R_t = 0,707 \cdot R_{24} \cdot \sqrt{t + 1} = 0,707 \cdot 102,69 \cdot \sqrt{(19 / 24) + 1} = 92,65 \text{ mm}$$

- Menghitung I

$$I = \frac{R_t}{t} = \frac{92,65}{2} = 4,87 \text{ mm/jam}$$

Hasil perhitungan metode Hasper kala ulang 2 th dapat dilihat pada tabel 4.40.

Tabel 4.40

Hasil Perhitungan R (mm) dan I (mm/jam) pada setiap kala ulang untuk Metode Hasper

Durasi (jam)	Perhitungan R				
	Tr (tahun)				
	Rt (mm)				
	2	5	10	20	25
1	54,79	71,18	83,32	95,90	100,09

Lanjutan Tabel 4.40

Hasil Perhitungan R (mm) dan I (mm/jam) pada setiap kala ulang untuk Metode Hasper

Perhitungan R					
Durasi (jam)	Tr (tahun)				
	Rt (mm)				
	2	5	10	20	25
2	65,27	88,76	106,43	125,04	131,30
3	73,43	99,86	119,74	140,67	147,71
4	78,32	106,51	127,72	150,04	157,56
5	81,59	110,95	133,04	156,30	164,12
6	83,92	114,12	136,84	160,76	168,81
7	85,67	116,50	139,69	164,11	172,33
8	87,03	118,35	141,91	166,72	175,07
9	88,11	119,83	143,68	168,80	177,25
10	89,00	121,04	145,14	170,51	179,04
11	89,75	122,05	146,34	171,93	180,54
12	90,37	122,90	147,37	173,13	181,80
13	90,91	123,63	148,25	174,16	182,88
14	91,38	124,27	149,01	175,05	183,82
15	91,79	124,82	149,67	175,83	184,64
16	92,15	125,31	150,26	176,52	185,36
17	92,47	125,75	150,78	177,14	186,01
18	92,75	126,14	151,25	177,68	186,58
19	92,65	126,00	151,08	177,49	186,38
20	93,72	127,46	152,83	179,54	188,54
21	94,78	128,90	154,56	181,57	190,67
22	95,83	130,32	156,26	183,58	192,77
23	96,86	131,73	157,95	185,56	194,86
24	97,89	133,12	159,62	187,53	196,92
Perhitungan I					
Durasi (jam)	Tr (tahun)				
	Rt (mm)				
	2	5	10	20	25
1	54,79	71,18	83,32	95,90	100,09
2	32,63	44,38	53,22	62,52	65,65
3	24,48	33,29	39,91	46,89	49,24
4	19,58	26,63	31,93	37,51	39,39
5	16,32	22,19	26,61	31,26	32,82
6	13,99	19,02	22,81	26,79	28,14
7	12,24	16,64	19,96	23,44	24,62
8	10,88	14,79	17,74	20,84	21,88
9	9,79	13,31	15,96	18,76	19,69
10	8,90	12,10	14,51	17,05	17,90
11	8,16	11,10	13,30	15,63	16,41

Lanjutan Tabel 4.40

Hasil Perhitungan R (mm) dan I (mm/jam) pada setiap kala ulang untuk Metode Hasper

12	7,53	10,24	12,28	14,43	15,15
13	6,99	9,51	11,40	13,40	14,07
14	6,53	8,88	10,64	12,50	13,13
15	6,12	8,32	9,98	11,72	12,31
16	5,76	7,83	9,39	11,03	11,59
17	5,44	7,40	8,87	10,42	10,94
18	5,15	7,01	8,40	9,87	10,37
19	4,88	6,63	7,95	9,34	9,81
20	4,69	6,37	7,64	8,98	9,43
21	4,51	6,14	7,36	8,65	9,08
22	4,36	5,92	7,10	8,34	8,76
23	4,21	5,73	6,87	8,07	8,47
24	4,08	5,55	6,65	7,81	8,20

Sumber: Hasil Perhitungan 2019.

4.8 Pemilihan Metode yang Sesuai

Pemilihan metode yang sesuai ini dilakukan dengan membandingkan intensitas hujan rancangan / rencana Log Pearson III dengan metode empiris, perbandingan yang dilakukan ini berdasarkan pada jurnal yang telah ditulis oleh Patle (2018) dan buku yang ditulis oleh Loebis (1992).

Setelah hasil dari intensitas hujan rancangan / rencana Log Pearson III dan Empiris didapatkan maka akan dibandingkan antara keduanya. Hasil akhir dari intensitas hujan metode empiris dan intensitas hujan rancangan Log Pearson III adalah berupa kurva intensitas durasi frekuensi. Perbandingan yang akan dilakukan adalah menggabungkan semua metode menggunakan kurva intensitas durasi frekuensi dengan kala ulang (Tr) yang sama dari setiap metode agar bisa mendapatkan perbedaan yang jelas antara hasil setiap metode.

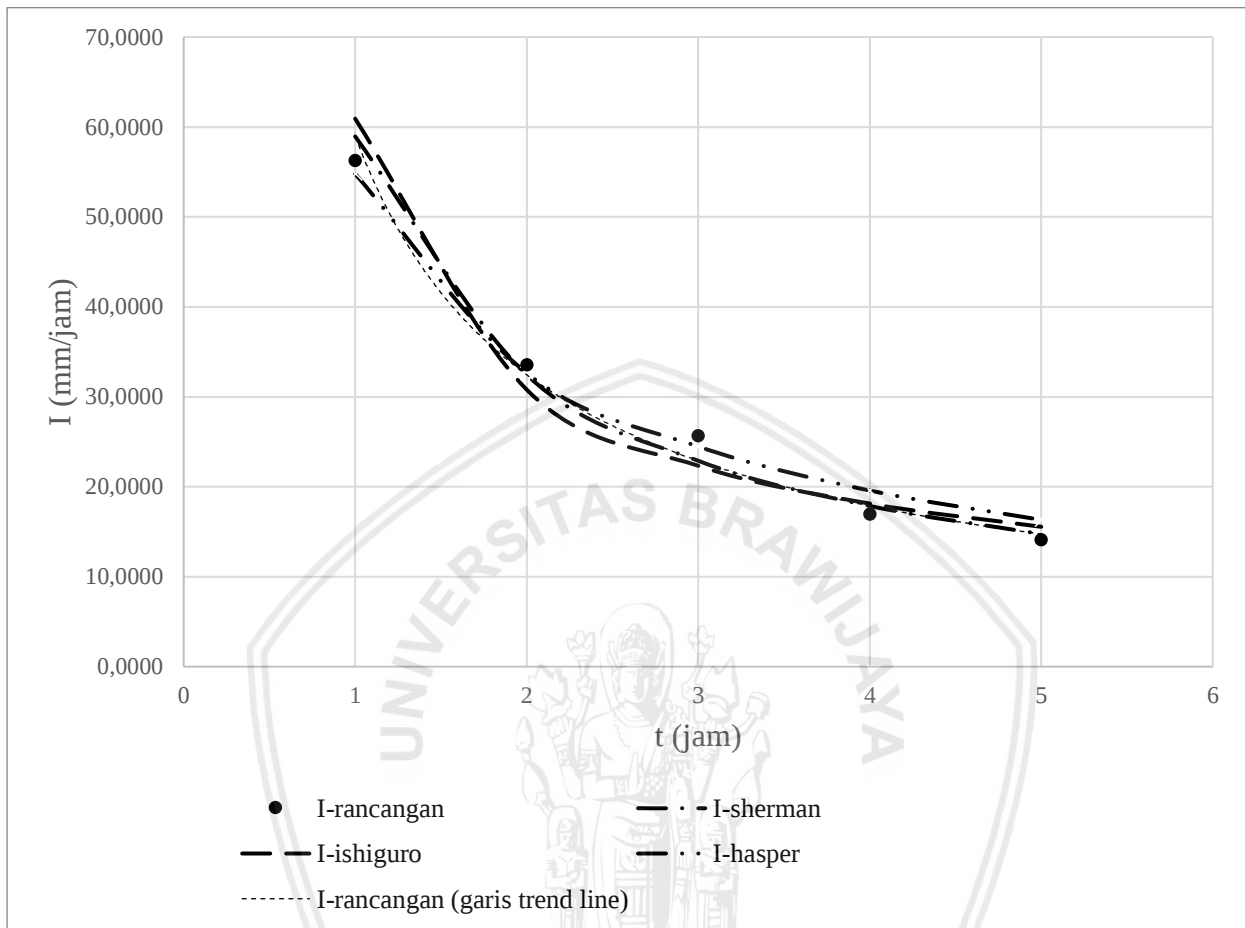
Tabel 4.41

Perbandingan Nilai Intensitas Hujan Setiap Metode pada Tr 2 th

t (jam)	$I_{rencana}$ (mm/jam)	$I_{sherman}$ (mm/jam)	$I_{shiguro}$ (mm/jam)	I_{hasper} (mm/jam)
1	56,23	58,95	60,92	54,79
2	33,56	32,45	30,80	32,63
3	25,61	22,89	22,33	24,48
4	16,94	17,87	18,13	19,58
5	14,10	14,74	15,55	16,32

