# STUDI PENERAPAN METODE TALBOT, MONONOBE, HASPER DER WEDUWEN, DAN VAN BREEN UNTUK MENENTUKAN KURVA INTENSITAS DURASI FREKUENSI (IDF) DI STASIUN JABUNG, KABUPATEN MALANG

## SKRIPSI

TEKNIK PENGAIRAN KONSENTRASI PENGETAHUAN DASAR TEKNIK SUMBER DAYA AIR

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.)


**YOSIE DWIRANI**

**NIM. 155060401111047**


**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2019**


Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Repository Universitas Brawijaya

# DAFTAR RIWAYAT HIDUP

**Yosie Dwirani**, lahir di TanjungPinang pada tanggal 18 Juni 1997 merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Djohan dan Ibu Rini Suryawati, yang beralamat di Perm. Taman Seraya No. A3, Kelurahan Air Raja, Kecamatan TanjungPinang Timur, Kota TanjungPinang, Kepulauan Riau.

Pendidikan formal penulis antara lain:

- TK Ar-Rasyid TanjungPinang Tahun 2003
- SDN 011 TanjungPinang Barat Tahun 2003 - 2009
- SMPN 4 TanjungPinang Tahun 2009 - 2012
- SMAN 1 TanjungPinang Tahun 2012 - 2015

Pada tahun 2015 penulis diterima masuk Universitas Brawijaya melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi (SNMPTN), penulis diterima di Fakultas Teknik Jurusan Teknik Pengairan.

Selama mengikuti perkuliahan penulis aktif dalam beberapa bidang kegiatan organisasi kemahasiswaan akademik, antara lain:

1. Kongres Mahasiswa Pengairan Tahun 2016 sebagai Anggota Keamanan
2. WRE Games Tahun 2016 sebagai Anggota Kesehatan
3. Peringatan Hari Air Dunia (*World Water Day*) Tahun 2017 sebagai Anggota Dekorasi
4. Media Air Tahun 2017 sebagai Anggota Humas
5. Pekan DAS Brantas XI Tahun 2018 sebagai Anggota Humas dan Sekretariat WWC

Penulis pernah menjadi Asisten Dosen dalam Mata Kuliah Rangka Batang (Tahun 2018).

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata-Praktik (KKN-P) pada bulan Januari hingga Maret 2018 di Perum Jasa Tirta II Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat dengan Judul "Pemantauan Pergerakan Internal Bendungan Ir. H. Djuanda secara Horizontal dan Vertikal di Perum Jasa Tirta II (Kabupaten Purwakarta, Jawa Barat)".

Guna menyelesaikan studi, penulis menyusun Skripsi dengan Judul "**Studi Penerapan Metode Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, dan Van Breen untuk Menentukan Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) di Stasiun Jabung, Kabupaten Malang**" dibawah bimbingan Bapak Dr. Eng. Donny Harisuseno, ST., MT. dan Ibu Sri Wahyuni, ST., MT., Ph.D yang telah diuji dan dinyatakan lulus pada tanggal 4 Oktober 2019.

Halaman ini sengaja dikosongkan

# KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun ucapkan atas kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat, taufik, serta hidayah-Nya sehingga penyusun dapat menyelesaikan Laporan Skripsi "Studi Penerapan Metode Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, dan Van Breen untuk Menentukan Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) di Stasiun Jabung, Kabupaten Malang" dengan baik.

Penyusunan Laporan Skripsi ini sebagai syarat untuk memenuhi persyaratan kelulusan Jurusan Teknik Pengairan Fakultas Teknik Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa Laporan Skripsi ini dapat terselesaikan berkat bantuan, petunjuk, dan bimbingan semua pihak yang telah banyak membantu proses penyelesaian Laporan Skripsi ini, dengan kesungguhan serta rasa rendah hati, penyusun mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Ibu Rini Suryawati, Kong Seger, Abang Yohendra Saputra, Kakak Herny Kurniati, dan seluruh Keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat dalam proses penulisan Laporan Skripsi ini.
2. Bapak Dr. Eng. Donny Harisuseno, ST., MT. dan Ibu Sri Wahyuni, ST., MT., Ph.D selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan bimbingan dan arahan untuk terselesaikannya penulisan Laporan Skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Widandi Soetopo, M.Eng dan Ibu Rahma Dara Lufira, ST., MT. selaku dosen penguji.
4. Bapak Angga Widyo Pramono yang telah membantu dalam ketersediaan dan keperluan dalam kelengkapan data-data yang dibutuhkan.
5. Semua teman-teman 2015 dan pihak-pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang sudah membantu dalam pengerjaan Laporan Skripsi ini.

Dalam penyususan Laporan Skripsi ini penulis menyadari masih banyak kekurangan yang tedapat dalam laporan ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik demi kesempurnaan penelitian ini. Semoga Laporan Skripsi ini dapat dijadikan acuan tindak lanjut penelitian selanjutnya dan bermanfaat bagi kita semua.

Malang, 4 Oktober 2019

Penyusun

Halaman ini sengaja dikosongkan

Repository Universitas Brawijaya

# RINGKASAN

**Yosie Dwirani**. Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, September 2019. *Studi Perbandingan Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) Metode Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, dan Van Breen di Stasiun Jabung, Kabupaten Malang,* Dosen Pembimbing: Donny Harisuseno dan Sri Wahyuni

Perencanaan bangunan drainase yang baik membutuhkan masukan data hujan yang akan diubah menjadi intensitas hujan, nantinya akan ditampilkan dalam bentuk Kurva IDF. Kurva IDF ini merupakan hubungan antara intensitas hujan, durasi, dan frekuensi atau kala ulang. Intensitas hujan yang sangat tinggi akan menyebabkan limpasan permukaan yang berdampak negatif dan bangunan drainase tidak dapat menampung limpasan yang terus terjadi. Dengan adanya Kurva IDF akan mempermudah perhitungan debit banjir rencana. Sehingga di lokasi studi ini akan dicoba perhitungan dengan metode Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, dan Van Breen untuk mengetahui metode intensitas hujan yang paling sesuai di lokasi studi.

Lokasi studi berada di Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang, dengan panjang data selama 7 tahun (2010-2017). Dengan mempertimbangkan panjang data yang terbatas, maka teknik *Partial Series* dilakukan untuk menambah jumlah data hujan. Data hujan maksimum tahunan yang sudah terpilih berdasarkan durasi selanjutnya dilakukan dengan *Partial Series*. Dikarenakan keterbatasan data cara ini dilakukan untuk memperbanyak data perhitungan. Perhitungan intensitas hujan dilakukan dengan metode Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, dan Van Breen. Hasil perhitungan intensitas hujan akan dibandingkan dengan hasil pengukuran intensitas hujan dari alat ukur otomatis. Indikator dalam memilih metode yang sesuai dilakukan dengan cara menghitung Deviasi Rata-rata, Kesalahan Relatif (Kr), dan Koefisien Efisiensi *Nash Sutcliffe* (ENS).

Hasil perhitungan untuk pemilihan metode yang sesuai yaitu dengan membandingkan intensitas hujan metode empiris (Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen dan Van Breen) dan intensitas hujan rancangan didapatkan Metode Talbot yang paling sesuai digunakan di lokasi studi. Metode Talbot memiliki nilai Deviasi Rata-rata 1,488, Kesalahan Relatif (Kr) rata-rata sebesar 8,638%, dan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) rata-rata sebesar 0,975. Kemudian dilakukan validasi metode terpilih menggunakan kala ulang 2 tahun dan 5 tahun dengan membandingkan intensitas hujan metode empiris dan intensitas hujan pengamatan berdasarkan peluang dari kala ulang dengan hasil nilai Deviasi Rata-rata sebesar 2,217 dimana hasilnya lebih besar dari nilai sebelumnya, untuk nilai Kesalahan Relatif (Kr) rata-rata sebesar 15,111%, dan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) rata-rata sebesar 0,934.

**Kata Kunci**: Intensitas Hujan, Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, Van Breen, Kurva IDF

Halaman ini sengaja dikosongkan

Repository Universitas Brawijaya

## SUMMARY

Yosie Dwirani. Water Resources Engineering Program, the Faculty of Engineering Universitas Brawijaya, October 2019. *The Application of Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, and Van Breen Methods to Determine The Intensity-Duration-Frequency (IDF) Curve in Jabung Station, Malang Regency*, Supervisors: Donny Harisuseno and Sri Wahyuni

The good design of drainage system requires input of rainfall data that will be converted into rainfall intensity, then will be displayed in the Intensity-Duration-Frequency (IDF) Curve. The IDF curve is the relationship between intensity of rainfall, duration of rainfall, and frequency. An extreme rainfall intensity will cause surface runoff which resulting a negative impact and structures of drainage building cannot control the runoff anymore. The IDF Curve can be used to estimation of the rasional method. At this research location the estimation will be apply by using Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, and Van Breen methods to find out the most appropriate rainfall intensity method at the research location.

The research conducted in Jabung District, Malang Regency with a length of data for 7 years (2010-2017). Due to the limited data length, the *Partial Series* technique is used to increase amount of rainfall data. The Annual maximum rainfall data that has been selected from each durations for the next will done with *Partial Series*. Due to limitations of data, this way can do to increase the data. The estimation of rainfall intensity will be apply by using Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, and Van Breen methods. The results of estimation rainfall intensity will be compared with the results of rainfall intensity measurements from automatic rainfall recorder. The indicator to determine the appropriate method can do by calculating the Average Deviation, Relative Error, and *Nash-Sutcliffe Efficiency* Coefficient (NSE).

The results of calculations for the selection of an appropriate method that is by comparing the empirical rainfall intensity (Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, and Van Breen Methods) and the designs rainfall intensity obtained Talbot Method is the most suitable to applied at the research location. Talbot Method has an Average Deviation of 1.488, an Average Relative Error of 8.638%, and the Average of *Nash-Sutcliffe Efficiency* Coefficient (NSE) by 0.975. Then the validation of the selected method is using a 2-year return period and 5-year return period by comparing the empirical rainfall intensity method and the observed rainfall intensity based on the probability of the return period with the results of an Average Deviation value of 2.217 where the result is greater than the previous values, the Average Relative Error value of 15.111% and the Average of *Nash-Sutcliffe Efficiency* Coefficient (NSE) by 0.934.

**Keywords**: *Rainfall Intensity, Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, Van Breen, IDF Curve*

Halaman ini sengaja dikosongkan

# DAFTAR GAMBAR


| No | Judul | Halaman |
|---|---|---|
| Gambar 2.1 | Siklus Hidrologi | 5 |
| Gambar 2.2 | Tipe Hujan | 7 |
| Gambar 2.3 | Kurva Intensitas Durasi Frekuensi | 26 |
| Gambar 3.1 | Peta Kabupaten Malang | 31 |
| Gambar 3.2 | Stasiun Pengukur Hujan Jabung | 32 |
| Gambar 3.3 | Lokasi Sekitar Alat Ukur Hujan | 32 |
| Gambar 3.4 | Peta Lokasi Stasiun Hujan Jabung | 33 |
| Gambar 3.5 | Diagram Alir Studi | 37 |
| Gambar 4.1 | Kurva IDF Intensitas Hujan Metode Talbot dalam berbagai Kala Ulang | 66 |
| Gambar 4.2 | Kurva IDF Intensitas Hujan Metode Mononobe dalam berbagai Kala Ulang | 69 |
| Gambar 4.3 | Kurva IDF Intensitas Hujan Metode Hasper Der Weduwen dalam berbagai Kala Ulang | 74 |
| Gambar 4.4 | Kurva IDF Intensitas Hujan Metode Van Breen dalam berbagai Kala Ulang | 76 |
| Gambar 4.5 | Kurva Hubungan Intensitas Hujan Rancangan dengan Metode Empiris Kala Ulang (Tr) 2th | 77 |
| Gambar 4.6 | Perbandingan Nilai Deviasi Rata-rata Intensitas Hujan setiap Metode dalam berbagai Kala Ulang | 81 |
| Gambar 4.7 | Perbandingan Nilai Kesalahan Relatif (Kr) Intensitas Hujan setiap Metode dalam berbagai Kala Ulang | 85 |
| Gambar 4.8 | Perbandingan Nilai Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) Intensitas Hujan setiap Metode dalam berbagai Kala Ulang | 89 |
| Gambar 4.9 | Grafik Rekapitulasi Perbandingan Nilai Uji Kesesuaian Metode Talbot | 99 |
| Gambar 4.10 | Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) Metode Talbot dan Pengamatan Kala Ulang 2 Tahun | 100 |
| Gambar 4.11 | Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) Metode Talbot dan Pengamatan Kala Ulang 5 Tahun | 101 |

Halaman ini sengaja dikosongkan

# DAFTAR ISI


Halaman

**KATA PENGANTAR** ..... i
**DAFTAR ISI** ..... iii
**DAFTAR TABEL** ..... vii
**DAFTAR GAMBAR** ..... xi
**DAFTAR LAMPIRAN** ..... xiii
**RINGKASAN** ..... xv
**BAB I PENDAHULUAN** ..... 1
1.1 Latar Belakang ..... 1
1.2 Identifikasi Masalah ..... 2
1.3 Rumusan Masalah ..... 3
1.4 Batasan Masalah ..... 3
1.5 Tujuan ..... 4
**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** ..... 5
2.1 Analisis Hidrologi ..... 5
2.1.1 Siklus Hidrologi ..... 5
2.1.2 Presipitasi ..... 6
2.1.3 Tipe Hujan ..... 7
2.2 Intensitas Curah Hujan ..... 8
2.3 Uji *Outliers* ..... 10
2.4 Uji Statistik Data ..... 11
2.4.1 Uji Konsistensi Data Hujan ..... 11
2.4.2 Uji Ketidakadaan Trend ..... 13
2.4.2.1 Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman ..... 13
2.4.3 Uji Stasioner ..... 14
2.4.4 Uji Persistensi ..... 17
2.5 Analisa Frekuensi ..... 17
2.5.1 Distribusi Gumbel ..... 18
2.5.2 Distribusi Log Pearson III ..... 20
2.6 Uji Kesesuaian Distribusi ..... 23
2.6.1 Uji Chi Square ..... 23
2.6.2 Uji Smirnov-Kolmogorof ..... 24
2.7 Kurva IDF (*Intensity Duration Frequency*) ..... 25
2.8 Uji Kesesuaian Metode ..... 26
2.8.1 Deviasi Rata-rata ..... 26
2.8.2 Kesalahan Relatif (Kr) ..... 27
2.8.3 Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) ..... 27
2.9 Perbedaan Penelitian dengan yang Terdahulu ..... 29
**BAB III METODOLOGI PENELITIAN** ..... 31
3.1 Deskripsi Lokasi Studi ..... 31
3.2 Data-data yang Dibutuhkan ..... 34
3.3 Tahapan Studi ..... 34
3.4 Diagram Alir Studi ..... 36
3.5 *Timeline* Pengerjaan Skripsi ..... 38




Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

**BAB IV ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN** ..... 39
4.1 Analisa Hidrologi ..... 39
4.2 Uji Data Hujan Jam-jaman Stasiun Hujan Jabung ..... 39
4.2.1 Uji *Outliers* Data ..... 39
4.2.2 Uji Konsistensi Data (*RAPS*) ..... 42
4.2.3 Uji Ketidakadaan Trend ..... 45
4.2.3.1 Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman ..... 45
4.2.4 Uji Stasioner ..... 46
4.2.4.1 Uji F (Uji Kestabilan Nilai Varian) ..... 46
4.2.4.2 Uji-t (Kestabilan Rata-Rata) ..... 48
4.2.5 Uji Persistensi ..... 49
4.3 Analisa Intensitas Hujan Rancangan Stasiun Hujan Jabung ..... 51
4.3.1 Distribusi Gumbel ..... 51
4.3.2 Distribusi Log Pearson III ..... 53
4.4 Uji Kesesuaian Distribusi ..... 56
4.4.1 Uji Chi Square ..... 56
4.4.2 Uji Smirnov Kolmogorov ..... 59
4.5 Perhitungan Intensitas Hujan Metode Empiris (Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, Van Breen) ..... 64
4.5.1 Metode Talbot ..... 64
4.5.2 Metode Mononobe ..... 67
4.5.3 Metode Hasper Der Weduwen ..... 69
4.5.4 Metode Van Breen ..... 74
4.6 Perbandingan Intensitas Hujan Rancangan dan Intensitas Hujan Metode Empiris (Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, Van Breen) ..... 76
4.7 Perhitungan Deviasi Rata-rata antara Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Empiris ..... 78
4.7.1 Perhitungan Deviasi Rata-rata Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$) ..... 78
4.7.2 Perhitungan Deviasi Rata-rata Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Mononobe Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$) ..... 79
4.7.3 Perhitungan Deviasi Rata-rata Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Hasper Der Weduwen Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$) ..... 79
4.7.4 Perhitungan Deviasi Rata-rata Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Van Breen Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$) ..... 80
4.7.5 Rekapitulasi Perhitungan Deviasi Rata-rata setiap Metode dalam berbagai Kala Ulang ..... 81
4.8 Perhitungan Kesalahan Relatif (Kr) antara Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Empiris ..... 82
4.8.1 Perhitungan Kesalahan Relatif (Kr) Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$) ..... 81
4.8.2 Perhitungan Kesalahan Relatif (Kr) Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Mononobe Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$) ..... 83
4.8.3 Perhitungan Kesalahan Relatif (Kr) Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Hasper Der Weduwen Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$) ..... 83
4.8.4 Perhitungan Kesalahan Relatif (Kr) Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Van Breen Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$) ..... 84
4.8.5 Rekapitulasi Perhitungan Kesalahan Relatif (Kr) setiap Metode dalam berbagai Kala Ulang ..... 85