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Intensitas hujan rancangan dijadikan acuan untuk perbandingan pada setiap metode empiris yang telah dihitung. Perbandingan pada Tr 2 th disetiap metode akan ditampilkan pada gambar 4.1 dan untuk gambar selengkapnya akan ditampilkan pada lampiran 3:



Gambar 4.1 Perbandingan Kurva Intensitas Durasi Frekuensi antara Metode Empiris dengan Intensitas Hujan Rancangan Log Pearson III pada Kala Ulang (Tr) 2 th
Sumber: Perhitungan, 2019.

Dari gambar grafik di atas tampak bahwa intensitas hujan metode Hasper memiliki hasil penyimpangan yang cukup besar dibandingkan dengan metode yang lainnya yang berarti metode Hasper kurang baik untuk dipilih. Namun, untuk mengetahui kebenarannya harus dilakukan uji kesesuaian metode agar lebih akurat.

4.9 Perhitungan Uji Kesesuaian Metode

Untuk perbandingan yang akan dilakukan yaitu menggunakan intensitas hujan rancangan / rencana dari Log Pearson III yang dibandingkan dengan ketiga metode yaitu metode Sherman, Ishiguro dan Hasper. Uji kesesuaian metode yang akan digunakan yaitu Kesalahan Relatif (K_r), *Nash Sutcliffe* (NSE) dan Deviasi.

4.9.1 Kesalahan Relatif (Kr)

Kesalahan relatif digunakan untuk menghitung prosentase kesalahan relatif metode empiris terhadap intensitas pengamatan. Berikut contoh perhitungan Kesalahan Relatif metode Sherman pada Tr 2 th:

$$Kr = \left| \frac{Xa - Xb}{Xa} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{56,23 - 58,95}{56,23} \right| \cdot 100\% = 4,84$$

$$\overline{Kr} = \frac{Kr_1 + Kr_2 + \dots + Kr_n}{n} = \frac{4,84 + 3,29 + \dots + 4,61}{5} = 5,77$$

Dari perhitungan diatas diperoleh kesalahan relatif antar metode Sherman dengan intensitas hujan rancangan / rencana Log Pearson III pada durasi 60 menit dengan kala ulang 2 th sebesar 4,8434% dan untuk reratanya disetiap durasi pada kala ulang 2 th sebesar 5,7747%. Perhitungan selanjutnya akan disajikan pada tabel 4.42.

Tabel 4.42

Nilai Kesalahan Relatif Metode Sherman Kala Ulang 2 th

t (jam)	$I_{rencana}$ (mm/jam)	$I_{sherman}$ (mm/jam)	Kr
1	56,23	58,95	4,84
2	33,56	32,45	3,29
3	25,61	22,89	10,64
4	16,94	17,87	5,50
5	14,10	14,74	4,61
rerata			5,77

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Berikut perhitungan Kesalahan Relatif metode Ishiguro pada Tr 2 th:

$$Kr = \left| \frac{Xa - Xb}{Xa} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{56,23 - 60,92}{56,23} \right| \cdot 100\% = 8,35$$

$$\overline{Kr} = \frac{Kr_1 + Kr_2 + \dots + Kr_n}{n} = \frac{8,35 + 8,21 + \dots + 10,32}{5} = 9,35$$

Dari perhitungan diatas diperoleh kesalahan relatif antar metode Ishiguro dengan intensitas hujan rancangan / rencana Log Pearson III pada durasi 60 menit dengan kala ulang 2 th sebesar 8,3497% dan untuk reratanya disetiap durasi pada kala ulang 2 th sebesar 9,3473%. Perhitungan selanjutnya akan disajikan pada tabel 4.43

Tabel 4.43

Nilai Kesalahan Relatif Metode Ishiguro Kala Ulang 2 th

t (jam)	$I_{rencana}$ (mm/jam)	$I_{ishiguro}$ (mm/jam)	Kr
1	56,23	60,92	8,35
2	33,56	30,80	8,21

Lanjutan Tabel 4.43

Nilai Kesalahan Relatif Metode Ishiguro Kala Ulang 2 th

t (jam)	$I_{rencana}$ (mm/jam)	$I_{ishiguro}$ (mm/jam)	Kr
3	25,61	22,33	12,82
4	16,94	18,13	7,04
5	14,10	15,55	10,32
rerata			9,35

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Berikut Perhitungan Kesalahan Relatif metode Hasper pada Tr 2 th:

$$Kr = \left| \frac{Xa - Xb}{Xa} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{56,23 - 54,79}{56,23} \right| \cdot 100\% = 2,55$$

$$\overline{Kr} = \frac{Kr_1 + Kr_2 + \dots + Kr_n}{n} = \frac{2,55 + 2,75 + \dots + 15,76}{5} = 8,23$$

Dari perhitungan diatas diperoleh kesalahn relatif antar metode Hasper dengan intensitas hujan rancangan / rencana Log Pearson III pada durasi 60 menit dengan kala ulang 2 th sebesar 2,5517% dan untuk reratanya disetiap durasi pada kala ulang 2 th sebesar 8,2251%. Perhitungan selanjutnya akan disajikan pada tabel 4.44.

Tabel 4.44

Nilai Kesalahan Relatif Metode Hasper Kala Ulang 2 th

t (jam)	$I_{rencana}$ (mm/jam)	I_{hasper} (mm/jam)	Kr
1	56,23	54,79	2,55
2	33,56	32,63	2,75
3	25,61	24,48	4,44
4	16,94	19,58	15,62
5	14,10	16,32	15,76
rerata			8,23

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Hasil selengkapnya dari berbagai kala ulang dan durasi akan disajikan pada lampiran 4 dan hasil rekapitulasi dari nilai kesalahan relatif akan ditampilkan pada tabel 4.45.

Tabel 4.45

Rekapitulasi Nilai Kesalahan Relatif Seluruh Metode dalam Berbagai Kala Ulang

Tr (tahun)	$I_{sherman}$ (mm/jam)	$I_{ishiguro}$ (mm/jam)	I_{hasper} (mm/jam)
2	5,77	9,35	8,23
5	6,92	9,67	12,04
10	7,34	9,66	17,36
20	7,60	9,56	37,88
25	7,66	9,52	40,54

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

4.9.2 Nash-Sutcliffe (NSE)

Koefisien *Nash* menunjukkan tingkat ketelitian dari korelasi hubungan antara data yang terukur dan terhitung. Fungsi ini digunakan untuk mengevaluasi kesahihan model. Berikut perhitungan Nash-Sutcliffe metode Sherman pada *Tr* 2 th:

$$Q_{si} - Q_{mi} = 58,95 - 56,23 = 2,72$$

$$\overline{Q_{mi}} - Q_{mi} = 29,29 - 56,23 = -26,94$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{si} - Q_{mi})^2}{\sum_{i=1}^n (\overline{Q_{mi}} - Q_{mi})^2} = 1 - \frac{17,34}{1440,71} = 0,98$$