4.9 Perhitungan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) antara Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Empiris ..... 86
4.9.1 Perhitungan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$). 86
4.9.2 Perhitungan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Mononobe Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$)..... 87
4.9.3 Perhitungan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Hasper Der Weduwen Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$)..... 87
4.9.4 Perhitungan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Hasper Der Weduwen Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$)..... 88
4.9.5 Rekapitulasi Perhitungan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) setiap Metode dalam berbagai Kala Ulang ..... 89
4.10 Pemilihan Metode Intensitas Hujan yang sesuai dengan Lokasi Studi ..... 90
4.11 Analisa Ketepatan Metode Empiris Terpilih ..... 91
4.11.1 Data Intensitas Hujan Pengamatan berdasarkan Peluang dari Kala Ulang ..... 91
4.11.2 Intensitas Hujan Metode Talbot yang akan di Validasi ..... 93
4.12 Perhitungan Nilai Perbandingan Intensitas Hujan Metode Talbot dengan Intensitas Hujan Pengamatan berdasarkan Peluang dari Kala Ulang ..... 94
4.12.1 Perhitungan Deviasi Rata-rata ..... 94
4.12.2 Perhitungan Kesalahan Relatif (Kr)..... 95
4.12.3 Perhitungan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) ..... 97
4.13 Rekapitulasi Nilai Hasil Perbandingan ..... 98
4.14 Kurva IDF Metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun dan 5 Tahun..... 99
**BAB V PENUTUP** ..... 103
5.1 Kesimpulan ..... 103
5.2 Saran ..... 104
DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

Halaman ini sengaja dikosongkan

# DAFTAR LAMPIRAN


| No | Judul | Halaman |
|---|---|---|
| Lampiran 1 | Uji Data Hujan ..... | 105 |
| Lampiran 2 | Analisa Frekuensi ..... | 127 |
| Lampiran 3 | Perhitungan Metode Empiris ..... | 153 |
| Lampiran 4 | Kurva IDF Metode Empiris ..... | 161 |
| Lampiran 5 | Uji Kesesuaian Metode ..... | 163 |




Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

# DAFTAR LAMPIRAN


| No | Judul | Halaman |
|---|---|---|
| Lampiran 1 | Uji Data Hujan ..... | 107 |
| Lampiran 2 | Analisa Frekuensi ..... | 128 |
| Lampiran 3 | Perhitungan Metode Empiris ..... | 153 |
| Lampiran 4 | Kurva IDF Metode Empiris ..... | 159 |
| Lampiran 5 | Uji Kesesuaian Metode ..... | 162 |




Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Halaman ini sengaja dikosongkan

# DAFTAR TABEL


| No | Judul | Halaman |
|---|---|---|
| Tabel 2.1 | Nilai Kn untuk Uji *Outliers* | 11 |
| Tabel 2.2 | Nilai Kritis $Q/\sqrt{n}$ dan $R/\sqrt{n}$ | 12 |
| Tabel 2.3 | Nilai *tc* untuk Pengujian Distribusi Normal | 14 |
| Tabel 2.4 | Nilai Kritis Fc untuk Distribusi F | 14 |
| Tabel 2.5 | Nilai Kritis *tc* untuk Distribusi-t | 16 |
| Tabel 2.6 | Hubungan *n* dengan Nilai *Yn* dan *Sn* Gumbel | 19 |
| Tabel 2.7 | Hubungan Tr dengan Nilai Yt Gumbel | 20 |
| Tabel 2.8 | Nilai *K* untuk Distribusi Log Pearson III | 21 |
| Tabel 2.9 | Nilai Kritis untuk $X^2$ Distribusi Chi Square | 23 |
| Tabel 2.10 | Nilai $D_{kritis}$ untuk Uji Smirnov-Kolmogorov | 25 |
| Tabel 2.11 | Perbedaan Studi dengan Peneliti Terdahulu | 29 |
| Tabel 3.1 | Data-data yang Dibutuhkan | 34 |
| Tabel 3.2 | Tahapan Studi | 34 |
| Tabel 3.3 | *Timeline* Pengerjaan Skripsi | 38 |
| Tabel 4.1 | Curah Hujan Jam-jaman Maksimum Tahunan Stasiun Hujan Jabung (2011-2017) | 39 |
| Tabel 4.2 | Intensitas Hujan Jam-jaman Maksimum Tahunan Stasiun Hujan Jabung (2011-2017) | 40 |
| Tabel 4.3 | Data Intensitas Hujan Jam-jaman Durasi 60 menit setelah Uji *Outliers* | 42 |
| Tabel 4.4 | Rekapitulasi Data Intensitas Hujan Jam-jaman setelah Uji *Outlier* | 42 |
| Tabel 4.5 | Uji Konsistensi Data (*RAPS*) Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung | 43 |
| Tabel 4.6 | Rekapitulasi Uji Konsistensi Data (*RAPS*) Stasiun Hujan Jabung | 45 |
| Tabel 4.7 | Perhitungan Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung | 45 |
| Tabel 4.8 | Perhitungan Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung | 46 |
| Tabel 4.9 | Perhitungan Uji-F Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung | 47 |
| Tabel 4.10 | Rekapitulasi Perhitungan Uji-F Stasiun Hujan Jabung | 47 |
| Tabel 4.11 | Perhitungan Uji-t Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung | 48 |
| Tabel 4.12 | Rekapitulasi Perhitungan Uji-t Derajat Kepercayaan α 5% Stasiun Hujan Jabung | 49 |
| Tabel 4.13 | Perhitungan Uji Persistensi Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung | 49 |
| Tabel 4.14 | Rekapitulasi Perhitungan Uji Persistensi Derajat Kepercayaan α 5% Stasiun Hujan Jabung | 51 |
| Tabel 4.15 | Perhitungan Intensitas Hujan Rancangan Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung | 51 |
| Tabel 4.16 | Intensitas Hujan Rancangan Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung | 52 |
| Tabel 4.17 | Rekapitulasi Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Gumbel | 54 |
| Tabel 4.18 | Perhitungan Intensitas Hujan Rancangan Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung | 56 |
| Tabel 4.19 | Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Log Pearson III Durasi 60 Menit | 55 |

Tabel 4.20 Rekapitulasi Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Log Pearson III .... 56
Tabel 4.21 Batas Kelas berdasarkan Distribusi Gumbel Durasi 60 Menit ..... 57
Tabel 4.22 Perhitungan Chi Square Distribusi Gumbel Durasi 60 Menit ..... 57
Tabel 4.23 Batas Kelas berdasarkan Distribusi Log Pearson III Durasi 60 Menit ... 58
Tabel 4.24 Perhitungan Chi Square Distribusi Log Pearson III Durasi 60 Menit .... 58
Tabel 4.25 Rekapitulasi Uji Chi Square Distribusi Gumbel..... 58
Tabel 4.26 Rekapitulasi Uji Chi Square Distribusi Log Pearson III ..... 59
Tabel 4.27 Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Gumbel Durasi 60 Menit..... 60
Tabel 4.28 Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Log Pearson III Durasi 60 Menit ..... 62
Tabel 4.29 Rekapitulasi Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Gumbel Stasiun Hujan Jabung ..... 63
Tabel 4.30 Rekapitulasi Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Log Pearson III Stasiun Hujan Jabung ..... 63
Tabel 4.31 Rekapitulasi Intensitas Hujan Rancangan Stasiun Hujan Jabung..... 64
Tabel 4.32 Intensitas Hujan Metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun Stasiun Hujan Jabung ..... 65
Tabel 4.33 Rekapitulasi Perhitungan Intensitas Hujan Metode Talbot ..... 66
Tabel 4.34 Data Curah Hujan *Partial Series* Stasiun Hujan Jabung Tahun 2011-2017 (7 Tahun) ..... 67
Tabel 4.35 Curah Hujan Rancangan Stasiun Hujan Jabung ..... 67
Tabel 4.36 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Metode Mononobe ..... 68
Tabel 4.37 Rekapitulasi Intensitas Hujan Metode Mononobe..... 69
Tabel 4.38 Perhitungan Nilai Rt Metode Hasper Der Weduwen ..... 70
Tabel 4.39 Perhitungan Nilai R Metode Hasper Der Weduwen..... 72
Tabel 4.40 Perhitungan Intensitas Hujan Metode Hasper Der Weduwen ..... 72
Tabel 4.41 Rekapitulasi Intensitas Hujan Metode Hasper Der Weduwen ..... 73
Tabel 4.42 Perhitungan Intensitas Hujan Metode Van Breen ..... 75
Tabel 4.43 Rekapitulasi Intensitas Hujan Metode Van Breen..... 76
Tabel 4.44 Rekapitulasi Nilai Intensitas Hujan dalam berbagai Metode Kala Ulang 2 Tahun..... 77
Tabel 4.45 Nilai Deviasi Rata-rata metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun..... 78
Tabel 4.46 Nilai Deviasi Rata-rata metode Mononobe Kala Ulang 2 Tahun..... 79
Tabel 4.47 Nilai Deviasi Rata-rata metode Hasper Der Weduwen Kala Ulang 2 Tahun ..... 79
Tabel 4.48 Nilai Deviasi Rata-rata metode Van Breen Kala Ulang 2 Tahun..... 80
Tabel 4.49 Rekapitulasi Nilai Deviasi Rata-rata setiap Metode dalam berbagai Kala Ulang ..... 81
Tabel 4.50 Nilai Kesalahan Relatif metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun ..... 82
Tabel 4.51 Nilai Kesalahan Relatif metode Mononobe Kala Ulang 2 Tahun ..... 83
Tabel 4.52 Nilai Kesalahan Relatif metode Hasper Der Weduwen Kala Ulang 2 Tahun ..... 83
Tabel 4.53 Nilai Kesalahan Relatif metode Van Breen Kala Ulang 2 Tahun ..... 84
Tabel 4.54 Rekapitulasi Nilai Kesalahan Relatif (Kr) setiap Metode dalam berbagai Kala Ulang ..... 85
Tabel 4.55 Nilai Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun ..... 86
Tabel 4.56 Nilai Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) metode Mononobe Kala Ulang 2 Tahun ..... 87

Tabel 4.57 Nilai Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) metode Hasper Der Weduwen Kala Ulang 2 Tahun ..... 87
Tabel 4.58 Nilai Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) metode Van Breen Kala Ulang 2 Tahun ..... 88
Tabel 4.59 Rekapitulasi Nilai Koefisien *Nash Sutcliffe (ENS)* setiap Metode dalam berbagai Kala Ulang ..... 89
Tabel 4.60 Rekapitulasi Nilai Uji Kesesuaian Metode dalam berbagai Kala Ulang 90
Tabel 4.61 Intensitas Hujan Jam-jaman Maksimum Tahunan setelah diurutkan dari Besar ke Kecil ..... 91
Tabel 4.62 Rekapitulasi Intensitas Hujan Pengamatan berdasarkan Peluang dari Kala Ulang 2 tahun dan 5 tahun ..... 93
Tabel 4.63 Rekapitulasi Intensitas Hujan Metode Talbot dalam berbagai Kala Ulang ..... 93
Tabel 4.64 Perhitungan Deviasi Rata-rata Metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun ..... 94
Tabel 4.65 Perhitungan Deviasi Rata-rata Metode Talbot Kala Ulang 5 Tahun ..... 95
Tabel 4.66 Perhitungan Kesalahan Relatif (Kr) Metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun ..... 95
Tabel 4.67 Perhitungan Kesalahan Relatif (Kr) Metode Talbot Kala Ulang 5 Tahun ..... 96
Tabel 4.68 Perhitungan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) Metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun ..... 97
Tabel 4.69 Perhitungan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) Metode Talbot Kala Ulang 5 Tahun ..... 98
Tabel 4.70 Rekapitulasi Uji Kesesuaian Metode ..... 98
Tabel 4.71 Rekapitulasi Intensitas Hujan Pengamatan berdasarkan Peluang dari Kala Ulang dan Intensitas Hujan Metode Talbot ..... 100

Halaman ini sengaja dikosongkan

# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Hujan banyak memberikan manfaat bagi kehidupan manusia dan makhluk hidup di bumi. Selain memiliki keuntungan bagi makhluk hidup, hujan juga dapat memberi bencana untuk kehidupan. Permasalahan yang sering terjadi di bidang keairan adalah banjir dan kekeringan. Salah satu faktornya adalah pemanasan global yang membuat penyimpangan iklim penghujan dan kemarau yang menjadi tidak stabil rentangnya. Ketika musim penghujan datang secara terus-menerus dapat menyebabkan limpasan permukaan, limpasan ini yang akan menyebabkan banjir di suatu daerah. Curah hujan yang sangat tinggi dan kondisi tanah yang sulit untuk menyerap air atau keadaan tanah yang sudah jenuh untuk proses infiltrasi menyebabkan banjir di suatu daerah. Dua faktor penting yang perlu diketahui sebagai evaluasi sumberdaya air adalah kuantitas dan kualitas air. Hal ini dikatakan penting karena sebagai tolak ukur untuk pertimbangan dalam memanfaatkan sumberdaya air yang ada di suatu daerah.

Limpasan permukaan yang terjadi saat musim penghujan membutuhkan bangunan drainase guna mengurangi dampak negatif. Bangunan drainase yang baik adalah bangunan yang direncanakan dengan baik, dimana dalam perencanaan ini membutuhkan intensitas curah hujan sebagai besaran dalam perhitungan untuk mendapatkan debit banjir rencana. Tetapi jika limpasan permukaan terus terjadi akan mengakibatkan bangunan drainase yang sudah ada tidak dapat menampung debit limpasan yang terjadi akibat hujan yang terus-menerus.

Intensitas curah hujan secara umum berhubungan dengan kejadian dan lamanya hujan disebut dengan Intensitas Durasi Frekuensi. Intensitas curah hujan sendiri merupakan tingginya curah hujan yang terjadi pada saat hujan turun persatuan waktu. Data intensitas curah hujan ini dapat diperoleh dari hasil pencatatan alat ukur hujan otomatis. Data curah hujan yang ada dari tahun-tahun sebelumnya merupakan data yang sangat penting karena dapat digunakan sebagai analisa intensitas curah hujan.

Studi ini juga telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu, diantaranya: Puspasari, dkk (2018) telah melakukan suatu kajian perbandingan perhitungan metode intensitas hujan yang sesuai untuk lingkungan Universitas Brawijaya dengan menggunakan metode Talbot,

Sherman, Ishiguro, dan Mononobe. Adapun hasil yang sesuai untuk diterapkan pada lokasi studi adalah metode Sherman dengan nilai deviasi rata-rata terkecil sebesar 0,335, kesalahan relatif rata-rata sebesar 12,499%, dan koefisien ENS sebasar 0,928; Asbintari, dkk (2016) melakukan studi komparasi metode intensitas hujan yang sesuai untuk kawasan hulu DAS Batang Lubuh Kota Pasir Pangaraian dengan meggunakan metode Talbot, Sherman, dan Ishiguro dengan hasil yang sesuai untuk diterapkan pada lokasi studi adalah metode Sherman dengan nilai deviasi terkecil sebesar 1,935 dan nilai korelasi yang paling baik yaitu 1; Kusuma Dewi, dkk (2015) melakukan suatu kajian persamaan model intensitas hujan di sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Amprong, Kecamatan Kedungkandang, Kota Malang menggunakan metode Talbot, Sherman, dan Ishiguro; Hendri (2015) melakukan analisis metode intensitas hujan pada Stasiun Hujan Pasar Kampar Kabupaten Kampar dengan menggunakan metode Van Breen, Hasper Der Weduwen, Bell-Tanimoto, dan Mononobe dengan hasil metode yang sesuai adalah metode Hasper Der Weduwen dan Van Breen; Fauziyah, dkk (2013) melakukan analisis karakteristik intensitas hujan di Kota Surakarta dengan menggunakan metode Talbot, Sherman, Ishiguro, Mononobe dengan hasil yang sesuai untuk diterapkan pada lokasi studi adalah metode Sherman.

Oleh karena itu, akan dicoba suatu perhitungan dengan beberapa metode intensitas hujan seperti metode Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, dan Van Breen untuk mengetahui metode intensitas hujan yang paling sesuai dengan data di lokasi studi dengan melakukan analisa perbandingan metode intensitas hujan dimana hasil dari perhitungan akan dibandingkan lagi dengan hasil pengukuran intensitas hujan alat ukur pada lokasi studi. Dasar perencanaan drainase yang baik akan menggunakan hasil perhitungan dari metode yang paling tepat.

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan pernyataan Kepala Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD),"melalui situs berita *online* jatim.tribunnews.com tanggal 12 November 2018, menghimbau agar masyarakat di Kabupaten Malang khususnya Kecamatan Jabung dan Lawang untuk selalu waspada karena dua kecamatan ini memiliki intensitas curah hujan yang tinggi dan rawan terjadi banjir dan tanah longsor.