Dari perhitungan diatas diperoleh koefisien NSE antar metode Sherman dengan intensitas hujan rancangan / rencana Log Pearson III pada kala ulang 2 th sebesar 0,9848%, nilai yang dihasilkan dikategorikan baik karena mendekati nilai 1. Perhitungan selanjutnya akan disajikan pada tabel 4.46

Tabel 4.46

Nilai Koefisien Efisiensi *Nash-Sutcliffe* Metode Sherman Kala Ulang 2 th

<i>t</i> (jam)	<i>I</i> _{rencana} (<i>Q</i> _{mi})	<i>I</i> _{sherman} (<i>Q</i> _{si})	<i>Q</i> _{si} - <i>Q</i> _{mi}	<i>Q</i> _{mi} rerata- <i>Q</i> _{mi}	(<i>Q</i> _{si} - <i>Q</i> _{mi}) ²	(<i>Q</i> _{mi} rerata- <i>Q</i> _{mi}) ²	NSE (%)
1	56,23	58,95	2,72	-26,94	7,42	725,72	0,98
2	33,56	32,45	-1,10	-4,27	1,22	18,25	
3	25,61	22,89	-2,72	3,67	7,42	13,48	
4	16,94	17,87	0,93	12,35	0,87	152,51	
5	14,10	14,74	0,65	15,19	0,42	230,75	
rerata	29,29						
jumlah					17,34	1140,71	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Berikut perhitungan *Nash-Sutcliffe* metode Ishiguro pada *Tr* 2 th:

$$Q_{si} - Q_{mi} = 60,92 - 56,23 = 4,69$$

$$\overline{Q_{mi}} - Q_{mi} = 29,29 - 56,23 = -26,94$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{si} - Q_{mi})^2}{\sum_{i=1}^n (\overline{Q_{mi}} - Q_{mi})^2} = 1 - \frac{43,94}{1140,71} = 0,96$$

Dari perhitungan diatas diperoleh koefisien NSE antar metode Ishiguro dengan intensitas hujan rancangan / rencana Log Pearson III pada kala ulang 2 th sebesar 0,9615%, nilai yang dihasilkan dikategorikan baik karena mendekati nilai 1. Perhitungan selanjutnya akan disajikan pada tabel 4.47

Tabel 4.47

Nilai Koefisien Efisiensi *Nash-Sutcliffe* Metode Ishiguro Kala Ulang 2 th

<i>t</i> (jam)	<i>I</i> _{rencana} (<i>Q</i> _{mi})	<i>I</i> _{ishiguro} (<i>Q</i> _{si})	<i>Q</i> _{si} - <i>Q</i> _{mi}	<i>Q</i> _{mi} _{rerata} - <i>Q</i> _{mi}	(<i>Q</i> _{si} - <i>Q</i> _{mi}) ²	(<i>Q</i> _{mi} _{rerata} - <i>Q</i> _{mi}) ²	NSE (%)
1	56,23	60,92	4,69	-26,94	22,04	725,72	0,96
2	33,56	30,80	-2,75	-4,27	7,59	18,25	
3	25,61	22,33	-3,28	3,67	10,78	13,48	
4	16,94	18,13	1,19	12,35	1,42	152,51	
5	14,10	15,55	1,45	15,19	2,12	230,75	
rerata	29,29						
jumlah					43,94	1140,71	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Berikut perhitungan *Nash-Sutcliffe* metode Hasper pada *Tr* 2 th:

$$Q_{si} - Q_{mi} = 54,79 - 56,23 = -1,43$$

$$\overline{Q_{mi}} - Q_{mi} = 29,29 - 56,23 = -26,94$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{si} - Q_{mi})^2}{\sum_{i=1}^n (\overline{Q_{mi}} - Q_{mi})^2} = 1 - \frac{16,14}{1140,71} = 0,99$$

Dari perhitungan diatas diperoleh koefisien NSE antar metode Hasper dengan intensitas hujan rancangan / rencana Log Pearson III pada kala ulang 2 th sebesar 0,9859%, nilai yang dihasilkan dikategorikan baik karena mendekati nilai 1. Perhitungan selanjutnya akan disajikan pada tabel 4.48.

Tabel 4.48

Nilai Koefisien Efisiensi *Nash-Sutcliffe* Metode Hasper Kala Ulang 2 th

<i>t</i> (jam)	<i>I</i> _{rencana} (<i>Q</i> _{mi})	<i>I</i> _{hasper} (<i>Q</i> _{si})	<i>Q</i> _{si} - <i>Q</i> _{mi}	<i>Q</i> _{mi} _{rerata} - <i>Q</i> _{mi}	(<i>Q</i> _{si} - <i>Q</i> _{mi}) ²	(<i>Q</i> _{mi} _{rerata} - <i>Q</i> _{mi}) ²	NSE (%)
1	56,23	54,79	-1,43	-26,94	2,06	725,72	0,99
2	33,56	32,63	-0,92	-4,27	0,85	18,25	
3	25,61	24,48	-1,14	3,67	1,30	13,48	
4	16,94	19,58	2,64	12,35	6,99	152,51	
5	14,10	16,32	2,22	15,19	4,94	230,75	
rerata	29,29						
jumlah					16,14	1140,71	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Hasil selengkapnya akan disajikan pada lampiran 4 dan rekapitulasi dari nilai *Nash-Sutcliffe* ditampilkan pada tabel 4.49

Tabel 4.49

Rekapitulasi Nilai Koefisien Efisiensi *Nash-Sutcliffe* Seluruh Metode dalam Berbagai Kala Ulang

<i>Tr</i> (tahun)	<i>I</i> _{Sherman} (mm/jam)	<i>I</i> _{Ishiguro} (mm/jam)	<i>I</i> _{hasper} (mm/jam)
2	0,98	0,96	0,99
5	0,97	0,95	0,95
10	0,96	0,93	0,83
20	0,95	0,92	0,31
25	0,95	0,91	0,15

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

4.9.3 Deviasi

Berikut perhitungan Deviasi metode Sherman pada *Tr* 2 th:

$$\alpha_i = |Xb - Xa| = |56,23 - 58,95| = 2,72$$

$$\alpha_{2th} = \frac{\sum_{i=1}^n |Xa - Xb|}{n} = \frac{2,72 + 1,10 + \dots + 0,65}{5} = 1,63$$

Dari perhitungan diatas diperoleh deviasi antar metode Sherman dengan intensitas hujan rancangan / rencana Log Pearson III pada durasi 60 menit dengan kala ulang 2 th sebesar 2,732 dan rerata deviasi pada setiap durasi dengan kala ulang 2 th sebesar 1,6263. Perhitungan selanjutnya akan disajikan pada table 4.50.

Tabel 4.50

Nilai Deviasi Metode Sherman Kala Ulang 2 th

<i>t</i> (jam)	<i>I</i> _{rencana} (mm/jam)	<i>I</i> _{Sherman} (mm/jam)	α_i
1	56,23	58,95	2,72
2	33,56	32,45	1,10
3	25,61	22,89	2,72
4	16,94	17,87	0,93
5	14,10	14,74	0,65
jumlah			8,13
α_{2th}			1,63

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Berikut perhitungan Deviasi metode Ishiguro pada *Tr* 2 th:

$$\alpha_i = |Xb - Xa| = |60,92 - 56,23| = 4,69$$

$$\alpha_{2th} = \frac{\sum_{i=1}^n |Xa - Xb|}{n} = \frac{4,69 + 2,75 + \dots + 1,45}{5} = 2,68$$

Dari perhitungan di atas diperoleh deviasi antar metode Ishiguro dengan intensitas hujan rancangan / rencana Log Pearson III pada durasi 60 menit dengan kala ulang 2 th sebesar 4,6946 dan rerata deviasi pada setiap durasi dengan kala ulang 2 th sebesar 2,6758. Perhitungan selanjutnya akan disajikan pada tabel 4.51.

Tabel 4.51

Nilai Deviasi Metode Ishiguro Kala Ulang 2 th

t (jam)	$I_{rencana}$ (mm/jam)	$I_{ishiguro}$ (mm/jam)	α_i
1	56,23	60,92	4,69
2	33,56	30,80	2,75
3	25,61	22,33	3,28
4	16,94	18,13	1,19
5	14,10	15,55	1,45
jumlah			13,38
α_{2th}			2,68

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Berikut perhitungan Deviasi metode Hasper pada Tr 2 th:

$$\alpha_i = |Xb - Xa| = |54,79 - 56,23| = 1,43$$

$$\alpha_{2th} = \frac{\sum_{i=1}^n |Xa - Xb|}{n} = \frac{1,43 + 0,92 + \dots + 2,22}{5} = 1,67$$

Dari perhitungan diatas diperoleh deviasi antar metode Hasper dengan intensitas hujan rancangan / rencana Log Pearson III pada durasi 60 menit dengan kala ulang 2 th sebesar 1,43 dan rerata deviasi pada setiap durasi dengan kala ulang 2 th sebesar 1,67. Perhitungan selanjutnya akan disajikan pada tabel 4.52.

Tabel 4.52

Nilai Deviasi Rata-rata Metode Hasper Kala Ulang 2 th

t (jam)	$I_{rencana}$ (mm/jam)	$I_{sherman}$ (mm/jam)	α_i
1	56,23	54,79	1,43
2	33,56	32,63	0,92
3	25,61	24,48	1,14
4	16,94	19,58	2,64
5	14,10	16,32	2,22
jumlah			8,36
α_{2th}			1,67

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Hasil selengkapnya akan disajikan pada lampiran 4 dan rekapitulasi dari nilai Deviasi akan ditampilkan pada tabel 4.53

Tabel 4.53

Rekapitulasi Deviasi Rata-rata Seluruh Metode dalam Berbagai Kala Ulang

T_r (tahun)	I_{sherman} (mm/jam)	I_{ishiguro} (mm/jam)	I_{hasper} (mm/jam)
2	1,63	2,68	1,67
5	2,38	3,47	3,56
10	2,81	3,93	6,42
20	3,18	4,33	10,32
25	3,29	4,46	11,73

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

4.9.4 Pemilihan Metode Intensitas Hujan yang Sesuai

Berdasarkan hasil perhitungan uji kesesuaian metode yang telah dilakukan menggunakan kesalahan relatif, deviasi dan koefisien efisiensi *Nash-Sutcliffe* dapat diambil keputusan untuk memilih metode empiris intensitas hujan yang sesuai dengan karakteristik daerah Arboretum Sumber Brantas. Hasil rekapitulasi setiap uji diberbagai metode akan ditampilkan pada tabel 4.54

Tabel 4.54

Rekapitulasi Nilai Uji setiap Metode dengan Kala Ulang 2, 5, 10, 20 dan 25 th

T_r (tahun)	Sherman			Ishiguro			Hasper		
	Kr	NSE	Deviasi	Kr	NSE	Deviasi	Kr	NSE	Deviasi
2	5,77	0,98	1,63	9,35	0,96	2,68	8,23	0,99	1,67
5	6,92	0,97	2,38	9,67	0,95	3,47	12,04	0,95	3,56
10	7,34	0,96	2,81	9,66	0,93	3,93	17,36	0,83	6,42
20	7,60	0,95	3,18	9,56	0,92	4,33	37,88	0,31	10,32
25	7,66	0,95	3,29	9,52	0,91	4,46	40,54	0,15	11,73
rerata	7,06	0,96	2,66	9,55	0,93	3,77	23,21	0,64	6,74

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Dari tabel rekapitulasi di atas dapat dilihat besar penyimpangan setiap metode empiris terhadap I rancangan / rencana Log Pearson III. Pada uji metode kesalahan relatif, deviasi dan NSE yang telah dihitung dapat dilihat yang paling baik adalah pada metode Sherman dan Ishiguro karena memiliki nilai Kr dan deviasi yang lebih kecil dan koefisien NSE yang mendekati nilai 1, sedangkan metode Haper memiliki hasil yang tidak terlalu baik dimana nilai Kr dan deviasi yang dihasilkan lebih besar dan NSE yang tidak konstan.

Jika ditelaah lebih jauh lagi diantara metode Sherman dan Ishiguro yang memiliki penyimpangan lebih kecil adalah metode Sherman. Karena Kesalahan Relatif metode Sherman lebih kecil dibandingkan dengan metode Ishiguro. Untuk Koefisien *Nash-Sutcliffe* metode Sherman memiliki rentang nilai antara 0,94-0,98, sedangkan metode Ishiguro memiliki rentang nilai antara 0,91-0,96 dimana nilai Metode Sherman lebih mendekati 1 dan

lebih konstan dibandingkan metode Ishiguro. Dan yang terakhir adalah Deviasi dimana Deviasi akan dipilih nilai yang paling kecil yang berarti penyimpangan yang terjadi juga kecil pula. Dari nilai Deviasi maka terpilihlah metode Sherman, karena metode Sherman memiliki nilai deviasi lebih kecil dibandingkan metode Ishiguro. Dari ketiga uji metode yang paling baik untuk dipilih selanjutnya adalah metode Sherman karena metode Sherman memiliki penyimpangan yang paling kecil.

4.10 Analisa Ketepatan Metode Empiris Terpilih

Validasi metode bertujuan agar metode empiris terpilih hasilnya mendekati dengan hasil lapangan yang sebenarnya yang telah diuji. Ini dilakukan dengan cara membandingkan hasil lapangan yang sebenarnya dengan hasil perhitungan menggunakan kriteria statistik. Metode yang terpilih akan diuji dengan Intensitas hujan pada data asli selama 8 tahun yang telah diperpanjang menjadi 16 data.

4.10.1 Data Intensitas Hujan Pengamatan berdasarkan Peluang Kala Ulang untuk Validasi

Debit yang diharapkan terjadi dengan batas daerah kepercayaan berkisar kurang lebih 10% terhadap kurva persamaan distribusinya, maka harus tersedia data paling sedikit dua kali lama pencatatan (Soewarno, 1993, p.166).

Untuk data pengamatan kala ulang yang dapat dibandingkan adalah dengan menggunakan 2 kali data yang dimiliki. Dari data yang tersedia ada sebanyak 8 tahun jadi kala ulang yang dapat digunakan untuk divalidasi adalah 2, 5 dan 10 th.

Probabilitas kejadian suatu peristiwa ditentukan oleh perbandingan antara banyaknya kejadian terhadap jumlah kejadian yang mungkin dan kejadian yang tidak mungkin. (Soemarto, 1987, p.228). Chow (1988) menjelaskan dalam bukunya bahwa “Probabilitas dari terjadinya peristiwa dalam setiap pengamatan dapat dikaitkan dengan kala ulangnya”.

Intensitas hujan pengamatan berdasarkan peluang kala ulang didapatkan dari $\frac{1}{Tr}.n$ dimana Tr merupakan kala ulang dan n merupakan jumlah data yang dimiliki. (Chow, 1988) Dari hasil tersebut akan didapatkan ranking data. Dari ranking data akan mendapatkan nilai intensitas hujan pengamatan berdasarkan peluang kala ulang. Berikut contoh perhitungan pada Tr 2 th:

1. Menghitung $\frac{1}{Tr}.n$

$$\frac{1}{Tr}.n = \frac{1}{2}.16 = 8$$

2. Mencari intensitas hujan pengamatan berdasarkan peluang kala ulang

Untuk mendapatkan intensitas hujan pengamatan berdasarkan peluang kala ulang maka harus dicari ranking dari hasil yang telah dihitung pada no. 1 yaitu ranking 8 yang memiliki nilai data sebesar 56 mm/jam.

Untuk hasil perhitungan selengkapnya dari berbagai durasi dan berbagai kala ulang dapat dilihat pada lampiran 5 dan untuk hasil perhitungan intensitas hujan pengamatan berdasarkan peluang kala ulang durasi 1 jam dapat dilihat pada tabel 4.55.