Banjir dan tanah longsor ini dapat menyebabkan kerugian bagi masyarakat sekitar. Terutama pada sekitar lokasi studi sudah banyak terjadi perubahan tata guna lahan menjadi permukiman dan terdapat beberapa pabrik di sekitar lokasi studi. Vegetasi yang berubah menjadi lahan pertanian warga sekitar, dan banyaknya sampah yang ada di saluran drainase

bisa berdampak negatif saat terjadi hujan dengan intensitas yang tinggi. Dimana dapat menyebabkan banjir dan tanah longsor jika tidak dilakukan penanggulangan yang tepat.

Oleh karena itu, dikarenakan belum adanya penelitian terkait pemilihan metode yang tepat di lokasi studi ini, maka dalam analisa ini akan dicoba membuat perbandingan perhitungan metode intensitas curah hujan yang tepat sesuai dengan lokasi studi yang diambil. Terdapat empat metode dalam analisa perbandingan ini yaitu Metode Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, dan Van Breen . Hasil dari analisa perbandingan metode intensitas curah hujan ini akan sangat bermanfaat dalam perencanaan dan pengelolaan sumber daya air di suatu wilayah khususnya di wilayah lokasi studi yaitu Stasiun Jabung, Desa Jabung, Kabupaten Malang, Jawa Timur.

## 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang dibahas maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah hasil perhitungan Intensitas Hujan Empiris Metode Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, Van Breen dan Intensitas Hujan Pengamatan pada lokasi studi dalam berbagai durasi dan kala ulang?
2. Bagaimanakah hasil perbandingan antara Intensitas Hujan Empiris Metode Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, Van Breen dan Intensitas Hujan Pengamatan pada lokasi studi dalam berbagai durasi dan kala ulang?
3. Bagaimanakah hasil kurva IDF untuk metode terpilih dalam berbagai durasi dan kala ulang?

## 1.4 Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang dibahas maka diperoleh batasan masalah sebagai berikut:

1. Metode yang digunakan pada lokasi studi adalah Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, dan Van Breen.
2. Data curah hujan jam-jaman dan harian didapatkan dari stasiun hujan Jabung, Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang.
3. Analisa metode intensitas hujan dilakukan pada setiap durasi hujan tertentu untuk setiap kala ulang kejadian hujan selama 7 tahun (2011-2017).
4. Durasi yang digunakan adalah 60 menit, 120 menit, 180 menit, 240 menit, 300 menit.
5. Kala ulang yang digunakan adalah 2, 5, 10, 20, dan 25 tahun.

## 1.5 Tujuan

Tujuan yang dapat diperoleh dari studi ini adalah memperoleh hasil perhitungan Intensitas Hujan Empiris Metode Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, Van Breen dan Intensitas Hujan Pengamatan, memperoleh hasil perbandingan antara Intensitas Hujan Empiris Metode Mononobe dan Talbot dan Intensitas Hujan Pengamatan dalam berbagai durasi dan kala ulang, mengetahui bentuk kurva IDF dari metode terpilih dalam berbagai durasi dan kala ulang. Sedangkan manfaat yang dapat diperoleh dari studi ini adalah dapat memberikan keakuratan dalam memprediksi intensitas hujan yang sesuai dengan lokasi studi yaitu stasiun hujan Jabung dan sekitarnya, dapat digunakan sebagai dasar perencanaan drainase di daerah lokasi studi dan sekitarnya, dan menambah wawasan penulis dalam melaksanakan studi ini.

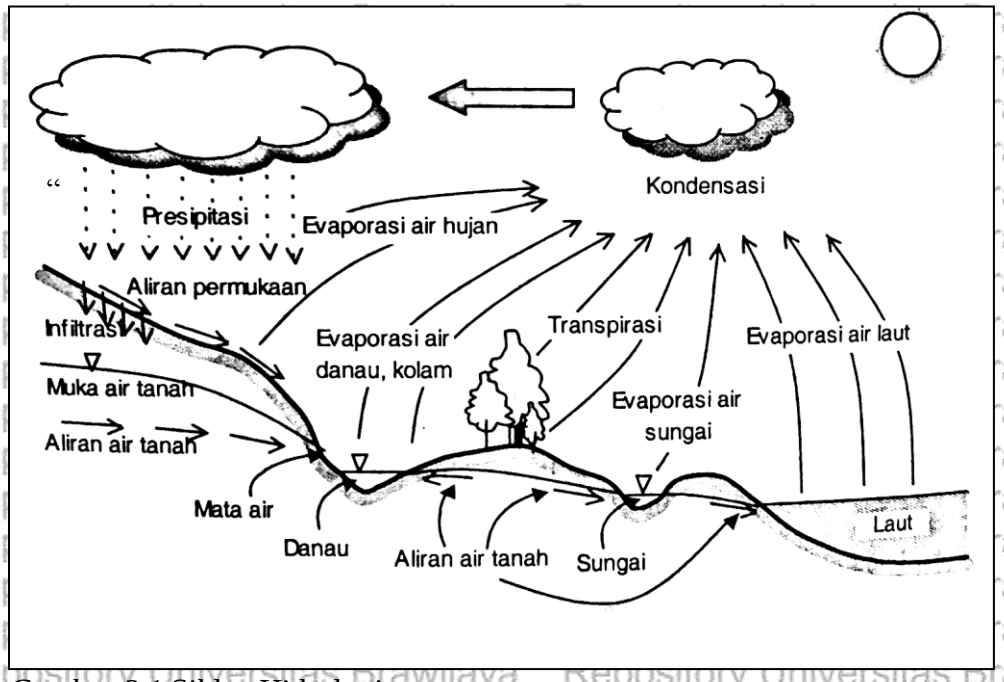
Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Analisis Hidrologi

### 2.1.1 Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi merupakan proses kontinyu dimana air bergerak dari bumi ke atmosfer dan kemudian kembali ke bumi lagi. Air di permukaan tanah, sungai, danau, dan laut menguap ke udara. Uap air tersebut bergerak dan naik ke atmosfer yang kemudian mengalami kondensasi dan berubah menjadi titik-titik air yang berbentuk awan. Selanjutnya titik-titik air tersebut jatuh sebagai hujan ke permukaan laut dan daratan. Hujan yang jatuh sebagian tertahan oleh tumbuh-tumbuhan dan selebihnya sampai ke permukaan tanah. Sebagian air hujan yang sampai ke permukaan tanah akan meresap ke dalam tanah (infiltrasi) dan sebagian lainnya mengalir di atas permukaan tanah (aliran permukaan atau *surface runoff)* mengisi cekungan tanah, danau, dan masuk ke sungai dan akhirnya mengalir ke laut. Air yang meresap ke dalam tanah sebagian mengalir di dalam tanah (perkolasi) mengisi air tanah yang kemudian keluar sebagai mata air atau mengalir ke sungai. Akhirnya aliran air di sungai akan sampai ke laut. Proses tersebut berlangsung terus menerus yang disebut siklus hidrologi (Triatmodjo, 2010, p.2-4).




*Gambar 2.1* Siklus Hidrologi
Sumber: Suripin (2010,p.20)

### 2.1.2 Presipitasi

Presipitasi adalah istilah umum untuk menyatakan uap air yang mengkondensasi dan jatuh dari atmosfer ke bumi dalam segala bentuknya dalam rangkaian siklus hidrologi. Jika air yang jatuh berbentuk cair disebut hujan (*rainfall*) dan jika berupa padat disebut salju (*snow*) (Suripin,2004,p.22).

Komponen paling penting dalam siklus hidrologi adalah hujan. Air hujan yang tiba di permukaan tanah akan masuk ke dalam tanah (infiltrasi). Bagian lain yang yang merupakan kelebihan akan mengisi lekuk-lekuk permukaan tanah, kemudian mengalir ke daerah yang rendah, masuk ke sungai-sungai dan akhirnya ke laut. Sebagian air yang masuk ke dalam tanah keluar kembali segera ke sungai-sungai disebut aliran intra (*interflow*), sebagian besar akan tersimpan sebagai air tanah (*groundwater*) yang akan keluar sedikit demi sedikit dalam jangka waktu yang lama ke permukaan tanah di daerah yang rendah yang disebut limpasan air tanah (*groundwater runoff*).

Jadi, sungai itu mengumpulkan 3 jenis limpasan, yakni limpasan permukaan (*surface runoff*), aliran intra (*interflow*) dan limpasan air tanah (*groundwater runoff*) yang akan mengalir ke laut (Sosrodarsono & Takeda,2006).

Menurut Martha *et al* (1993,p.18) memaparkan faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya hujan diantaranya:

a. Adanya uap air di atmosfer
b. Faktor-faktor meteorologi
c. Lokasi daerah
d. Rintangan yang disebabkan oleh gunung dan lain-lain

Soemarto (1987,p.23) dalam bukunya Hidrologi Teknik mengungkapkan bahwa ada 5 unsur hujan yang harus ditinjau diantaranya adalah:

a. Intensitas, adalah laju hujan atau tinggi air persatuan waktu misalnya mm/menit, mm/jam, mm/hari.
b. Lama waktu (*duration*), adalah lamanya curah hujan (durasi) dalam menit atau jam.
c. Tinggi hujan, adalah jumlah atau banyaknya hujan yang dinyatakan dalam ketebalan air di atas permukaan datar dalam mm.
d. Frekuensi, adalah frekuensi kejadian, biasanya dinyatakan dengan waktu ulang (*return period*) misalnya sekali dalam *T* tahun.
e. Luas, adalah luas geografis curah hujan.

### 2.1.3 Tipe Hujan

Menurut Triatmodjo (2010,p.18-19) hujan terjadi karena udara basah yang naik ke atmosfer mengalami pendinginan sehingga terjadi proses kondensasi. Naiknya udara ke atas dapat terjadi secara siklonik, orografik, dan konvektif. Berikut tipe hujan dibedakan menurut cara naiknya udara ke atas:

1. Hujan Konvektif

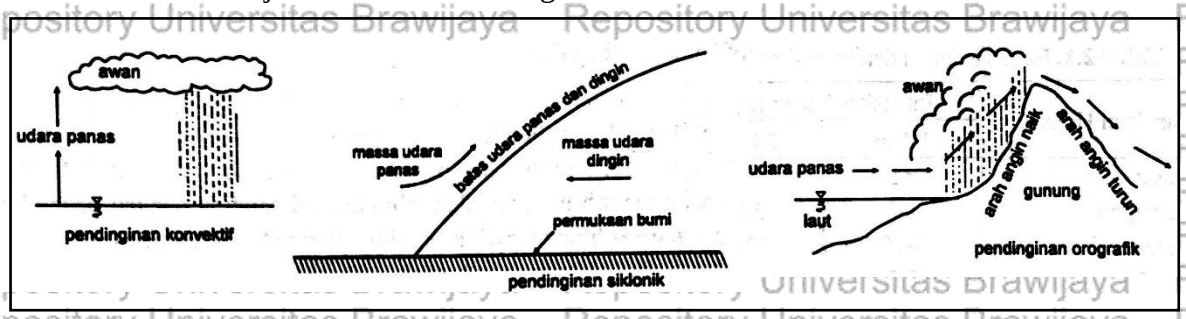
Di daerah tropis pada musim kemarau udara yang berada di dekat permukaan tanah mengalami pemanasan yang intensif. Pemanasan tersebut menyebabkan rapat massa udara berkurang, sehingga udara basah naik ke atas dan mengalami pendinginan sehingga terjadi kondensasi dan hujan. Hujan yang terjadi karena proses ini disebut hujan konvektif, yang biasanya bersifat setempat, mempunyai intensitas tinggi dan durasi singkat.

2. Hujan Siklonik

Jika massa udara panas relatif ringan bertemu dengan massa udara dingin yang relatif berat, maka udara panas tersebut akan bergerak di atas udara dingin. Udara yang bergerak ke atas tersebut mengalami pendinginan sehingga terjadi kondensasi dan terbentuk awan dan hujan. Hujan yang terjadi disebut hujan siklonik, yang mempunyai sifat tidak terlalu lebat dan berlangsung dalam waktu yang lebih lama.

3. Hujan Orografis

Udara lembab yang tertiup angin dan melintasi daerah pegunungan akan naik dan mengalami pendinginan, sehingga terbentuk awan dan hujan. Sisi gunung yang dilalui oleh udara tersebut banyak mendapatkan hujan dan disebut lereng hujan, sedang sisi belakangnya yang dilalui udara kering (uap air telah menjadi huja di lereng hujan) disebut lereng bayangan hujan. Daerah tersebut tidak permanen dan dapat berubah tergantung musim (arah angin). Hujan ini terjadi di daerah pegunungan (Hulu DAS), dan merupakan pemasok air tanah, danau, bendungan, dan sungai. Dari ketiga tipe hujan di atas, yang banyak terjadi di Indonesia adalah hujan konvektif dan orografis.




*Gambar 2.2* Tipe Hujan
Sumber: Triatmodjo (2010,p.19)

## 2.2 Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah jumlah hujan persatuan waktu yang dinyatakan dalam mm/jam (Hadisusanto,2010,p.28). intensitas curah hujan dinotasikan dengan huruf *I*. Data intensitas curah hujan dapat diperoleh dari pengukuran alat ukur hujan otomatis. Dari hasil pencatatan data curah hujan pada alat ukur hujan otomatis dapat diperoleh data curah hujan dengan jangka waktu yang pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60 menit, dan jam-jaman. Data intensitas hujan yang paling baik dapat diperoleh melalui analisa grafik alat ukur hujan otomatis karena menggambarkan langsung pola penyebaran intensitas hujan daerah sekitarnya.

Menurut Fauziyah, dkk, durasi hujan umumnya hujan lebat terjadi pada waktu yang pendek (5 atau 4 jam) dan sebaliknya hujan yang lama, misalnya 12 jam memiliki intensitas hujan yang kecil (rintik-rintik). Sobriyah (2003) juga menyatakan bahwa durasi hujan yang mengakibatkan banjir lebih sering terjadi selama 4 jam.

Menurut Sosrodarsono & Takeda (2006,p.32), besarnya intensitas curah hujan itu berbeda-beda yang disebabkan oleh lamanya curah hujan atau frekuensi kejadiannya. Berikut metode yang umum digunakan dalam menghitung intensitas curah hujan:

**1. Metode Pengamatan**

Intensitas curah hujan rata-rata dalam *t* jam dinyatakan dengan rumus:

$$I_t = \frac{R_t}{t} \quad \text{..... (2-1)}$$

dengan:

*It* = Intensitas curah hujan (mm/jam)
*Rt* = Curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)
*t* = Lamanya curah hujan (jam)

**2. Metode Talbot**

Rumus ini dikemukakan oleh Prof. Talbot dalam tahun 1881 dan disebut jenis Talbot. Rumus ini banyak digunakan karena mudah diretapkan dimana tetapan-tetapan *a* dan *b* ditentukan dengan harga-harga yang diukur. Metode ini cocok untuk curah hujan yang terjadi selama 5 menit sampai 2 jam. Persamaan ini dinyatakan dengan rumus kuadrat terkecil (*least square*) sebagai berikut:

$$I = \frac{a}{t+b} \quad \text{..... (2-2)}$$

$$a = \frac{\left(\sum I \cdot t\right)\left(\sum I^2\right) - \left(\sum I^2 \cdot t\right)\left(\sum I\right)}{n\left(\sum I^2\right) - \left(\sum I\right)\left(\sum I\right)} \quad \text{..... (2-3)}$$

$$b = \frac{(\sum I)(\sum I \cdot t) - (n)(\sum I^2 \cdot t)}{n(\sum I^2) - (\sum I)(\sum I)} \quad \text{..... (2-4)}$$

dengan:

$I$ = Intensitas curah hujan (mm/jam)

$t$ = Lamanya curah hujan (menit)

$a, b$ = Konstanta yang tergantung lamanya curah hujan yang terjadi di daerah aliran

**3. Metode Mononobe**

Rumus ini disebut rumus Mononobe dan merupakan sebuah variasi dari rumus Talbot, Sherman, dan Ishiguro yang merupakan rumus-rumus intensitas curah hujan untuk curah hujan jangka pendek. Rumus Mononobe sering digunakan dalam metode rasional dan digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan setiap waktu berdasarkan data curah hujan harian. Rumus intensitas curah hujan Mononobe sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24}\left(\frac{24}{t}\right)^m \quad \text{..... (2-5)}$$

dengan:

$I$ = intensitas curah hujan (mm/jam)

$R_{24}$ = curah hujan harian maksimum dalam 24 jam (mm)

$t$ = lamanya curah hujan (jam)

$m$ = konstanta (0,667)

**4. Metode Hasper Der Weduwen**

Metode Hasper Der Weduwen merupakan hasil dari penelitian yang dilakukkan oleh Hasper dan Der Weduwen di Indonesia. Penurunan rumus diperoleh dari kecenderungan curah hujan harian yang dikelompokkan atas dasar anggapan bahwa curah hujan memiliki distribusi yang simetris dengan durasi curah hujan lebih kecil dari 1 jam dan durasi curah hujan dari 1 sampai 24 jam. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Untuk $0 < t \leq 1$ jam

$$R = \sqrt{\frac{11300}{t + 3{,}12}} \times \left[\frac{Ri}{100}\right] \quad \text{..... (2-6)}$$

- Untuk $0 < t \leq 24$ jam

$$R = \sqrt{\frac{11300}{t + 3{,}12}} \times \left[\frac{Xi}{100}\right] \quad \text{..... (2-7)}$$

$$Ri = Xi\left(\frac{1218t+54}{Xi(1-t)+1272t}\right) \quad \text{..... (2-8)}$$

Sedangkan untuk menentukan intensitas hujan adalah:

$$I = \frac{R}{t} \quad \text{..... (2-9)}$$

dengan:

$I$ = Intensitas curah hujan (mm/jam)

$t$ = Lamanya curah hujan (jam)

$R$ = Curah hujan menurut Hasper Der Weduwen

$Xi$ = Curah hujan harian maksimum yang terpilih (mm/hari)

**5. Metode Van Breen**

Penurunan rumus yang dilakukan oleh Van Breen di Indonesia didasrkan atas anggapan bahwa lamanya durasi hujan yang terjadi di Pulau Jawa adalah selama 4 jam dengan hujan efektif sebesar 90% dari jumlah curah hujan selama 24 jam. Dengan perasaman sebagai berikut:

$$I_T = \frac{54R_T + 0{,}007R_T^2}{t_c + 0{,}3R_T} \quad \text{..... (2-10)}$$

dengan:

$I_T$ = Intensitas curah hujan pada suatu periode ulang (mm/jam)

$R_{24}$ = Curah hujan harian maksimum pada suatu periode ulang (mm/hari)

$t_c$ = Waktu konsentrasi (menit)

**2.3 Uji *Outliers***

*Outliers* adalah data yang menyimpang cukup jauh dari *trend* kelompoknya. Keberadaan *outliers* biasanya dianggap mengganggu pemilihan jenis distribusi suatu sampel data, sehingga *outliers* ini perlu dihilangkan (Chow,1988,p.403). Persamaan yang digunakan untuk menetapkan batas atas dan bawah *outliers* adalah:

$$y_H = \bar{y} + K_n \cdot S_y \quad \text{..... (2-11)}$$

$$y_L = \bar{y} - K_n \cdot S_y \quad \text{..... (2-12)}$$

dengan:

$y_H$ = Nilai ambang atas

$y_L$ = Nilai ambang bawah

$\bar{y}$ = Nilai rata-rata

$s_y$ = Simpangan baku dari logaritma terhadap sampel

$K_n$ = Besaran yang tergantung pada jumlah sampel data (pada lampiran tabel *outliers*)

$n$ = Jumlah sampel data

Data yang nilainya diluar $y_H$ dan $y_L$ diklasifikasikan sebagai *outliers*. Berikut tabel nilai $K_n$ pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1
Nilai Kn untuk Uji *Outliers*

| Jumlah Data | $K_n$ | Jumlah Data | $K_n$ | Jumlah Data | $K_n$ | Jumlah Data | $K_n$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | 2,036 | 24 | 2,467 | 38 | 2,661 | 60 | 2,837 |
| 11 | 2,088 | 25 | 2,468 | 39 | 2,671 | 65 | 2,866 |
| 12 | 2,134 | 26 | 2,502 | 40 | 2,681 | 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 |
| 15 | 2,247 | 29 | 2,549 | 43 | 2,710 | 85 | 2,961 |
| 16 | 2,279 | 30 | 2,563 | 44 | 2,719 | 90 | 2,981 |
| 17 | 2,309 | 31 | 2,577 | 45 | 2,717 | 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 | 2,618 | 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: Chow (1988,p.404)

## 2.4 Uji Statistik Data

### 2.4.1 Uji Konsistensi Data Hujan

Metode pengujian data debit yang dapat digunakan adalah metode RAPS (*Rescaled Adjusted Partial Sums*). Secara umum metode ini dilakukan untuk melihat adanya loncatan (*jump*) nilai rata-rata data (*mean*) pada pengujian statistik. Berikut merupakan langkah perhitungan metode RAPS (Harto,2009,p.39).

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

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i}{n} \quad \text{.....( 2-13 )}$$

2. Menghitung nilai *Sk**

$$Sk^* = \sum_{i=1}^{n} \left(P_i - \bar{P}\right) \quad \text{.....( 2-14 )}$$

3. Menghitung nilai $Dy^2$

$$Dy^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(P_i - \bar{P}\right)^2}{n} \quad \text{.....( 2-15 )}$$

4. Menghitung nilai *Dy*

$$Dy = \sqrt{Dy^2} \quad \text{.....(2-16)}$$

5. Menghitung nilai *Sk***

$$Sk^{**} = \frac{Sk^{*}}{Dy} \quad \text{.....(2-17)}$$

6. Menghitung nilai $|Sk^{**}|$
7. Menentukan nilai *Sk**maksimum*
8. Mentukan nilai *Sk**minimum*
9. Menghitung nilai *Q*, kemudian menghitung $\frac{Q}{\sqrt{n}}$

$$Q = Sk^{**}_{maks} \quad \text{.....(2-18)}$$

10. Menghitung nilai *R*, kemudian menghitung $\frac{R}{\sqrt{n}}$

$$R = Sk^{**}_{maks} - Sk^{**}_{\min} \quad \text{.....(2-19)}$$

Hasil perhitungan $Q/\sqrt{n}$ dan $R/\sqrt{n}$ dibandingkan dengan nilai $Q/\sqrt{n}_{kritis}$ dan $R/\sqrt{n}_{kritis}$ yang didapatkan dari tabel. 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 dalam batasan konsisten.

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

| *n* | *Q*/√*n* | | | *R*/√*n* | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 90% | 95% | 99% | 90% | 95% | 99% |
| 10 | 1,05 | 1,14 | 1,29 | 1,21 | 1,28 | 1,38 |
| 20 | 1,10 | 1,22 | 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 | 1,27 | 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, (2009,p.41)

### 2.4.2 Uji Ketidakadaan *Trend*

Deret berkala yang nilainya menunjukkan gerakan yang berjangka panjang dan mempunyai kecendrungan menuju kesatu arah, arah menaik atau menurun disebut dengan pola atau *trend* (*trend*). *Trend* musim sering disebut dengan variasi musim (*seasonal trend atau seasonal variation*) dan hanya menunjukkan gerakan dalam jangka waktu satu tahun saja. Variasi muism dari suatu variabel hidrologi umumnya dipengaruhi oleh kondisi iklim. Variasi acak umumnya gerakan yang disebabkan oleh faktor kebetulan (*chance factor*), misalnya banjir besar, dan umumnya variasi acak sulit untuk diramal waktu kejadiannya.

Apabila dalam deret berkala menunjukkan adanya *trend* maka datanya tidak disarankan untuk beberapa analisis hidrologi, misalnya analisis peluang dan simulasi. Apabila deret berkala itu menunjukkan adanya *trend*, maka analisis hidrologi harus mengikuti garis *trend* yang dihasilkan, misalnya analisis regresi atau analisis rata-rata bergerak. Ketidakadaan *trend* dapat diuji dengan banyak cara. Secara visual dapat ditentukan dengan menggambarkan deret berkala dalam kertas grafik arithmatik. Berikut beberapa metode statistik yang dapat digunakan untuk menguji ketidakadaan *trend* dalam deret berkala (Soewarno,1995,p.85):

**2.4.2.1 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 adalah dengan menggunakan koefisien korelasi peringkat metode Spearman, yang dirumuskan sebagai berikut:

$$KP = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{n}(dt)^2}{n^3 - n} \quad \text{.....( 2-20 )}$$

$$t = KP \cdot \left[\frac{n-2}{1-KP^2}\right]^{0,5} \quad \text{.....( 2-21 )}$$

dengan:

*KP* = koefisien korelasi peringkat dari Spearman

*n* = jumlah data

*dt* = *Rt* - *Tt*

*Tt* = peringkat dari waktu

*Rt* = peringkat dari variabel hidrologi dalam deret berkala

*Tt* = nilai distribusi *t*

Uji-T digunakan untuk menentukan apakah variabel waktu dan variabel hidrologi itu saling tergantung (*dependent*) atau tidak tergantung (*independent*). Dalam hal ini yang diuji adalah *Tt* dan *Rt*.

Tabel 2.3
Nilai *tc* untuk Pengujian Distribusi Normal

| Derajat Kepercayaan (α) | 0,1 | | 0,05 | | 0,01 | | 0,015 | | 0,002 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Uji Satu Sisi | atau | - 1,28<br>+ 1,28 | atau | -1,645<br>+1,645 | atau | - 2,33<br>+2,33 | atau | -2,58<br>+2,58 | atau | - 2,88<br>+ 2,88 |
| Uji Dua Sisi | atau | - 1,645<br>+ 1,645 | atau | - 1,96<br>+ 1,96 | atau | - 2,58<br>+ 2,58 | atau | - 2,81<br>+ 2,81 | atau | - 3,08<br>+ 3,08 |

Sumber: Bornier, 1981

### 2.4.3 Uji Stasioner

Setelah dilakukan pengujian ketidakadaan *trend* apabila deret berkala tersebut tidak menunjukkan adanya *trend* sebelum data deret berkala digunakan untuk analisis lanjutan harus dilakukan uji stasioner. Apabila menunjukkan adanya *trend* maka deret berkala tersebut dapat dilakukan analisis menurut garis *trend* yang dihasilkan. Analisis garis *trend* dapat menggunakan analisis regresi. Model matematik yang digunakan untuk analisis regresi tergantung dari kecendrungan garis *trend* yang dihasilkan. Apabila menunjukkan tidak ada garis *trend* maka uji stasioner dimaksudkan untuk menguji kestabilan nilai varian dan rata-rata dari deret berkala. Pengujian nilai varian dari deret berkala dapat dilakukan dengan Uji-F, dengan persamaan:

$$F = \frac{N_1 S_1^{\,2}(N_2 - 1)}{N_2 S_2^{\,2}(N_1 - 1)} \quad \text{.....(2-22)}$$

dengan:

$F$ = distribusi F

$N_1$ = jumlah sampel kelompok sampel ke 1

$N_2$ = jumlah sampel kelompok sampel ke 2

$S_1$ = deviasi standar kelompok sampel ke 1

$S_2$ = deviasi standar kelompok sampel ke 2

Tabel 2.4
Nilai Kritis Fc untuk Distribusi F

| dk2=V2 | dk1 = V1 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1 | 161, 40 | 199,50 | 215,70 | 224,60 | 230,20 | 234,00 | 236,80 | 238,90 | 240,50 |
| 2 | 18,51 | 19,00 | 19,16 | 19,25 | 19,30 | 19,33 | 19,35 | 19,37 | 19,38 |
| 3 | 10,13 | 9,55 | 9,28 | 9,12 | 9,01 | 8,94 | 8,89 | 8,85 | 8,81 |
| 4 | 7,71 | 6,94 | 6,59 | 6,39 | 6,26 | 6,16 | 6,09 | 6,04 | 6,00 |
| 5 | 6,61 | 5,79 | 5,41 | 5,19 | 5,05 | 4,95 | 4,88 | 4,82 | 4,77 |
| 6 | 5,99 | 5,14 | 4,76 | 4,53 | 4,39 | 4,28 | 4,21 | 4,15 | 4,10 |
| 7 | 5,59 | 4,74 | 4,35 | 4,12 | 3,97 | 3,87 | 3,79 | 3,37 | 3,68 |
| 8 | 5,32 | 4,46 | 4,07 | 3,84 | 3,69 | 3,58 | 3,50 | 3,44 | 3,39 |
| 9 | 5,12 | 4,26 | 3,86 | 3,63 | 3,48 | 3,37 | 3,29 | 3,23 | 3,18 |
| 10 | 4,96 | 4,10 | 3,71 | 3,48 | 3,33 | 3,22 | 3,14 | 3,07 | 3,02 |
| 11 | 4,84 | 3,98 | 3,59 | 3,36 | 3,20 | 3,09 | 3,01 | 2,95 | 2,90 |
| 12 | 4,75 | 3,89 | 3,49 | 3,26 | 3,11 | 3,00 | 2,91 | 2,85 | 2,80 |
| 13 | 4,67 | 3,81 | 3,41 | 3,18 | 3,03 | 2,92 | 2,83 | 2,77 | 2,71 |
| 14 | 4,60 | 3,74 | 3,34 | 3,11 | 2,96 | 2,85 | 2,76 | 2,70 | 2,65 |
| 15 | 4,54 | 3,68 | 3,29 | 3,06 | 2,90 | 2,79 | 2,71 | 2,64 | 2,59 |
| 16 | 4,49 | 3,63 | 3,24 | 3,01 | 2,85 | 2,74 | 2,66 | 2,59 | 2,54 |
| 17 | 4,45 | 3,59 | 3,20 | 2,96 | 2,81 | 2,70 | 2,61 | 2,55 | 2,49 |

Lanjutan Tabel 2.4
Nilai Kritis Fc untuk Distribusi F

| dk2=V2 | dk1 = V1 | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 18 | 4,41 | 3,55 | 3,16 | 2,93 | 2,77 | 2,66 | 2,58 | 2,51 | 2,46 |
| 19 | 4,38 | 3,52 | 3,13 | 2,90 | 2,74 | 2,63 | 2,54 | 2,48 | 2,42 |
| 20 | 4,35 | 3,49 | 3,10 | 2,87 | 2,71 | 2,60 | 2,51 | 2,45 | 2,39 |
| 21 | 4,32 | 3,47 | 3,07 | 2,84 | 2,68 | 2,57 | 2,49 | 2,42 | 2,37 |
| 22 | 4,30 | 3,44 | 3,05 | 2,82 | 2,66 | 2,55 | 2,46 | 2,40 | 2,34 |
| 23 | 4,28 | 3,42 | 3,03 | 2,80 | 2,64 | 2,53 | 2,44 | 2,37 | 2,32 |
| 24 | 4,26 | 3,40 | 3,01 | 2,78 | 2,62 | 2,51 | 2,42 | 2,36 | 2,30 |
| 25 | 4,24 | 3,39 | 2,99 | 2,76 | 2,60 | 2,49 | 2,40 | 2,34 | 2,28 |
| 26 | 4,23 | 3,37 | 2,98 | 2,74 | 2,59 | 2,47 | 2,39 | 2,32 | 2,27 |
| 27 | 4,21 | 3,35 | 2,96 | 2,73 | 2,57 | 2,46 | 2,37 | 2,31 | 2,25 |
| 28 | 4,20 | 3,34 | 2,95 | 2,71 | 2,56 | 2,45 | 2,36 | 2,29 | 2,24 |
| 29 | 4,18 | 3,33 | 2,93 | 2,70 | 2,55 | 2,43 | 2,35 | 2,28 | 2,22 |
| 30 | 4,17 | 3,32 | 2,92 | 2,69 | 2,53 | 2,42 | 2,33 | 2,27 | 2,21 |
| 40 | 4,08 | 3,23 | 2,84 | 2,61 | 2,45 | 2,34 | 2,25 | 2,18 | 2,12 |
| 60 | 4,00 | 3,15 | 2,76 | 2,53 | 2,37 | 2,25 | 2,17 | 2,10 | 2,04 |
| 120 | 3,92 | 3,07 | 2,68 | 2,45 | 2,29 | 2,17 | 2,09 | 2,02 | 1,96 |
| inf | 3,84 | 3,00 | 2,60 | 2,37 | 2,21 | 2,10 | 2,01 | 1,94 | 1,88 |

Sumber: Soewarno (1995,p,81)

Data deret berkala dibagi menjadi dua kelompok atau lebih, setiap dua kelompok diuji menggunakan Uji-F. Apabila hasil pengujian ternyata hipotesis nol ditolak, berarti nilai varian tidak stabil atau tidak homogen. Deret berkala yang nilai variannya tidak homogen berarti deret berkala tersebut tidak stasioner, dan tidak perlu melakukan pengujian lanjutan.