Tabel 4.55

Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Pengamatan berdasarkan Peluang Kala Ulang pada Durasi 1 jam

No	I (mm/jam)	Rank
1	56	8
2	51	11
3	70	4
4	63	6
5	46	13
6	71	3
10	53	10
11	50	12
12	65	5
13	55	9
14	43	14
15	42	15
16	61	7
n =	16	

Tr (tahun)	Jumlah data	Pembulatan	I_{Tr} (mm/jam)
2	8	8	56
5	3,2	3	71
10	1,6	2	72

Sumber: Hasil Pengamatan, 2019.

Untuk hasil selengkapnya dapat dilihat pada lampiran 4 dan di bawah ini akan ditampilkan tabel rekapitulasi intensitas hujan pengamatan berdasarkan peluang kala ulang berdasarkan Peluang Kala Ulang.

Tabel 4.56

Rekapitulasi Intensitas Hujan Pengamatan berdasarkan Peluang Kala Ulang

t (jam)	Tr (tahun)		
	2	5	10
1	56,00	71,00	72,00
2	34,00	41,00	50,50

Lanjutan Tabel 4.56

Rekapitulasi Intensitas Hujan Pengamatan berdasarkan Peluang Kala Ulang

t (jam)	Tr (tahun)		
	2	5	10
3	24,67	38,33	40,00
4	17,00	23,00	24,50
5	14,20	19,20	23,40

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

4.10.2 Intensitas Hujan Empiris yang akan di Validasi

Metode Intensitas hujan yang akan digunakan untuk validasi adalah metode intensitas hujan yang sudah di pilih pada pembahasan sebelumnya. Metode yang dipilih untuk Validasi selanjutnya adalah menggunakan Metode Sherman. Berikut langkah perhitungan metode Sherman pada Tr 2 th di jam ke 1:

1. Menghitung $\log I$

$$\log I = \log (56,2251) = 1,78$$

2. Menghitung $\log t$

$$\log t = \log (60) = 1,78$$

3. Menghitung $\log t^2$

$$\log t^2 = \log (60)^2 = 3,16$$

4. Menghitung $\log I \cdot \log t$

$$\log I \cdot \log t = \log (56,23) \cdot \log (60) = 3,11$$

5. Menghitung $\log a$

$$\log a = \frac{(\sum \log I)(\sum \log t^2) - (\sum \log t \cdot \log I)(\sum \log t)}{N(\sum \log t^2) - (\sum \log t)(\sum \log t)}$$

$$\log a = \frac{(7,06) \cdot (24,37) - (15,23) \cdot (10,97)}{(5) \cdot (24,37) - (10,97) \cdot (10,97)} = 3,30$$

6. Menghitung a

$$a = 10^{\log a} = 10^{3,3015} = 2002,27$$

7. Menghitung n

$$n = \frac{(\sum \log I)(\sum \log t) - N(\sum \log t \cdot \log I)}{N(\sum \log t^2) - (\sum \log t)(\sum \log t)}$$

$$n = \frac{(7,06) \cdot (10,97) - (5) \cdot (15,23) \cdot (10,97)}{(5) \cdot (24,37) - (10,97) \cdot (10,97)} = 0,86$$

8. Menghitung I

$$I = \frac{a}{t^n} = \frac{2002,27}{60^{0,86}} = 58,94 \text{ mm/jam}$$

Hasil perhitungan metode Sherman kala ulang 2 th dapat dilihat pada tabel 4.57.

Tabel 4.57

Perhitungan Intensitas Hujan Metode Sherman Kala Ulang 2 th untuk Validasi

t (menit)	$I_{rencana}$ (mm/jam)	$\log I$	$\log t$	$\log t^2$	$\log I \cdot \log t$	$\log a$	a	n	I (mm/jam)
60	56,23	1,75	1,78	3,16	3,11	3,30	2002,27	0,86	58,95
120	33,56	1,53	2,08	4,32	3,17	3,30	2002,27	0,86	32,45
180	25,61	1,41	2,26	5,09	3,18	3,30	2002,27	0,86	22,89
240	16,94	1,23	2,38	5,67	2,92	3,30	2002,27	0,86	17,87
300	14,10	1,15	2,48	6,14	2,85	3,30	2002,27	0,86	14,74
Jumlah	146,43	7,06	10,97	24,37	15,23				

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Hasil perhitungan selengkapnya akan disajikan pada lampiran 4 dan rekapitulasi dari hasil Metode Sherman dapat dilihat pada tabel 4.58.

Tabel 4.58

Hasil Rekapitulasi Metode Sherman untuk Validasi

t (jam)	Tr (tahun)		
	I (mm/jam)		
	2	5	10
1	58,95	69,39	75,20
2	32,45	40,23	44,94
3	22,89	29,24	33,25
4	17,87	23,32	26,86
5	14,74	19,57	22,75

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

4.10.3 Perhitungan Perbandingan antara Intensitas Metode Sherman dengan Intensitas Hujan Pengamatan berdasarkan Peluang Kala Ulang

Perhitungan perbandingan yang dilakukan ini bertujuan untuk memvalidasi atau mengecek penyimpangan yang terjadi pada metode yang telah terpilih sebelumnya dengan nilai hasil pengamatan yang sebenarnya, apakah masih memiliki nilai penyimpangan yang baik atau tidak. Perbandingan yang dilakukan akan tetap menggunakan uji metode yang sebelumnya yaitu kesalahan relatif, NSE dan deviasi.

4.10.3.1 Kesalahan Relatif (KR)

Kesalahan relatif digunakan untuk menghitung prosentase kesalahan relatif metode empiris terhadap intensitas pengamatan. Berikut Perhitungan Kesalahan Relatif metode Sherman pada Tr 2 th:

$$Kr = \left| \frac{Xa - Xb}{Xa} \right| \cdot 100\% = \left| \frac{56 - 58,95}{56} \right| \cdot 100\% = 5,26$$

$$\overline{Kr} = \frac{Kr_1 + Kr_2 + \dots + Kr_n}{n} = \frac{5,26 + 4,55 + \dots + 3,84}{5} = 5,19$$

Hasil perhitungan akan disajikan pada table 4.59.

Tabel 4.59

Nilai Kesalahan Relatif Metode Sherman dengan $I_{\text{pengamatan}}$ Kala Ulang 2 th

t (jam)	$I_{\text{pengamatan}}$ (mm/jam)	I_{sherman} (mm/jam)	Kr
1	56,00	58,95	5,26
2	34,00	32,45	4,55
3	24,67	22,89	7,20
4	17,00	17,87	5,11
5	14,20	14,74	3,84
rerata			5,19

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Untuk hasil selanjutnya akan ditampilkan pada lampiran dan di bawah ini akan ditampilkan tabel hasil rekapitulasi nilai kesalahan relatif pada kala ulang 2, 5 dan 10 th.

Tabel 4.60

Hasil Rekapitulasi Nilai Kesalahan Relatif Metode Sherman dengan $I_{\text{pengamatan}}$

Tr (tahun)	Kr
2	5,19
5	6,24
10	8,94

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

4.10.3.2 Koefisien Nash-Sutcliffe (NSE)

Koefisien Nash menunjukkan tingkat ketelitian dari korelasi hubungan antara data yang terukur dan terhitung. Fungsi ini digunakan untuk mengevaluasi kesahihan model. Berikut perhitungan Nash-Sutcliffe metode Sherman pada Tr 2 th:

$$Q_{si} - Q_{mi} = 58,95 - 56 = 2,95$$

$$\overline{Q_{mi}} - Q_{mi} = 29,173 - 58,95 = -26,83$$

$$NSE = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (Q_{si} - Q_{mi})^2}{\sum_{i=1}^n (\overline{Q_{mi}} - Q_{mi})^2} = 1 - \frac{15,29}{1135,67} = 0,99$$

Hasil perhitungan akan disajikan pada table 4.61.