Akan tetapi bila hipotesis nol untuk nilai varian tersebut menunjukkan stasioner, maka pengujian lanjutan adalah menguji kestabilan nilai rata-ratanya. Untuk rata-rata deret berkala bila datanya dianggap sebuah populasi maka dapat dilakukan pengujian dengan menggunakan Uji-t, dengan persamaan:

$$t = \frac{\left| X_{rerata.1} - X_{rerata.2} \right|}{\sigma \left| \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right|^{0,5}} \quad \text{.....( 2-23 )}$$

$$\sigma = \left| \frac{N_1 S_1^{\,2} + N_2 S_2^{\,2}}{N_1 + N_2 - 2} \right|^{0,5} \quad \text{.....( 2-24 )}$$

dengan:

$t$ = variabel $t$ terhitung

$X_{rerata1}$ = rata-rata hitung sampel set ke 1

$X_{rerata}2$ = rata-rata hitung sampel set ke 2

$N_1$ = jumlah sampel set ke 1

$N_2$ = jumlah sampel set ke 2

$S_1^2, S_2^2$ = varian sampel set ke 1 dan ke 2

$d_k$ = derajat kebebasan = $N_1 + N_2 - 2$

Tabel 2.5
Nilai Kritis *tc* untuk Distribusi-t

| dk | Derajat Kepercayaan (alpha) | | | | | dk | Derajat Kepercayaan (alpha) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10% | 5% | 2,50% | 1% | 0,50% | | 10% | 5% | 2,50% | 1% | 0,50% |
| | 0,1 | 0,05 | 0,025 | 0,01 | 0,005 | | 0,1 | 0,05 | 0,025 | 0,01 | 0,005 |
| 1 | 3.078 | 6.314 | 12.706 | 31.821 | 63.657 | 16 | 1.337 | 1.746 | 2.120 | 2.583 | 2.921 |
| 2 | 1.886 | 2.920 | 4.303 | 6.965 | 9.925 | 17 | 1.333 | 1.740 | 2.110 | 2.567 | 2.898 |
| 3 | 1.638 | 2.353 | 3.182 | 4.541 | 5.841 | 18 | 1.330 | 1.734 | 2.101 | 2.552 | 2.878 |
| 4 | 1.533 | 2.132 | 2.776 | 3.747 | 4.604 | 19 | 1.328 | 1.729 | 2.093 | 2.539 | 2.861 |
| 5 | 1.476 | 2.051 | 2.571 | 3.365 | 4.032 | 20 | 1.325 | 1.725 | 2.086 | 2.528 | 2.845 |
| 6 | 1.440 | 1.043 | 2.447 | 3.143 | 3.707 | 21 | 1.323 | 1.721 | 2.080 | 2.518 | 2.831 |
| 7 | 1.415 | 1.895 | 2.365 | 2.998 | 3.499 | 22 | 1.321 | 1.717 | 2.074 | 2.508 | 2.819 |
| 8 | 1.397 | 1.860 | 2.306 | 2.896 | 3.355 | 23 | 1.319 | 1.714 | 2.069 | 2.500 | 2.807 |
| 9 | 1.383 | 1.833 | 2.262 | 2.821 | 3.250 | 24 | 1.318 | 1.711 | 2.064 | 2.492 | 2.797 |
| 10 | 1.372 | 1.812 | 2.228 | 2.764 | 3.169 | 25 | 1.316 | 1.708 | 2.060 | 2.485 | 2.787 |
| 11 | 1.363 | 1.796 | 2.201 | 2.718 | 3.106 | 26 | 1.315 | 1.706 | 2.056 | 2.479 | 2.779 |
| 12 | 1.356 | 1.782 | 2.179 | 2.681 | 3.055 | 27 | 1.314 | 1.703 | 2.052 | 2.473 | 2.771 |
| 13 | 1.350 | 1.771 | 2.160 | 2.650 | 3.012 | 28 | 1.313 | 1.701 | 2.048 | 2.467 | 2.763 |
| 14 | 1.345 | 1.761 | 2.145 | 2.624 | 2.977 | 29 | 1.311 | 1.699 | 2.045 | 2.462 | 2.756 |
| 15 | 1.341 | 1.753 | 2.131 | 2.602 | 2.947 | inf | 1.282 | 1.645 | 1.960 | 2.326 | 2.576 |

Sumber: Soewarno, (1995,p.77)

Seperti dalam pengujian kestabilan nilai varian, maka dalam pengujian nilai rata-rata, data deret berkala dibagi menjadi dua kelompok atau lebih. Setian pasangan dua kelompok diuji. Apabila dalam pengujian ternyata hiotesis nol ditolak, berarti nilai rata-rata setiap dua kelompok tidak homogen dan deret berkala tersebut tidak stasioner pada derajat kepercayaan tertentu.

Analisis hidrologi lanjutan seperti analisis peluang, atau simulasi dapat dilakukan pada bagian atau pada seluruh rangkaian deret berkala yang tidak mengandung *trend* dan stasioner, tahap selanjutnya adalah melakukan Uji Persistensi.

### 2.4.4 Uji Persistensi

Anggapan bahwa data berasal dari sampel acak harus diuji, yang umumnya merupakan pesyaratan dalam analisis distribusi peluang. Persistensi (*persistence*) adalah ketidak tergantungan dari setiap nilai dalam deret berkala. Untuk melaksanakan pengujian persistensi harus dihitung besarnya koefisien korelasi serial. Salah satu metode untuk menentukan koefisien korelasi serial adalah dengan metode spearman. Koefisien korelasi serial metode spearman dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$KS = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{m}(di)^2}{m^3 - m} \quad \text{.....(2-25)}$$

$$t = KS - \left[\frac{m-2}{1-KS^2}\right]^{0,5} \quad \text{.....(2-26)}$$

dengan:

$KS$ = koefisien korelasi serial

$m$ = $N$ - 1

$N$ = jumlah data

$d_i$ = 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 (umumnya 5% ditolak, atau 95% diterima)

**2.5 Analisa Frekuensi**

Analisa frekuensi merupakan metode yang digunakan untuk memperkirakan nilai suatu hujan ataupun debit. Dalam perencanaan dan perancangan bangunan air, sering kali diperlukan besaran-besaran tertentu baik besaran hujan atau debit yang akan digunakan sebagai besaran rancangan (*design value*) (Harto,2009,p.267). Semakin baik data yang tersedia, dalam artian kuantitatif dan kualitatif memberikan kemungkinan penggunaan cara analisis yang diharapkan dapat memberikan hasil perkiraan data hidrologi yang lebih baik.

Analisa frekuensi digunakan untuk memperkirakan apakah suatu nilai akan disamai atau dilampaui pada kala ulang tertentu. Jadi, tidak ada pengertian bahwa kejadian tersebut akan berulang secara teratur setiap kala ulang.

Analisa frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data yang tersedia unutk memperoleh probabilitas besaran hujan (debit) di masa yang akan datang. Berdasarkan hal tersebut maka berarti bahwa sifat statistik data yang akan datang diandaikan masih sama dengan sifat klimatologis, dan sifat hidrologis DAS diharapkan masih tetap sama. Hal terakhir ini yang tidak dapat diketahui sebelumnya, terlebih jika berkaitan dengan tingkat aktivitas manusia.

Penerapan seri data yang dapat dilakukan dalam analisa ada dua cara, yaitu:

1. Cara pertama, dilakukan dengan mengambil satu data maksimum setiap tahun, yang bararti jumlah data dalam seri akan sama dengan panjang data yang tersedia. Hal ini berarti pula bahwa hanya besaran maksimum tiap tahun saja yang dianggap berpengaruh dalam analisis selanjutnya. Seri data seperti ini dikenal dengan *Maximum Annual Series*.

Akibatnya, besar hujan atau banjir maksimum dalam tahun yang lain tidak diperhitungkan pengaruhnya dalam analisis. Hal terakhir ini kurang dapat diterima oleh beberapa pihak, karena dipandang kurang realistik. Untuk mengatasi hal ini ditempuh cara kedua yaitu dengan *Partial Series*.

2. Cara kedua, *Partial Series* dengan menetapkan suatu batas bawah tertentu (*threshold*) dengan pertimbangan-pertimbangan tertentu. Selanjutnya, semua besaran hujan atau debit yang lebih besar daripada batas bawah tersebut diambil dan dijadikan bagian seri data untuk kemudian dianalisis dengan cara-cara yang lazim. Beberapa pihak menyebut cara ini dengan *Peak Over Threshold* (POT). Penetapan batas bawah ini dapat saja didasarkan atas alasan-alasan fisik, alasan hidrologi atau alasan lain yang dapat dipetimbangkan dan dapat diterima dan dijelaskan kepentingannya. Dalam kaitan ini tidak ada batasan berapa besar data tiap tahun yang dapat diambil dalam satu seri, namun dalam prakteknya dianjurkan rata-rata jumlah data yang tidak lebih besar dari lima.

Terdapat banyak jenis analisa frekuensi sendiri, tetapi yang sering digunakan yaitu distribusi Gumbel dan distribusi Log Pearson III. Berikut penjelasan distribusi Gumbel dan Log Pearson III:

### 2.5.1 Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel memiliki syarat penggunaan nilai kepencengan (*skewness*) = 1,1396 dan koefisien puncak (*kurtosis*) = 5,4002 (SNI 2415,2016,p.13).

$$Cs = \frac{n\sum\left(x-\bar{x}\right)^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad \text{.....(2-27)}$$

$$Ck = \frac{n^2\sum\left(x-\bar{x}\right)^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \quad \text{.....(2-28)}$$

dengan:

$Cs$ = kepencengan (*skewness*)
$Ck$ = koefisien puncak (*kurtosis*)
$S$ = simpangan baku
$n$ = jumlah data

Rumus distribusi Gumbel sendiri adalah:

$$x = \bar{x} \cdot \frac{Y_t - Y_n}{S_n}\sigma_n \quad \text{.....(2-29)}$$

dengan:

$x$ = nilai ekstrim ($m^3/dt$)

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

$Y_t$ = *reduced variate* (Tabel 2.7)

$$= -\ln\left[-\ln\left(\frac{Tr}{Tr-1}\right)\right]$$

$Y_n$ = *reduced variate mean* (Tabel 2.6)

$S_n$ = *reduced variate standard deviation* (Tabel 2.6)

$\sigma_n$ = simpangan baku = $\sqrt{\frac{\sum\left(x_i-\bar{x}\right)^2}{n-1}}$

Tabel 2.6
Hubungan *n* dengan Nilai *Yn* dan *Sn* Gumbel

| n | Yn | Sn | n | Yn | Sn | n | Yn | Sn |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | 0,4843 | 0,9043 | 39 | 0,543 | 1,1388 | 70 | 0,5548 | 1,1854 |
| 9 | 0,4902 | 0,9288 | 40 | 0,5436 | 1,1413 | 71 | 0,5550 | 1,1863 |
| 10 | 0,4592 | 0,9497 | 41 | 0,5442 | 1,1436 | 72 | 0,5552 | 1,1873 |
| 11 | 0,4996 | 0,9676 | 42 | 0,5448 | 1,1458 | 73 | 0,5555 | 1,1881 |
| 12 | 0,5035 | 0,9833 | 43 | 0,5453 | 1,1480 | 74 | 0,5557 | 1,1890 |
| 13 | 0,5070 | 0,9972 | 44 | 0,5458 | 1,1499 | 75 | 0,5559 | 1,1898 |
| 14 | 0,5100 | 1,0095 | 45 | 0,5463 | 1,1519 | 76 | 0,5561 | 1,1906 |
| 15 | 0,5128 | 1,0205 | 46 | 0,5468 | 1,1538 | 77 | 0,5563 | 1,1915 |
| 16 | 0,5157 | 1,0316 | 47 | 0,5473 | 1,1557 | 78 | 0,5565 | 1,1923 |
| 17 | 0,5181 | 1,0411 | 48 | 0,5477 | 1,1574 | 79 | 0,5567 | 1,1930 |
| 18 | 0,5202 | 1,0493 | 49 | 0,5481 | 1,1590 | 80 | 0,5569 | 1,1938 |
| 19 | 0,5220 | 1,0566 | 50 | 0,5485 | 1,1607 | 81 | 0,5570 | 1,1945 |
| 20 | 0,5235 | 1,0628 | 51 | 0,5489 | 1,1623 | 82 | 0,5572 | 1,1953 |
| 21 | 0,5252 | 1,0696 | 52 | 0,5493 | 1,1638 | 83 | 0,5574 | 1,1959 |
| 22 | 0,5268 | 1,0754 | 53 | 0,5497 | 1,1658 | 84 | 0,5576 | 1,1967 |
| 23 | 0,5283 | 1,0811 | 54 | 0,5501 | 1,1667 | 85 | 0,5578 | 1,1973 |
| 24 | 0,5296 | 1,0864 | 55 | 0,5504 | 1,1681 | 86 | 0,5580 | 1,1980 |
| 25 | 0,5309 | 1,0915 | 56 | 0,5508 | 1,1696 | 87 | 0,5581 | 1,1987 |
| 26 | 0,5320 | 1,0961 | 57 | 0,5511 | 1,1708 | 88 | 0,5583 | 1,1994 |
| 27 | 0,5332 | 1,1004 | 58 | 0,5515 | 1,1721 | 89 | 0,5585 | 1,2001 |
| 28 | 0,5343 | 1,1047 | 59 | 0,5518 | 1,1734 | 90 | 0,5586 | 1,2007 |
| 29 | 0,5353 | 1,1086 | 60 | 0,5521 | 1,1747 | 91 | 0,5587 | 1,2013 |
| 30 | 0,5362 | 1,1124 | 61 | 0,5524 | 1,1759 | 92 | 0,5589 | 1,2020 |
| 31 | 0,5371 | 1,1159 | 62 | 0,5527 | 1,1770 | 93 | 0,5591 | 1,2026 |
| 32 | 0,5380 | 1,1193 | 63 | 0,5530 | 1,1782 | 94 | 0,5592 | 1,2032 |
| 33 | 0,5388 | 1,1226 | 64 | 0,5533 | 1,1793 | 95 | 0,5593 | 1,2038 |
| 34 | 0,5396 | 1,1255 | 65 | 0,5535 | 1,1803 | 96 | 0,5595 | 1,2044 |
| 35 | 0,5402 | 1,1285 | 66 | 0,5538 | 1,1814 | 97 | 0,5596 | 1,2049 |
| 36 | 0,5410 | 1,1313 | 67 | 0,5540 | 1,1824 | 98 | 0,5598 | 1,2055 |
| 37 | 0,5418 | 1,1339 | 68 | 0,5543 | 1,1834 | 99 | 0,5599 | 1,2060 |
| 38 | 0,5424 | 1,1363 | 69 | 0,5545 | 1,1844 | 100 | 0,5600 | 1,2065 |

Sumber: Limantara & Soetopo (2014)

Tabel 2.7
Hubungan Tr dengan Nilai Yt Gumbel

| Tr (Tahun) | Yt | Tr (Tahun) | Yt |
|---|---|---|---|
| 2 | 0,3665 | 45 | 3,7954 |
| 5 | 1,4999 | 50 | 3,9019 |
| 10 | 2,2504 | 100 | 4,6001 |
| 15 | 2,6738 | 200 | 5,2958 |
| 20 | 2,9702 | 500 | 6,2136 |
| 25 | 3,1985 | 1000 | 6,9073 |
| 30 | 3,3843 | 2500 | 7,8238 |
| 35 | 3,5409 | 5000 | 8,5171 |
| 40 | 3,6762 | 10000 | 9,2103 |

Sumber: Limantara & Soetopo (2014)

### 2.5.2 Distribusi Log Pearson III

Distribusi ini yang paling sering digunakan dalam analisis hidrologi. Terdapat tiga parameter statistik yang digunakan dalam distribusi Log Pearson III, yaitu:

1. Nilai rata-rata (*mean*)
2. Simpangan baku (*standard deviation*)
3. Koefisien kepencengan (*skewness*)

Berikut proses perhitungan nilai ekstrim dengan distribusi Log Pearson III:

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

$$S = \sqrt{\frac{\sum\left(\log x - \overline{\log x}\right)^2}{n-1}} \quad \text{.....(2-30)}$$

4. Menghitung nilai *Cs*

$$Cs = \frac{n\sum\left(\log x - \overline{\log x}\right)^3}{(n-1)(n-2)S^3} \quad \text{.....(2-31)}$$

5. Menentukan nilai *G* (Tabel Log Pearson III)
6. Menghitung nilai ekstrim

$$\log x = \overline{\log x} + G \cdot S \quad \text{.....(2-32)}$$

7. Menghitung nilai antilog dari $\log x$ untuk menentukan nilai debit banjir rancangan ($m^3/dt$).

Tabel 2.8
Nilai *K* untuk Distribusi Log Pearson III

| (Cs) | Probabilitas Terjadi (%) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 99 | 95 | 90 | 80 | 50 | 20 | 10 | 5 | 4 | 2 | 1 | 0,5 | 0,1 |
| -3 | -4,051 | -2,003 | -1,180 | -0,420 | 0,396 | 0,636 | 0,660 | 0,665 | 0,666 | 0,666 | 0,667 | 0,667 | 0,667 |
| -2,9 | -4,013 | -2,007 | -1,195 | -0,440 | 0,390 | 0,651 | 0,681 | 0,688 | 0,688 | 0,689 | 0,690 | 0,690 | 0,690 |
| -2,8 | -3,973 | -2,010 | -1,210 | -0,460 | 0,384 | 0,666 | 0,702 | 0,711 | 0,712 | 0,714 | 0,714 | 0,714 | 0,714 |
| -2,7 | -3,932 | -2,012 | -1,224 | -0,479 | 0,376 | 0,681 | 0,724 | 0,736 | 0,738 | 0,740 | 0,740 | 0,741 | 0,741 |
| -2,6 | -3,889 | -2,013 | -1,238 | -0,499 | 0,369 | 0,696 | 0,747 | 0,762 | 0,765 | 0,768 | 0,769 | 0,769 | 0,769 |
| -2,5 | -3,845 | -2,012 | -1,250 | -0,518 | 0,360 | 0,711 | 0,771 | 0,790 | 0,793 | 0,798 | 0,799 | 0,800 | 0,800 |
| -2,4 | -3,800 | -2,011 | -1,262 | -0,537 | 0,351 | 0,725 | 0,795 | 0,819 | 0,823 | 0,830 | 0,832 | 0,833 | 0,833 |
| -2,3 | -3,753 | -2,009 | -1,274 | -0,555 | 0,341 | 0,739 | 0,819 | 0,850 | 0,855 | 0,864 | 0,867 | 0,869 | 0,869 |
| -2,2 | -3,705 | -2,006 | -1,284 | -0,574 | 0,330 | 0,752 | 0,844 | 0,882 | 0,888 | 0,900 | 0,905 | 0,907 | 0,909 |
| -2,1 | -3,656 | -2,001 | -1,294 | -0,592 | 0,319 | 0,765 | 0,869 | 0,915 | 0,923 | 0,939 | 0,946 | 0,949 | 0,952 |
| -2 | -3,605 | -1,996 | -1,303 | -0,609 | 0,307 | 0,777 | 0,895 | 0,949 | 0,959 | 0,980 | 0,990 | 0,995 | 0,999 |
| -1,9 | -3,553 | -1,989 | -1,311 | -0,627 | 0,294 | 0,788 | 0,920 | 0,984 | 0,997 | 1,023 | 1,037 | 1,044 | 1,051 |
| -1,8 | -3,499 | -1,981 | -1,318 | -0,643 | 0,282 | 0,799 | 0,945 | 1,020 | 1,035 | 1,069 | 1,087 | 1,097 | 1,107 |
| -1,7 | -3,444 | -1,972 | -1,324 | -0,660 | 0,268 | 0,808 | 0,970 | 1,056 | 1,075 | 1,116 | 1,140 | 1,155 | 1,170 |
| -1,6 | -3,388 | -1,962 | -1,329 | -0,675 | 0,254 | 0,817 | 0,994 | 1,093 | 1,116 | 1,166 | 1,197 | 1,216 | 1,238 |
| -1,5 | -3,330 | -1,951 | -1,333 | -0,691 | 0,240 | 0,825 | 1,018 | 1,131 | 1,157 | 1,217 | 1,256 | 1,282 | 1,313 |
| -1,4 | -3,271 | -1,938 | -1,337 | -0,705 | 0,225 | 0,832 | 1,041 | 1,168 | 1,198 | 1,270 | 1,318 | 1,351 | 1,394 |
| -1,3 | -3,211 | -1,925 | -1,339 | -0,719 | 0,210 | 0,838 | 1,064 | 1,206 | 1,240 | 1,324 | 1,383 | 1,424 | 1,482 |
| -1,2 | -3,149 | -1,910 | -1,340 | -0,733 | 0,195 | 0,844 | 1,086 | 1,243 | 1,282 | 1,379 | 1,449 | 1,501 | 1,577 |
| -1,1 | -3,087 | -1,894 | -1,341 | -0,745 | 0,180 | 0,848 | 1,107 | 1,280 | 1,324 | 1,435 | 1,518 | 1,581 | 1,678 |
| -1 | -3,023 | -1,877 | -1,340 | -0,758 | 0,164 | 0,852 | 1,128 | 1,317 | 1,366 | 1,492 | 1,588 | 1,664 | 1,786 |
| -0,9 | -2,957 | -1,859 | -1,339 | -0,769 | 0,148 | 0,854 | 1,147 | 1,353 | 1,407 | 1,549 | 1,660 | 1,749 | 1,899 |
| -0,8 | -2,891 | -1,839 | -1,336 | -0,780 | 0,132 | 0,856 | 1,166 | 1,389 | 1,448 | 1,606 | 1,733 | 1,837 | 2,017 |
| -0,7 | -2,824 | -1,819 | -1,333 | -0,790 | 0,116 | 0,857 | 1,183 | 1,423 | 1,489 | 1,663 | 1,806 | 1,926 | 2,141 |
| -0,6 | -2,755 | -1,797 | -1,329 | -0,800 | 0,099 | 0,857 | 1,200 | 1,458 | 1,528 | 1,720 | 1,880 | 2,016 | 2,268 |
| -0,5 | -2,686 | -1,774 | -1,323 | -0,808 | 0,083 | 0,857 | 1,216 | 1,491 | 1,567 | 1,777 | 1,955 | 2,108 | 2,399 |
| -0,4 | -2,615 | -1,750 | -1,317 | -0,816 | 0,067 | 0,855 | 1,231 | 1,524 | 1,606 | 1,834 | 2,029 | 2,201 | 2,533 |
| -0,3 | -2,544 | -1,726 | -1,309 | -0,824 | 0,050 | 0,853 | 1,245 | 1,555 | 1,643 | 1,890 | 2,104 | 2,294 | 2,669 |
| -0,2 | -2,472 | -1,700 | -1,301 | -0,830 | 0,033 | 0,850 | 1,258 | 1,586 | 1,680 | 1,945 | 2,178 | 2,388 | 2,808 |
| -0,1 | -2,400 | -1,673 | -1,292 | -0,836 | 0,017 | 0,846 | 1,270 | 1,616 | 1,716 | 2,000 | 2,253 | 2,482 | 2,948 |
| 0 | -2,326 | -1,645 | -1,282 | -0,842 | 0,000 | 0,842 | 1,282 | 1,645 | 1,751 | 2,054 | 2,326 | 2,576 | 3,090 |
| 0,1 | -2,253 | -1,616 | -1,270 | -0,846 | -0,017 | 0,836 | 1,292 | 1,673 | 1,785 | 2,107 | 2,400 | 2,670 | 3,233 |
| 0,2 | -2,178 | -1,586 | -1,258 | -0,850 | -0,033 | 0,830 | 1,301 | 1,700 | 1,818 | 2,159 | 2,472 | 2,763 | 3,377 |
| 0,3 | -2,104 | -1,555 | -1,245 | -0,853 | -0,050 | 0,824 | 1,309 | 1,726 | 1,849 | 2,211 | 2,544 | 2,856 | 3,521 |
| 0,4 | -2,029 | -1,524 | -1,231 | -0,855 | -0,067 | 0,816 | 1,317 | 1,750 | 1,880 | 2,261 | 2,615 | 2,949 | 3,666 |
| 0,5 | -1,955 | -1,491 | -1,216 | -0,857 | -0,083 | 0,808 | 1,323 | 1,774 | 1,910 | 2,311 | 2,686 | 3,041 | 3,811 |
| 0,6 | -1,880 | -1,458 | -1,200 | -0,857 | -0,099 | 0,800 | 1,329 | 1,797 | 1,939 | 2,359 | 2,755 | 3,132 | 3,956 |
| 0,7 | -1,806 | -1,423 | -1,183 | -0,857 | -0,116 | 0,790 | 1,333 | 1,819 | 1,967 | 2,407 | 2,824 | 3,223 | 4,100 |
| 0,8 | -1,733 | -1,389 | -1,166 | -0,856 | -0,132 | 0,780 | 1,336 | 1,839 | 1,993 | 2,453 | 2,891 | 3,312 | 4,244 |
| 0,9 | -1,660 | -1,353 | -1,147 | -0,854 | -0,148 | 0,769 | 1,339 | 1,859 | 2,018 | 2,498 | 2,957 | 3,401 | 4,388 |

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Lanjutan Tabel 2.8

Nilai *K* untuk Distribusi Log Pearson III

| (Cs) | Probabilitas Terjadi (%) | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 99 | 95 | 90 | 80 | 50 | 20 | 10 | 5 | 4 | 2 | 1 | 0,5 | 0,1 |
| 1 | -1,588 | -1,317 | -1,128 | -0,852 | -0,164 | 0,758 | 1,340 | 1,877 | 2,043 | 2,542 | 3,023 | 3,489 | 4,531 |
| 1,1 | -1,518 | -1,280 | -1,107 | -0,848 | -0,180 | 0,745 | 1,341 | 1,894 | 2,066 | 2,585 | 3,087 | 3,575 | 4,673 |
| 1,2 | -1,449 | -1,243 | -1,086 | -0,844 | -0,195 | 0,733 | 1,340 | 1,910 | 2,088 | 2,626 | 3,149 | 3,661 | 4,815 |
| 1,3 | -1,383 | -1,206 | -1,064 | -0,838 | -0,210 | 0,719 | 1,339 | 1,925 | 2,108 | 2,667 | 3,211 | 3,745 | 4,955 |
| 1,4 | -1,318 | -1,168 | -1,041 | -0,832 | -0,225 | 0,705 | 1,337 | 1,938 | 2,128 | 2,706 | 3,271 | 3,828 | 5,095 |
| 1,5 | -1,256 | -1,131 | -1,018 | -0,825 | -0,240 | 0,691 | 1,333 | 1,951 | 2,146 | 2,743 | 3,330 | 3,910 | 5,234 |
| 1,6 | -1,197 | -1,093 | -0,994 | -0,817 | -0,254 | 0,675 | 1,329 | 1,962 | 2,163 | 2,780 | 3,388 | 3,990 | 5,371 |
| 1,7 | -1,140 | -1,056 | -0,970 | -0,808 | -0,268 | 0,660 | 1,324 | 1,972 | 2,179 | 2,815 | 3,444 | 4,069 | 5,507 |
| 1,8 | -1,087 | -1,020 | -0,945 | -0,799 | -0,282 | 0,643 | 1,318 | 1,981 | 2,193 | 2,848 | 3,499 | 4,147 | 5,642 |
| 1,9 | -1,037 | -0,984 | -0,920 | -0,788 | -0,294 | 0,627 | 1,311 | 1,989 | 2,207 | 2,881 | 3,553 | 4,223 | 5,775 |
| 2 | -0,990 | -0,949 | -0,895 | -0,777 | -0,307 | 0,609 | 1,303 | 1,996 | 2,219 | 2,912 | 3,605 | 4,298 | 5,908 |
| 2,1 | -0,946 | -0,915 | -0,869 | -0,765 | -0,319 | 0,592 | 1,294 | 2,001 | 2,230 | 2,942 | 3,656 | 4,372 | 6,039 |
| 2,2 | -0,905 | -0,882 | -0,844 | -0,752 | -0,330 | 0,574 | 1,284 | 2,006 | 2,240 | 2,970 | 3,705 | 4,444 | 6,168 |
| 2,3 | -0,867 | -0,850 | -0,819 | -0,739 | -0,341 | 0,555 | 1,274 | 2,009 | 2,248 | 2,997 | 3,753 | 4,515 | 6,296 |
| 2,4 | -0,832 | -0,819 | -0,795 | -0,725 | -0,351 | 0,537 | 1,262 | 2,011 | 2,256 | 3,023 | 3,800 | 4,584 | 6,423 |
| 2,5 | -0,799 | -0,790 | -0,771 | -0,711 | -0,360 | 0,518 | 1,250 | 2,012 | 2,262 | 3,048 | 3,845 | 4,652 | 6,548 |
| 2,6 | -0,769 | -0,762 | -0,747 | -0,696 | -0,369 | 0,499 | 1,238 | 2,013 | 2,267 | 3,071 | 3,889 | 4,718 | 6,672 |
| 2,7 | -0,740 | -0,736 | -0,724 | -0,681 | -0,376 | 0,479 | 1,224 | 2,012 | 2,272 | 3,093 | 3,932 | 4,783 | 6,794 |
| 2,8 | -0,714 | -0,711 | -0,702 | -0,666 | -0,384 | 0,460 | 1,210 | 2,010 | 2,275 | 3,114 | 3,973 | 4,847 | 6,915 |
| 2,9 | -0,690 | -0,688 | -0,681 | -0,651 | -0,390 | 0,440 | 1,195 | 2,007 | 2,277 | 3,134 | 4,013 | 4,909 | 7,034 |
| 3 | -0,667 | -0,665 | -0,660 | -0,636 | -0,396 | 0,420 | 1,180 | 2,003 | 2,278 | 3,152 | 4,051 | 4,970 | 7,152 |

Sumber: Limantara&Soetopo, (2014)

## 2.6 Uji Kesesuaian Distribusi

Uji kesesuaian distribusi dimaksudkan untuk menetapkan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi sampel data yang akan dianalisa. Ada dua jenis kesesuaian distribusi, yaitu:

### 2.6.1 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. Dalam uji Chi Square ini menggunakan parameter $X^2$. Adapun rumus yang digunakan dalam uji ini adalah (Soewarno,1995,p.194):

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^{G} \frac{(O_i E_i)^2}{E_i} \quad \text{.....(2-33)}$$

dengan:

$X_h^2$ = parameter Chi Kuadrat 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

Tabel 2.9
Nilai Kritis untuk $X^2$ Distribusi Chi Square

| dk | Derajat Kepercayaan (α) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 0,995 | 0,99 | 0,975 | 0,95 | 0,05 | 0,025 | 0,01 | 0,005 |
| 1 | 0,04393 | 0,03157 | 0,03982 | 0,02393 | 3,841 | 5,024 | 6,635 | 7,879 |
| 2 | 0,010 | 0,0201 | 0,0506 | 0,103 | 5,991 | 7,378 | 9,210 | 10,597 |
| 3 | 0,072 | 0,115 | 0,216 | 0,352 | 7,815 | 9,348 | 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 | 1,690 | 2,167 | 14,067 | 16,013 | 18,475 | 20,278 |
| 8 | 1,344 | 1,646 | 2,180 | 2,733 | 15,507 | 17,535 | 20,090 | 21,955 |
| 9 | 1,735 | 2,088 | 2,700 | 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 | 21,920 | 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 | 6,262 | 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 | 27,578 | 30,191 | 33,409 | 35,718 |
| 18 | 6,265 | 7,015 | 8,231 | 9,390 | 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 | 34,170 | 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 | 35,172 | 38,076 | 41,638 | 44,181 |
| 24 | 9,886 | 10,856 | 12,401 | 13,848 | 36,415 | 39,364 | 42,980 | 45,558 |
| 25 | 10,520 | 11,524 | 13,12 | 14,611 | 37,652 | 40,646 | 44,314 | 46,928 |
| 26 | 11,160 | 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 | 13,121 | 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.80)

Berikut langkah-langkah pengerjaan uji Chi Square:

1. Mengurutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya)
2. Membagi data menjadi ($G$) sub kelompok sesuai dengan setiap sub kelompok minimal 4 data pengamatan
3. Menghitung nilai $O_i$ dengan menjumlahkan data dari tiap kelompok
4. Menghitung nilai $E_i$ dari persamaan distribusi yang digunakan
5. Menghitung nilai $(O_i - E_i)^2$ dan $\frac{(O_i E_i)^2}{E_i}$
6. Jumlahkan seluruh nilai $\frac{(O_i E_i)^2}{E_i}$ untuk mendapatkan nilai $X_h^2$, tentukan nilai $X^2$ dari Tabel 2.9.

### 2.6.2 Uji Smirnov-Kolmogorof

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov, sering juga sering disebut uji kecocokan non parametrik (*non parametric test*), 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).

Distribusi dianggap sesuai apabila $D_{maks} < D_{kritis}$. $D_{maks}$ merupakan simpangan maksimum dari data, sedangkan $D_{kritis}$ merupakan simpangan yang diperoleh dari tabel dengan tingkat keyakinan ($\alpha$) tertentu. Langkah-langkah untuk mendapatkan $D_{maks}$ adalah sebagai berikut:

1. Menyusun data dari besar ke kecil
2. Menentukan masing-masing peluang dengan rumus Weibull

$$P_x = \frac{m}{n+1} \quad \text{.....( 2-34 )}$$

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

$$\frac{X_{rancangan} - \overline{X}}{S_d} \quad \text{.....( 2-35 )}$$

4. Mencari peluang dari nilai *k* yang ada pada tabel distribusi normal
5. Dari kedua nilai peluang tersebut dapat ditentukan selisih antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis
6. Berdasarkan tabel nilai kritis, tentukan harga $D_{kritis}$ (Soewarno,1991,p.199)

- Apabila $D_{maks} < D_{kritis}$, maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan, distribusi dapat **diterima**.
- Apabila $D_{maks} > D_{kritis}$, maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan, distribusi **tidak dapat diterima**.

Tabel 2.10
Nilai $D_{kritis}$ untuk Uji Smirnov-Kolmogorov

| Jumlah Data (*n*) | α | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 0,2 | 0,1 | 0,05 | 0,01 |
| 5 | 0,45 | 0,51 | 0,56 | 0,67 |
| 10 | 0,32 | 0,37 | 0,41 | 0,49 |
| 15 | 0,27 | 0,3 | 0,34 | 0,4 |
| 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 | 0,2 | 0,23 | 0,27 |
| 40 | 0,17 | 0,19 | 0,21 | 0,25 |
| 45 | 0,16 | 0,18 | 0,2 | 0,24 |
| 50 | 0,15 | 0,17 | 0,19 | 0,23 |
| *n* > 50 | | | | |

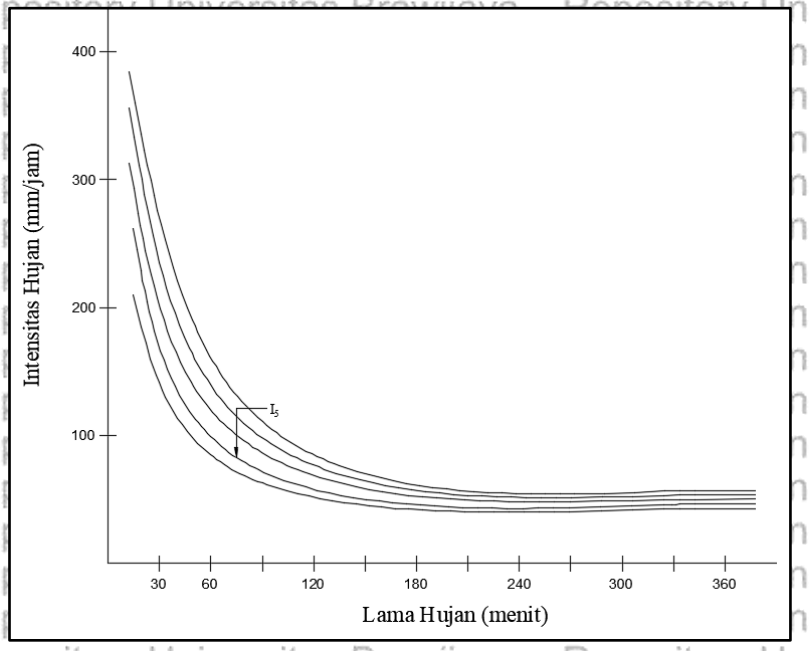
Sumber: Bonneir, (1980)

## 2.7 Kurva IDF (*Intensity Duration Frequency*)

Analisa dan desain hidrologi tidak hanya memerlukan volume atau ketinggian hujan akan tetapi juga distribusi hujan terhadap tempat dan waktu. Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) merupakan hubungan empiris antara intensitas hujan, durasi hujan dan frekuensi atau kala ulang. Kurva IDF terdiri dari tiga parameter dimana intensitas hujan sebagai ordinat (sumbu y), durasi hujan sebagai absis (sumbu x), dan kala ulang sebagai parameter ketiga. (Qayoom *et al*, 2016).