Tabel 4.61

Nilai Koefisien Efisiensi Nash-Sutcliffe Metode Sherman dengan $I_{\text{pengamatan}}$ Kala Ulang 2 th

t (jam)	$I_{\text{pengamatan}}$ (Q_{mi})	I_{sherman} (Q_{si})	$Q_{si} - Q_{mi}$	$Q_{mi\text{rerata}} - Q_{mi}$	$(Q_{si} - Q_{mi})^2$	$(Q_{mi\text{rerata}} - Q_{mi})^2$	NSE (%)
1	56,00	58,95	2,95	-26,83	8,69	719,67	0,99
2	34,00	32,45	-1,55	-4,83	2,39	23,30	

Lanjutan Tabel 4.61

Nilai Koefisien Efisiensi *Nash-Sutcliffe* Metode Sherman dengan $I_{\text{pengamatan}}$ Kala Ulang 2 th

t (jam)	$I_{\text{pengamatan}}$ (Q_{mi})	I_{sherman} (Q_{si})	$Q_{si}-Q_{mi}$	$Q_{mi\text{rerata}}-Q_{mi}$	$(Q_{si}-Q_{mi})^2$	$(Q_{mi\text{rerata}}-Q_{mi})^2$	NSE (%)
3	24,67	22,89	-1,78	4,51	3,16	20,31	
4	17,00	17,87	0,87	12,17	0,75	148,19	
5	14,20	14,74	0,54	14,97	0,30	224,20	
rerata	29,17						
jumlah					15,29	1135,67	

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Untuk hasil selanjutnya akan ditampilkan pada lampiran dan di bawah ini akan ditampilkan tabel hasil rekapitulasi nilai koefisien NSE kala ulang 2, 5 dan 10 th.

Tabel 4.62

Hasil Rekapitulasi Nilai Koefisien Nash Sutcliffe Metode Sherman dengan $I_{\text{pengamatan}}$

Tr (tahun)	NSE
2	0,98
5	0,95
10	0,94

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

4.10.3.3 Deviasi

Deviasi adalah nilai penyimpangan mutlak dari pengamatan dan perhitungan. Karena semua nilai pengamatan/pengukuran dilibatkan dalam perhitungan maka hasil perhitungan lebih teliti jika dibandingkan dengan *range* yang hanya menggunakan 2 nilai ekstrem.

Berikut contoh perhitungan deviasi metode Sherman Tr 2 th:

$$\alpha_i = |Xb - Xa| = |58,95 - 56| = 2,95$$

$$\alpha_{2th} = \frac{\sum_{i=1}^n |Xa - Xb|}{n} = \frac{2,95 + 1,55 + \dots + 0,54}{5} = 1,54$$

Untuk hasil selengkapya akan disajikan pada tabel 4.63.

Tabel 4.63

Nilai Deviasi Metode Sherman dengan $I_{\text{pengamatan}}$ Kala Ulang 2 th

t (jam)	$I_{\text{pengamatan}}$ (mm/jam)	I_{sherman} (mm/jam)	α_i
1	56,00	58,95	2,95
2	34,00	32,45	1,55
3	24,67	22,89	1,78
4	17,00	17,87	0,87
5	14,00	14,75	0,55
jumlah			7,68
α_{2th}			1,54

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Untuk hasil selanjutnya akan ditampilkan pada lampiran dan di bawah ini akan ditampilkan tabel hasil rekapitulasi nilai deviasi pada kala ulang 2, 5 dan 10 th.

Tabel 4.64

Hasil Rekapitulasi Nilai Deviasi Metode Sherman dengan $I_{\text{pengamatan}}$

Tr (tahun)	Deviasi
2	1,54
5	2,43
10	3,70

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

4.10.3.4 Rekapitulasi Perbandingan antara Intensitas Hujan Metode Sherman dengan Intensitas Hujan Pengamatan berdasarkan Peluang Kala Ulang

Setelah perhitungan validasi dari $I_{\text{pengamatan}}$ berdasarkan Peluang Kala Ulang dengan I_{sherman} bisa dilihat hasil rekapitulasi uji kesesuaian metode. Hasil dari rekapitulasi validasi yang telah dilakukan akan ditampilkan pada tabel 4.65.

Tabel 4.65

Hasil Rekapitulasi Validasi

Tr (tahun)	Kr	I_{sherman} NSE	Deviasi
2	5,19	0,99	1,54
5	6,24	0,95	2,43
10	8,94	0,94	3,70
Rerata	6,79	0,96	2,56

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

Dari hasil tabel rekapitulasi di atas menunjukkan bahwa Metode Sherman masih memiliki penyimpangan yang tidak terlalu besar dimana rata-rata dari Kr bernilai 6,79%, rata-rata deviasi sebesar 2,56, dan nilai koefisien NSE sebesar 0,96 yang dimana nilai NSE ini mendekati nilai satu yang berarti semakin baik. Dari validasi yang telah dilakukan di atas maka dapat diambil keputusan bahwa metode Sherman sesuai untuk digunakan perhitungan intensitas hujan di daerah Arboretum Sumber Brantas.

4.10.4 Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) Metode Sherman Dalam Berbagai Kala Ulang (Tr)

Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) merupakan kurva yang menggambarkan atau menunjukkan besarnya kemungkinan intensitas hujan yang berlaku dalam suatu satuan waktu dan terjadi pada frekuensi tertentu dengan menggunakan metode Sherman. Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) digunakan untuk perhitungan limpasan dengan rumus rasional dan untuk perhitungan debit puncak dengan menggunakan intensitas hujan yang sebanding dengan waktu pengaliran hujan dimana hal tersebut berfungsi untuk dalam

perencanaan bangunan air. Pembangunan yang dilakukan ini bertujuan untuk menanggulangi kelebihan air dan mengurangi erosi tanah yang terjadi disuatu kawasan atau lahan. Setiap rumus intensitas hujan memiliki tetapan yang berbeda yang berhubungan dengan frekuensi kejadiannya, sehingga untuk perhitungan suatu limpasan diperlukan rumus intensitas hujan tersendiri sesuai dengan karakteristik tempat studi. Dari perhitungan sebelumnya sudah ditentukan metode yang sesuai di lokasi Arboretum Sumber Brantas yaitu metode Sherman menggunakan Kesalahan Relatif (K_r), deviasi dan nilai koefisien *Nash-Sutcliffe* (NSE). Berikut rekapitulasi besar intensitas hujan metode Sherman dan intensitas hujan pengamatan berdasarkan peluang kala ulang yang akan digambarkan pada kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF).

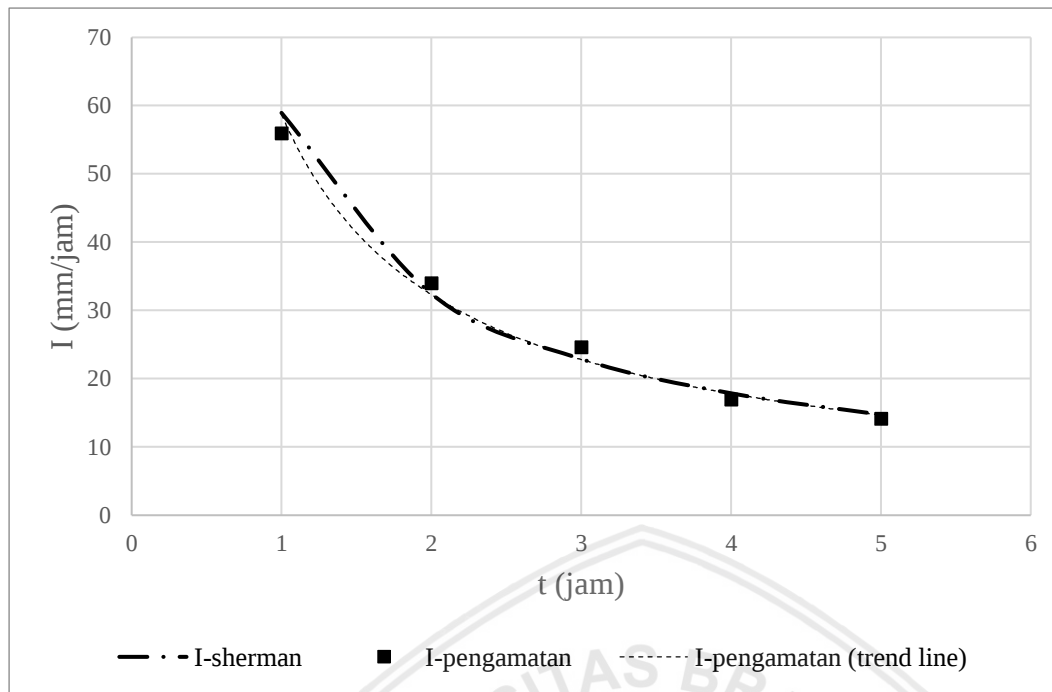
Tabel 4.66

Tabel Rekapitulasi Intensitas Pengamatan dan Intensitas Metode Sherman dalam Berbagai Durasi dan Kala Ulang

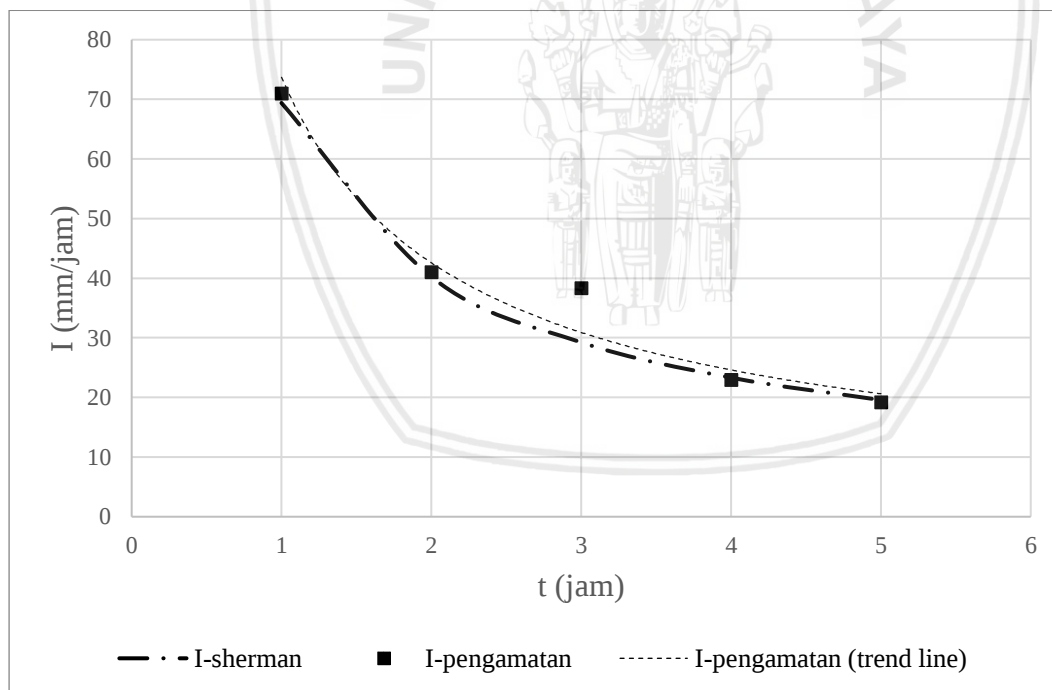
t (jam)	Tr 2th		Tr 5 th		Tr 10 th	
	$I_{\text{pengamatan}}$	I_{sherman}	$I_{\text{pengamatan}}$	I_{sherman}	$I_{\text{pengamatan}}$	I_{sherman}
	(mm/jam)					
1	56,00	58,94	71,00	69,39	72,00	75,20
2	34,00	32,45	41,00	40,23	50,50	44,94
3	24,67	22,89	38,33	29,24	40,00	33,25
4	17,00	17,87	23,00	23,32	24,50	26,86
5	14,20	14,74	19,20	19,57	23,40	22,75

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019.

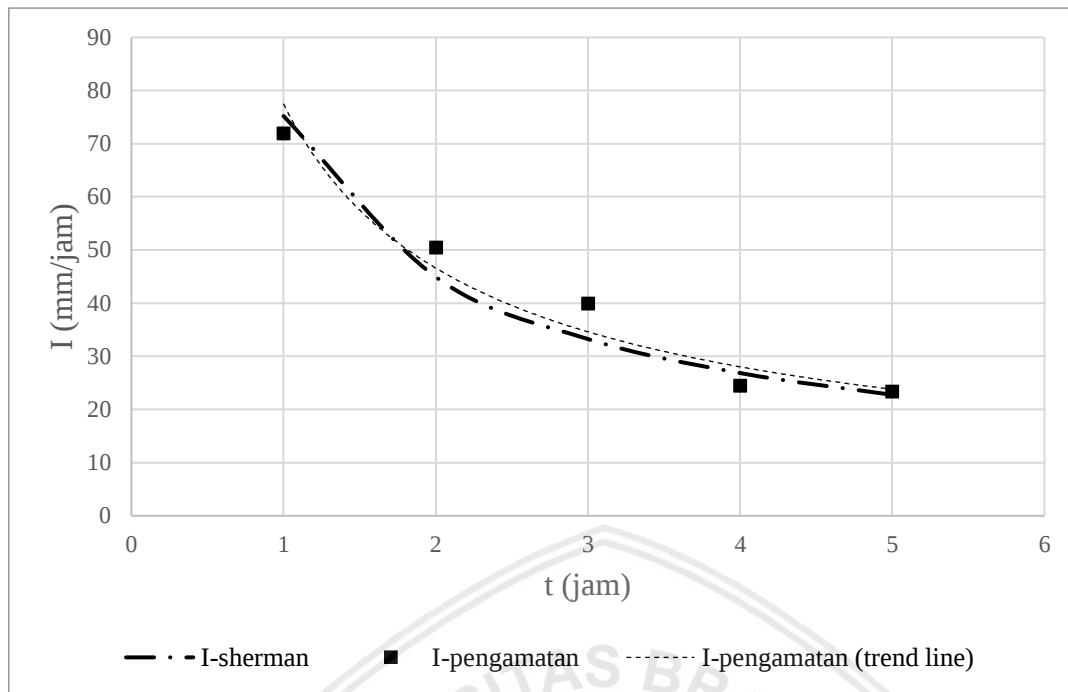
Pada validasi metode perbandingan intensitas hujan pengamatan dengan metode empiris terpilih (Sherman) telah dihitung penyimpangan yang terjadi dengan kala ulang 2,5 dan 10 tahun. Berikut merupakan gambar dari kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) antara intensitas hujan pengamatan berdasarkan peluang kala ulang dengan intensitas hujan metode Sherman pada kala ulang 2 th, 5 th, dan 10 th berturut-turut.



Gambar 4.2 Perbandingan Kurva IDF Metode Sherman dengan Metode Pengamatan berdasarkan Peluang Kala Ulang pada Kala Ulang (T_r) 2 th
 Sumber: Hasil Penggambaran, 2019.



Gambar 4.3 Perbandingan Kurva IDF Metode Sherman dengan Metode Pengamatan berdasarkan Peluang Kala Ulang pada Kala Ulang (T_r) 5 th
 Sumber: Hasil Penggambaran, 2019.



Gambar 4.4 Perbandingan Kurva IDF Metode Sherman dengan Metode Pengamatan berdasarkan Peluang Kala Ulang pada Ulang Kala Ulang (Tr) 10 th
Sumber: Hasil Penggambaran, 2019.

Dari hasil penggambaran kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) dapat disimpulkan jika semakin besar kala ulang yang diharapkan maka akan semakin besar pula penyimpangan yang terjadi antara intensitas hujan pengamatan berdasarkan peluang kala ulang dan metode terpilih (Sherman). Hal ini terjadi karena data yang tersedia akan semakin besar yang berbanding lurus dengan semakin besarnya kala ulang, hal ini berpengaruh terhadap penyimpangan yang terjadi antara pengamatan berdasarkan peluang kala ulang dan metode terpilih (Sherman).

Penyimpangan yang terjadi pada intensitas hujan rancangan dengan berbagai metode menunjukkan grafik yang hampir sama dengan penyimpangan yang terjadi pada intensitas hujan pengamatan berdasarkan peluang kala ulang dengan metode Sherman, dimana semakin besar kala ulangannya akan semakin besar pula penyimpangannya. Hal ini terjadi karena perbandingan yang dilakukan menggunakan jumlah data yang sama. Perbedaannya berada pada kala ulang 2 tahun, dimana penyimpangan yang terjadi pada intensitas hujan pengamatan berdasarkan peluang kala ulang dengan metode terpilih (Sherman) memiliki nilai yang lebih baik, dari pada penyimpangan intensitas hujan rancangan dengan berbagai metode. Namun, pada kala ulang 5 dan 10 tahun penyimpangan yang terjadi pada intensitas hujan rancangan dengan berbagai metode memiliki nilai yang lebih baik, dari pada penyimpangan pada intensitas hujan pengamatan berdasarkan peluang kala ulang dengan metode terpilih (Sherman).

Metode Sherman akan memberikan hasil yang baik dan lebih mendekati nilai pengamatan jika kala ulang yang digunakan sesuai dengan ketentuan yang berlaku yaitu 2 kali tahun data yang dimiliki. Jika kala ulang yang digunakan lebih dari itu maka akan terjadi penyimpangan yang lebih besar dan tidak mendapatkan hasil yang optimal. Semakin banyak data yang tersedia maka semakin besar pula kala ulang yang dapat diperhitungkan dan akan berpengaruh kepada keakuratan yang dihasilkan. Jika metode yang dihasilkan semakin akurat maka akan semakin menunjukkan kesesuaian pada tempat studi dan dapat memprediksi intensitas hujan yang sesuai dengan karakteristik wilayah Arboretum Sumber Brantas (ASB).



BAB V

PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penyelesaian dari rumusan masalah yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan:

1. Intensitas hujan metode empiris (Sherman, Ishiguro dan Hasper) dihitung dalam berbagai kala ulang yang dibangun dari Analisa frekuensi terpilih yaitu Log Pearson III. Kala ulang yang digunakan adalah 2, 5, 10, 20 dan 25 th. Intensitas hujan metode empiris (Sherman, Ishiguro dan Hasper) memiliki tetapan-tetapan yang berbeda disetiap kala ulangnya dan menghasilkan nilai Intensitas hujan yang bervariasi.
2. Untuk menentukan metode yang paling sesuai dengan kondisi Arboretum Sumber Brantas maka dilakukan perbandingan antara intensitas hujan metode empiris (Sherman, Ishiguro dan Hasper) dengan intensitas hujan rancangan Log Pearson III menggunakan Kesalahan Relatif (K_r), deviasi dan koefisien *Nash-Sutcliffe* (NSE). Dari perbandingan yang dilakukan terpilihlah metode Sherman untuk metode yang paling sesuai di Arboretum Sumber Brantas. Setelah diketahui metode yang paling sesuai barulah dilakukan validasi terhadap analisa terpilih (Sherman) dengan intensitas hujan berdasarkan peluang kala ulang dengan kala ulang 2, 5 dan 10 th menggunakan Kesalahan Relatif (K_r), deviasi dan koefisien *Nash-Sutcliffe* (NSE). Dari validasi didapatkan rata-rata nilai K_r sebesar 6,79, rata-rata nilai koefisien NSE sebesar 0,959 dimana nilai ini mendekati 1 yang termasuk dalam kategori baik, nilai rata-rata deviasi sebesar 2,557.
3. Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) metode terpilih (Sherman) saat dibandingkan dengan intensitas hujan berdasarkan peluang kala ulang memiliki kesamaan pola. Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) metode Sherman memiliki kecocokan dan kesesuaian dalam memprediksi intensitas hujan pada daerah Arboretum Sumber Brantas (ASB). Hasil dari kurva IDF dapat dijadikan patokan untuk perhitungan debit puncak banjir rancangan dan rumus rasional lainnya yang berhubungan dengan intensitas hujan. Kurva IDF antara intensitas hujan berdasarkan peluang kala ulang dengan metode empiris terdapat pada gambar 4.2 sampai gambar 4.5. Dari gambar yang telah disajikan bisa diambil kesimpulan semakin

besar kala ulangnya akan semakin besar pula penyimpangan yang terjadi. Banyaknya data yang tersedia dan penentuan kala ulang yang diharapkan akan menentukan penyimpangan yang terjadi pada metode terpilih. Semakin banyak data yang dimiliki maka akan semakin besar pula kala ulang yang digunakan.

5.2. Saran

Pada penelitian ini data yang tersedia sangat terbatas, jika semakin banyak data yang tersedia maka akan semakin baik, karena data yang semakin panjang akan memiliki keakuratan yang lebih baik. Harapan untuk penelitian selanjutnya yang dilakukan adalah data yang tersedia minimal 10 tahun dan durasinya memiliki interval 5 menit agar bisa mendapatkan hasil yang lebih baik dari pada penelitian yang sebelumnya.

Lebih baik jika menggunakan lebih dari 1 stasiun disuatu wilayah yang akan dilakukan studi agar dapat dijadikan pembandingan untuk mengecek ketepatan metode yang terpilih. Pada data curah hujan jam-jaman yang tercatat pada ARR (*Automatic Rainfall Recorder*) masih terdapat data yang tidak tercatat. Jika bisa alat ARR (*Automatic Rainfall Recorder*) dilakukan pemeriksaan dan perawatan agar data yang didapat lebih baik, hal ini dapat membuat pengolahan data menjadi lebih mudah dan kesalahan yang terjadi lebih kecil.

Dalam penelitian ini hanya menggunakan 3 metode intensitas hujan. Harapan untuk penelitian selanjutnya yang dilakukan adalah menambahkan metode intensitas hujan agar cakupan metode yang digunakan semakin banyak dan semakin memberikan hasil yang lebih akurat dan lebih meyakinkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Baskara, M., Munandar, A. & Samingan, T. (1998). *Perencanaan Lanskap Arboretum Sumber Brantas sebagai Obyek Wisata Alam*. Instansi Pertanian Bogor.
- Chow, V. T., David, R. M. & Larry W. M. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill Book Company: Singapore.
- Hadisusanto, N. (2010). *Aplikasi Hidrologi*. Malang: Jogja Mediautama.
- Handayani, Y. L., Hendri, A. & Suherley, H. (2007). *Pemilihan Metode Intensitas Hujan yang Sesuai dengan Karakteristik Stasiun Pekanbaru*. Riau.
- Hendri, A. (2015). Analisis Metode Intensitas Hujan pada Stasiun Hujan Pasar Kampar Kabupaten Kampar. *Fakultas Teknik, Universitas Riau* (5): 297-304.
- Indarto. (2012). *Hidrologi: Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Kamiana, I. M. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lakitan, B. (1997). *Dasar Dasar Klimatologi*. Jakarta: PT. Raja Grafindo Persada.
- Limantara, L. M. (2010). *Hidrologi Praktis*. Bandung: CV. Lubuk Agung.
- Loebis, J. (1992). *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*. Jakarta: Yayasan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
- Linsley, R. K., Kohler, M. A. & Paulhus, J. L. H. (1996). *Hidrologi untuk Insinyur*. Jakarta: Erlangga.
- Paulhus, L. (1949). *Applied Hydrology*. Washington: Tata McGraw Hill.
- Patle, G. T., Tatung, T. S., Kishan, S. R., & Sudhir, K. S. (2018). Estimation of Infiltration Rate from Soil Properties Using Regression Model for Cultivated Land. *Informa UK Limited*. 1-13.
- Soemarto, CD. (1987). *Hidrologi Teknik*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data. Jilid I*. Bandung: Nova
- Soewarno. (1995). *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data. Jilid II*. Bandung: Nova
- Sosrodarsono, S. & Kensaku, T. (2006). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramitha.

- Subarkah, I. (1980). *Hidrologi untuk Perencanaan Bangunan Air*. Bandung: Idea Darma
- Subramanya, K. (2008). *Engineering Hydrology Third Edition*. Ney York: McGraw-Hill
- Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset
- Sutarlim. (2012). *Komparasi Metode Formulasi Intensitas Hujan di Kawasan Hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo*. Makassar.
- Widianto., Suprayogo, D., Sudarto. & Lestariningsih, I. D. (2010). *Implementasi Kaji Cepat Hidrologi (RHA) di Hulu DAS Brantas, Jawa Timur*. Bogor: World Agroforestry Centre.