Analisa IDF dilakukan untuk memperkirakan debit puncak di daerah tangkapan kecil, seperti dalam perencanaan sistem drainase kota, gorong-gorong, dan jembatan. Analisa IDF dilakukan untuk memperkirakan debit aliran puncak berdasarkan data hujan di satu stasiun pencatat hujan otomatis (Triatmodjo, 2010, p.260).

Kejadian hujan dapat dibagi menjadi dua bagian yaitu, hujan rencana dan hujan aktual. Hujan rencana adalah hujan dengan kala ulang tertentu yang diperkirakan akan terjadi di suatu daerah pengaliran (Kamiana,2011,p.13). Hujan aktual adalah rangkaian data pengukuran hujan di stasiun hujan tertentu selama periode tertentu.




*Gambar 2.3* Kurva Intensitas Durasi Frekuensi
Sumber: Loebis (1992,p.81)

Menurut Triatmodjo, 2010, p.261, Pembuatan Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) dapat dilakukan dengan prosedur berikut:

1. Ditetapkan durasi hujan tertentu, misalnya 5,10,15,... menit.
2. Dari data pencatatan hujan otomatis, yang menunjukkan jumlah kumulatif hujan terhadap waktu, dicatat kedalaman hujan deras dengan beberapa durasi tersebut. Selanjutnya

dipilih kedalaman hujan maksimum untuk masing-masing tahun pencatatan, sehingga tedapat sejumlah data yang mewakili seluruh tahun pencatatan.

3. Kedalaman hujan yang diperoleh dalam butir 2, dapat dikonversi menjadi intensitas hujan dengan menggunakan *i=60 p/t*, dimana *p* adalah kedalaman hujan dan *t* adalah durasi (5,10,15,.. menit).
4. Dihitung intensitas hujan ekstrim untuk beberapa kala ulang, dengan menggunakan cara analisa frekuensi.
5. Dibuat kurva hubungan antara intensitas hujan dan durasi hujan untuk beberapa kala ulang, sehingga didapat Kurva IDF.

## 2.8 Uji Kesesuaian Metode

### 2.8.1 Deviasi Rata-rata

Deviasi rata-rata merupakan nilai rata-rata penyimpangan multak dari selisih nilai intensitas metode empiris dikurangi dengan intensitas pengamatan. Deviasi ini dapat menunjukkan tingkat kesalahan dalam perhitungan antara intensitas metode empiris dengan intensitas pengamatan. Semakin kecil nilai deviasi dari hasil perhitungan yang telah dilakukan akan semakin kecil pula tingkat kesalahannya.

$$D = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} |Xi - Xrerata| \quad \text{.....(2-36)}$$

dengan:

*D* = deviasi rata-rata

*Xi* = nilai variat ke -i

*Xrerata* = rata-rata hitung semua variat

*n* = jumlah data

### 2.8.2 Kesalahan Relatif (Kr)

Kesalahan relatif digunakan untuk menghitung prosentase kesalahan relatif metode empiris terhadap intensitas pengamatan. Perhitungan kesalahan relatif dilakukan dengan rumus berikut:

$$K_r = \left(\frac{X_a - X_b}{X_a}\right) \times 100\% \quad \text{.....(2-37)}$$

dengan:

$K_r$ = kesalahan relatif (%)

$X_a$ = nilai pengamatan (mm/jam)

$X_b$ = nilai hasil pemodelan (mm/jam)

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 dianggap yang paling tepat.

### 2.8.3 Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS)

*Nash-Sutcliffe* (1970) dalam indarto (2012) menyatakan, kalibrasi dan pengujian model bertujuan agar *output* model hasilnya mendekati dengan *output* dari DAS yang diuji. Hal ini dilakukan dengan cara membandingkan antara hasil prediksi dengan hasil observasi dengan menggunakan kriteria statistik. Metode statistik yang digunakan adalah dengan menghitung efisiensi *Nash-Sutcliffe* (ENS). Persamaan untuk ENS sebagai berikut:

$$E_{NS} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{si} - Q_{mi})^2}{\sum_{i=1}^{n}(Q_{si} - Q_m)^2} \quad \text{.....(2 – 38)}$$

dengan:

$E_{NS}$ = koefisien *Nash-Sutcliffe*

$Q_{si}$ = nilai simulasi model

$O_{mi}$ = nilai observasi

$\overline{Q_m}$ = rata-rata nilai observasi

$n$ = jumlah data

Hasil simulasi dikatakan baik jika ENS ≥ 0,75, memuaskan jika 0,75 > ENS > 0,36, kurang baik jika ENS < 0,36. Namun ada juga penjelasan bahwa model yang bagus akan menghasilkan nilai koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) mendekati 1 (0<N<1). Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) berkisar antara 1 dan negatif tak terhingga, jika nilai koefisiennya mendekati 1 maka model dikatakan semakin baik (Indarto, 2010, p.172).

## 2.9 Perbedaan Penelitian dengan yang Terdahulu

Perbedaan studi ini dengan peneliti terdahulu sebagai berikut:

Tabel 2.11
Perbedaan Studi dengan Peneliti Terdahulu

| No | Peneliti | Judul | Perbedaan | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Metode yang digunakan Peneliti Terdahulu | Lokasi Penelitian Terdahulu | Penelitian Saya |
| 1 | Ria Puspasari, Donny Harisuseno, Dian Chandrasasi | Kajian Perbandingan Metode Perhitungan Intensitas Hujan yang Sesuai di Lingkungan Universitas Brawijaya, Malang | • Talbot<br>• Sherman<br>• Ishiguro<br>• Mononobe | Lokasi Penelitian dilakukan di Stasiun Hujan Universitas Brawijaya, Malang | • Lokasi Studi yang saya ambil berada di Stasiun Jabung, Kabupaten Malang yang belum pernah dilakukan penelitian<br>• Metode yang saya gunakan hanya Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, dan Van Breen |
| 2 | Vita Ayu Kusuma Dewi, Donny Harisuseno, Lily Montarcih Limantara | Kajian Persamaan Model Intensitas Hujan untuk SUB Daerah Aliran Sungai (DAS) Amprong Kecamatan Kedungkandang Kota Malang | • Talbot<br>• Sherman<br>• Ishiguro | Lokasi Penelitian dilakukan di SUB Daerah Aliran Sungai (DAS) Amprong, Kecamatan Kedungkandang, Kota Malang | • Lokasi Studi yang saya ambil berada di Stasiun Jabung, Kabupaten Malang yang belum pernah dilakukan penelitian<br>• Metode yang saya gunakan hanya Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, dan Van Breen |
| 3 | Syafutri Asbintari, Rismalinda, MT, Alfi Rahmi, M.Eng | Komparasi Metode Formulasi Intensitas Hujan di Kawasan Hulu DAS Batang | • Talbot<br>• Sherman<br>• Ishiguro | Lokasi Penelitian dilakukan di Kawasan Hulu DAS Batang Lubuh Kota Pasir Pangaraian | • Lokasi Studi yang saya ambil berada di Stasiun Jabung, Kabupaten Malang yang belum pernah dilakukan penelitian |

Repository Universitas Brawijaya

Lanjutan Tabel 2.11
Perbedaan Studi dengan Peneliti Terdahulu

| No | Peneliti | Judul | Perbedaan | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Metode yang digunakan Peneliti Terdahulu | Lokasi Penelitian Terdahulu | Penelitian Saya |
| | | Lubuh Kota Pasir Pengaraian | | | • Metode yang saya gunakan hanya Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, dan Van Breen |
| 4 | Juleha, Rismalinda, MT, Alfi Rahmi, M.Eng | Analisa Metode Intensitas Hujan pada Stasiun Hujan Rokan IV Koto, Ujung Batu, dan Tandun Mewakili Ketersediaan Air di Sungan Rokan | • Talbot<br>• Sherman<br>• Ishiguro | Lokasi Penelitian dilakukan di Stasiun Hujan Rokan IV Koto dan Stasiun Hujan Tandung, Ujung Batu, Sungai Rokan | • Lokasi Studi yang saya ambil berada di Stasiun Jabung, Kabupaten Malang yang belum pernah dilakukan penelitian<br>• Metode yang saya gunakan hanya Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, dan Van Breen |
| 5 | Syifa Fauziyah, Sobriyah, Susilowati | Analisis Karakteristik dan Intensitas Hujan Kota Surakarta | • Talbot<br>• Sherman<br>• Ishiguro<br>• Mononobe | Lokasi Penelitian dilakukan di Kota Surakarta | • Lokasi Studi yang saya ambil berada di Stasiun Jabung, Kabupaten Malang yang belum pernah dilakukan penelitian<br>• Metode yang saya gunakan hanya Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, dan Van Breen |
| 6 | Andy Henidri | | • Mononobe | | • Lokasi Studi yang saya ambil berada di stasiun |

Lanjutan Tabel 2.11
Perbedaan Studi dengan Peneliti Terdahulu

| No | Peneliti | Judul | Perbedaan | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Metode yang digunakan Peneliti Terdahulu | Lokasi Penelitian Terdahulu | Penelitian Saya |
| | | Pada Stasiun Hujan Pasar Kampar Kabupaten Kampar | • Hasper Der Weduwen<br>• Van Breen | | Jabung, Kabupaten Malang yang belum pernah dilakukan penelitian<br>• Metode yang saya gunakan hanya Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, dan Van Breen |
| 7 | Susilowati, Dyah Indriana K | Analisa Karakteristik Curah Hujan dan Kurva IDF di Provinsi Lampung | • Van Breen<br>• Hasper Der Weduwen | Provinsi Lampung | • Lokasi Studi yang saya ambil berada di Stasiun Jabung, Kabupaten Malang yang belum pernah dilakukan penelitian<br>• Metode yang saya gunakan hanya Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, dan Van Breen |

Sumber: Hasil Analisa, 2019

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

# BAB III
# METODOLOGI PENELITIAN

## 3.1 Deskripsi Lokasi Studi

Lokasi studi yang digunakan adalah Stasiun Hujan Jabung yang termasuk dalam wilayah Sub DAS Amprong yang merupakan bagian dari DAS Brantas, Sub DAS Amprong memiliki luas 609,26 km$^2$ dan panjang sungai 43.018 km. Secara administratif Sub DAS Amprong terletak pada wilayah Kota Malang, dan Kabupaten Malang.

*Gambar 3.1* Peta Kabupaten Malang
Sumber: Maulidya (2017)

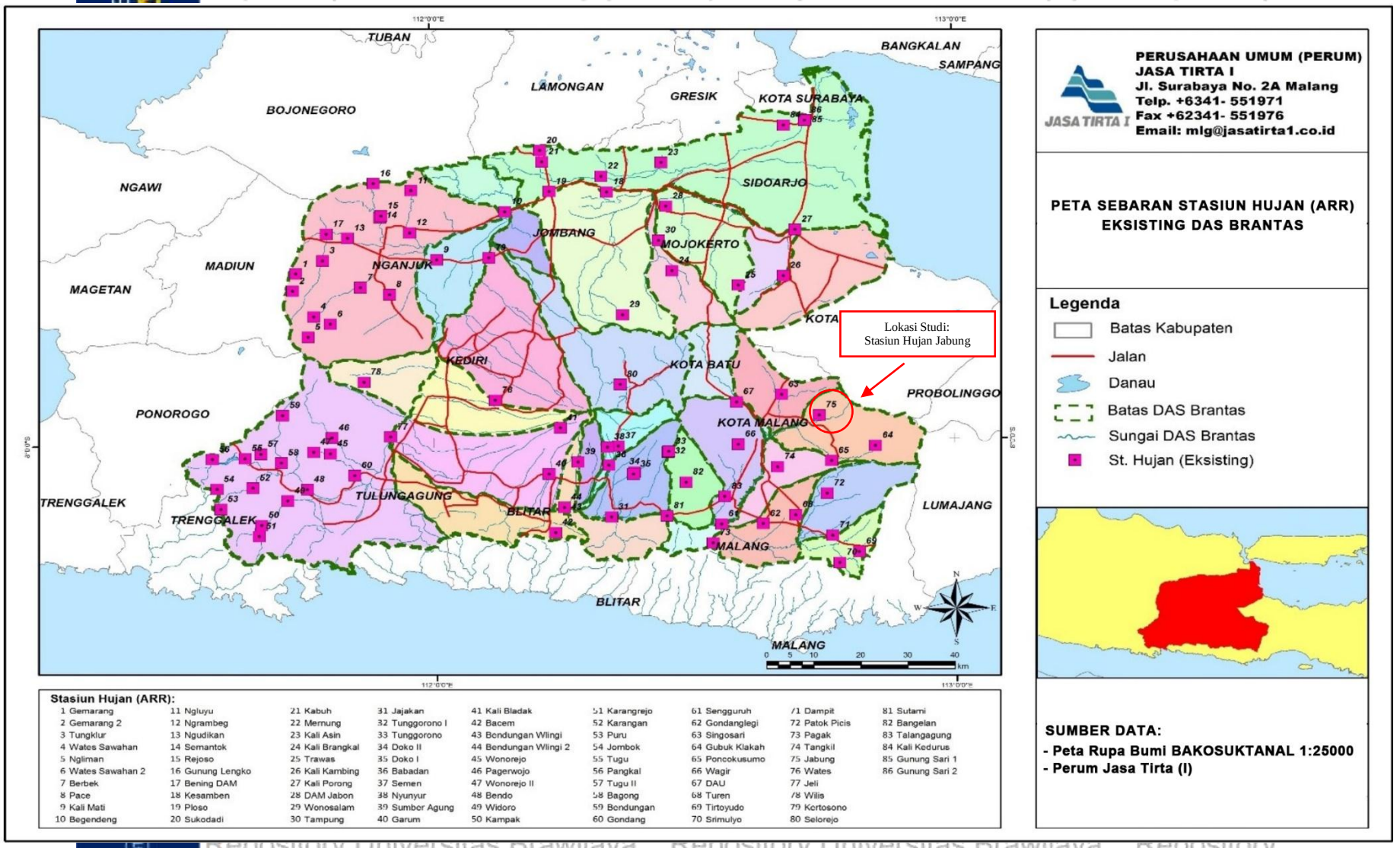
Secara administratif Stasiun Hujan Jabung terletak di Desa Jabung, Kecamatan Jabung, Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur (*Gambar 3.1-3.3*). Secara Geografis Stasiun Hujan Jabung terletak pada 112°74'06" Bujur Timur dan 07°94'79" Lintang Selatan (*Gambar 3.4)* dan terletak pada elevasi 530 m.dpl. Batas-batas administratif Kecamatan Jabung adalah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Kecamatan Lawang, Kecamatan Singosari
- Sebelah Timur : Kabupaten Probolinggo, Taman Nasional Bromo Tengger Semeru
- Sebelah Selatan : Kecamatan Tumpang, Kecamatan Poncokusumo
- Sebelah Barat : Kecamatan Pakis, Kota Malang

*Gambar 3.2* Stasiun Pengukur Hujan Jabung
Sumber: Dokumentasi (2018)

*Gambar 3.3* Lokasi Sekitar Alat Ukur Hujan
Sumber: Dokumentasi (2018)

Repository Universitas Brawijaya




*Gambar 3.4* Peta Lokasi Stasiun Hujan Jabung
Sumber: Perum Jasa Tirta 1 (2018)

### 3.2 Data-data yang Dibutuhkan

Data-data yang dibutuhkan dalam studi ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1
Data-data yang Dibutuhkan

| No | Nama Data / Peta | Sumber | Keterangan |
|---|---|---|---|
| 1 | Peta Lokasi Stasiun Hujan. | Perum Jasa Tirta 1 | Peta lokasi stasiun hujan diperlukan untuk mengetahui lokasi stasiun hujan sebagai bahan studi |
| 2 | Data Curah Hujan Harian Maksimum dan Curah Hujan Jam-Jaman Selama 7 tahun (2011-2017). | Perum Jasa Tirta 1 | Data curah hujan digunakan sebagai data untuk memperoleh kesesuaian kurva intensitas durasi frekuensi. Data hujan yang digunakan didapatkan dari *Automatic Rainfall Recorder* |

Sumber: Hasil Pengumpulan Data, 2019

### 3.3 Tahapan Studi

Metode kajian menggunakan metode analisis yang dibagi menjadi beberapa tahapan sebagai berikut:

Tabel 3.2
Tahapan Studi

| No | Tahapan Studi | Keterangan |
|---|---|---|
| 1 | Pengumpulan Data | Mengumpulkan data-data yang diperlukan dari Stasiun Hujan Jabung. |
| 2 | Pengelompokan Data | Mengelompokkan data intensitas curah hujan (*I*) berdasarkan lamanya curah hujan (*t*) |
| 3 | *Partial Series* | Penentuan batas bawah dari data hujan jam-jaman maksimum tahunan setiap durasi untuk memperbanyak data perhitungan |
| 4 | Uji *Outliers* | Data yang bersifat *outliers* dikeluarkan dari analisis. Uji *Outliers* digunakan untuk data yang menyimpang cukup jauh dari *trend* kelompoknya. |
| 5 | 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 Konsistensi *RAPS*, Uji Ketidakadaan Trend, Uji Stasioner, Uji Persistensi. |
| 6 | Analisa Frekuensi | Analisa Frekuensi dilakukan untuk mengetahui besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadian melalui penerapan distribusi kemungkinan. Data hujan yang di analisa diasumsikan tidak bergantung (*Independent*) dan terdistribusi secara acak dan bersifat |

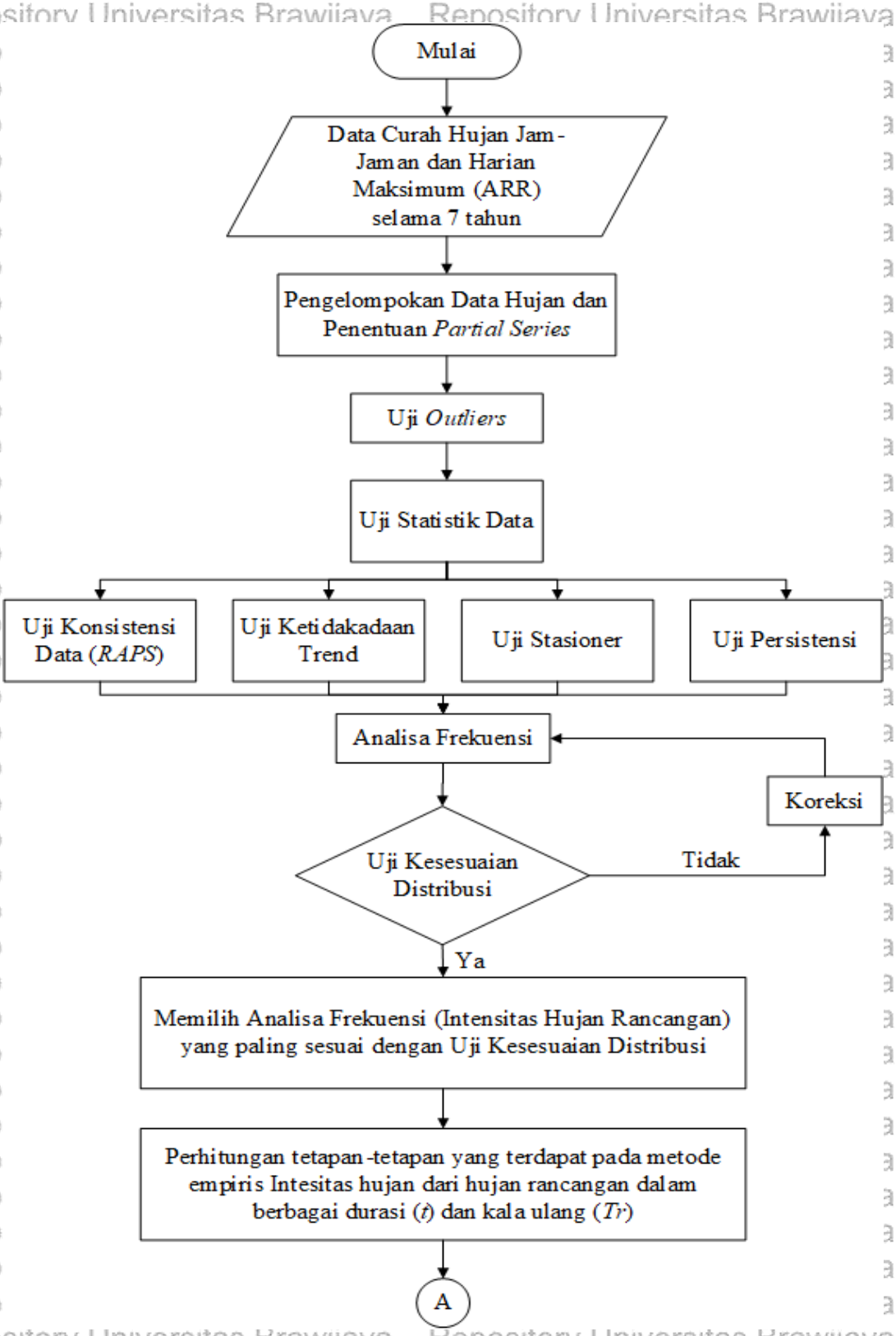
Lanjutan Tabel 3.2
Tahapan Studi

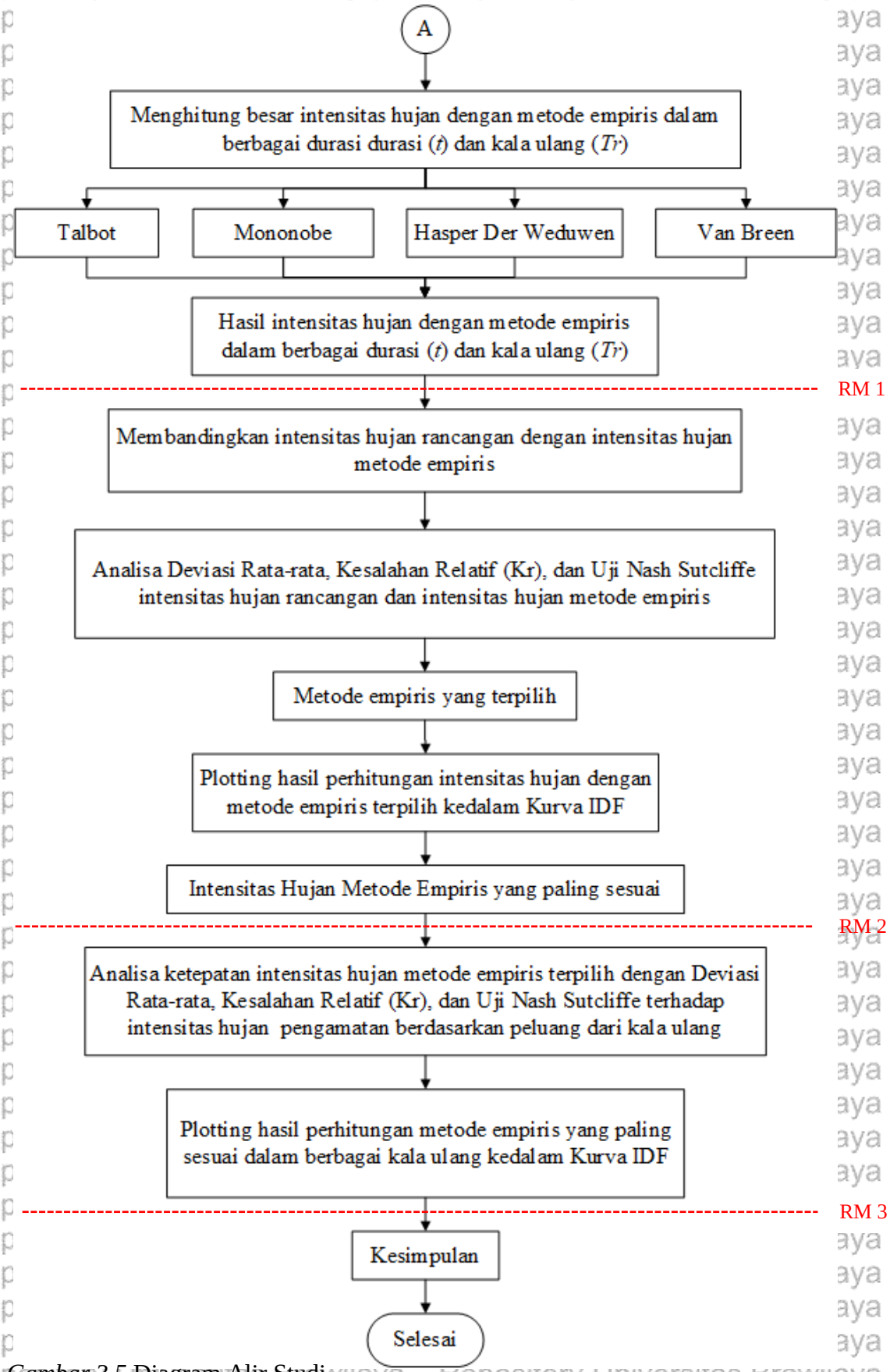
| No | Tahapan Studi | Keterangan |
|---|---|---|
| | | stokastik. Distribusi yang digunakan adalah *Gumbel* dan *Log Pearson III*. |
| 7 | Uji Kesesuaian Distribusi | Uji Kecocokan Distribusi dilakukan untuk melihat apakah data yang tersebar secara normal atau tidak. Uji kesesuaian data menggunakan *Chi-Square* dan *Smirnov-Kolmogorov*. |
| 8 | Perhitungan Tetapan dalam Rumus Intensitas Hujan | Menghitung harga tiap suku yang terdapat dalam persamaan intensitas hujan (Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen dan Van Breen). |
| 9 | Perhitungan Intensitas Hujan Menggunakan Metode Empiris | Perhitungan Intensitas Hujan dengan menggunakan metode Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen dan Van Breen dalam berbagai kala ulang untuk setiap durasi. |
| 10 | 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 Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen dan Van Breen). Kurva IDF digambarkan dalam berbagai kala ulang dan metode. |

Sumber: Penulis, 2019

### 3.4 Diagram Alir Studi

Prosedur formulasi Intensitas Hujan pada kajian ini disajikan dalam bentuk diagram alir:






*Gambar 3.5* Diagram Alir Studi
Sumber: Hasil Penggambaran (2019)

Repository Universitas Brawijaya

### 3.5 *Timeline* Pengerjaan Skripsi

Tabel waktu pengerjaan skripsi sebagai berikut:

Tabel 3.3
*Timeline* Pengerjaan Skripsi

| Bulan | | Nov | Des | | Jan | | Feb | | Mar | | Apr | | Mei | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Minggu ke- | | 4 | 1 & 2 | 3 & 4 | 1 & 2 | 3 & 4 | 1 & 2 | 3 & 4 | 1 & 2 | 3 & 4 | 1 & 2 | 3 & 4 | 1 & 2 | 3 & 4 |
| Bab | 1 & 3 | | | | | | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | | | | | | |

Keterangan Warna:

Hitam : Lama Waktu Pengerjaan

Merah : Batas Akhir Pengerjaan Skripsi

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

# BAB IV
# ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

## 4.1 Analisa Hidrologi

Data hujan merupakan data utama dalam perhitungan Intensitas Curah Hujan. Data yang dibutuhkan dalam perhitungan ini adalah data hujan jam-jaman dan data hujan harian maksimum dari Stasiun Hujan Jabung yang menjadi lokasi studi ini. Pemilihan lokasi studi didasarkan pada ketersediaan data yang dibutuhkan. Data hujan selanjutnya dibaca dan dikelompokkan kedalam berbagai durasi yang dibutuhkan, kemudian akan menggunakan cara *Partial Series* dimana dipilih data hujan yang paling maksimum dan dari data hujan maksimum dipilih yang paling kecil juga untuk digunakan sebagai batas atas dan batas bawah dalam pemilihan data hujan selanjutnya. Dalam pemilihan data untuk kebutuhan *Partial Series* hanya boleh mengambil tiga atau empat data dalam satu tahun. (A. Ben-Zvi, 2009, p.105).

Data hujan yang didapatkan dari hasil pembacaan alat di lokasi studi tidak dapat langsung digunakan dalam perhitungan karena perlu adanya pengujian terlebih dahulu terhadap data. Pengujian data hujan dimaksudkan untuk mengetahui kualitas dan keandalan data yang sudah didapatkan, yang selanjutnya akan digunakan dalam perhitungan. Kualitas dan keandalan data akan sangat berpengaruh untuk hasil perhitungan dengan keadaan sesungguhnya di lokasi studi. Berikut pengujian data yang akan dilakukan dalam lokasi studi ini:

a. Uji *Outliers*
b. Uji Konsistensi Data (*RAPS*)
c. Uji Ketidakadaan Trend
d. Uji Stasioner
e. Uji Persistensi

## 4.2 Uji Data Hujan Jam-jaman Stasiun Hujan Jabung

### 4.2.1 Uji *Outliers* Data

Tabel 4.1
Curah Hujan Jam-jaman Maksimum Tahunan Stasiun Hujan Jabung (2011-2017)

| No | Tahun | Durasi (menit) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 |
| 1 | 2011 | 54 | 69 | 71 | 73 | 74 |
| 2 | 2012 | 15 | 23 | 27 | 29 | 27 |

Lanjutan Tabel 4.1
Curah Hujan Jam-jaman Maksimum Tahunan Stasiun Hujan Jabung (2011-2017)

| No | Tahun | Durasi (menit) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 |
| 3 | 2013 | 15 | 26 | 30 | 32 | 36 |
| 4 | 2014 | 23 | 26 | 32 | 41 | 51 |
| 5 | 2015 | 43 | 48 | 48 | 35 | 12 |
| 6 | 2016 | 52 | 79 | 80 | 82 | 89 |
| 7 | 2017 | 58 | 70 | 72 | 78 | 86 |

Sumber: Stasiun Hujan Jabung, 2019

Data hujan keseluruhan yang akan digunakan berjumlah 98 buah data hujan jam-jaman. Data-data ini didapatkan dengan cara memilih data hujan maksimum yang paling kecil setiap durasi sebagai batas bawah, dimana menggunakan paling banyak empat data untuk setiap tahunnya yang diantaranya durasi 60 menit (20 data), 120 menit (21 data), 180 menit (21 data), 240 menit (14 data), 300 menit (22 data). Data curah hujan ini selanjutnya akan dijadikan Intensitas Hujan. Berikut Tabel 4.2 adalah tabel intensitas hujan jam-jaman maksimum tahunan stasiun jabung.

Tabel 4.2
Intensitas Hujan Jam-jaman Maksimum Tahunan Stasiun Hujan Jabung (2011-2017)

| | Durasi (Jam) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| No | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | 21 | 13 | 9,3 | 11,5 | 3 |
| 2 | 31 | 21,5 | 15 | 13,75 | 3,6 |
| 3 | 41 | 28,5 | 18 | 18,25 | 4,2 |
| 4 | 54 | 34,5 | 23,7 | 7,25 | 14,8 |
| 5 | 15 | 11,5 | 8,3 | 8 | 2,4 |
| 6 | 15 | 12 | 10 | 10,25 | 2,8 |
| 7 | 22 | 13 | 9,3 | 8,75 | 5,4 |
| 8 | 23 | 11,5 | 10 | 7,5 | 4 |
| 9 | 19 | 13 | 10,7 | 13 | 4,2 |
| 10 | 27 | 13,5 | 11 | 15,75 | 5,2 |
| 11 | 39 | 16,5 | 11,3 | 20,5 | 7,2 |
| 12 | 43 | 22 | 14,3 | 8,25 | 4,8 |
| 13 | 25 | 24 | 16 | 10,25 | 10,2 |
| 14 | 29 | 12,5 | 12,7 | 19,5 | 2,4 |
| 15 | 36 | 16 | 16,3 | | 3,4 |
| 16 | 52 | 24,5 | 16,7 | | 4,4 |
| 17 | 21 | 39,5 | 26,7 | | 7,2 |
| 18 | 23 | 15 | 10,7 | | 17,8 |
| 19 | 35 | 20 | 11,7 | | 2,6 |
| 20 | 58 | 21,5 | 13 | | 6,8 |
| 21 | | 35 | 24 | | 8,4 |
| 22 | | | | | 17,2 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan Uji *Outliers* akan ditampilkan pada Tabel 4.3. Berikut adalah langkah-langkah perhitungan dalam Uji *Outliers*:

- Log Rerata ($y$) = 1,464
- Log Standar Deviasi ($sy$) = 0,176
- $Kn$ = 2,385 (Tabel 2.1)
- $y_H$ $= \bar{y} + K_n \cdot S_y$
  $= 1{,}464 + 2{,}385 \times 0{,}176$
  $= 1{,}884$
- $y_L$ $= \bar{y} - K_n \cdot S_y$
  $= 1{,}464 - 2{,}385 \times 0{,}176$
  $= 1{,}044$

Dari perhitungan diatas maka diperoleh nilai ambang atas sebesar 1,884 dan nilai ambang bawah sebesar 1,044. Data yang berada diluar $y_H$ dan $y_L$ merupakan data *Outliers*. Setelah dilakukan Uji *Outliers* dalam perhitungan ini, maka tidak terdapat data *Outliers*. Data yang akan digunakan untuk analisis selanjutnya akan disajikan pada Tabel 4.3 yang sudah diurutkan dari terbesar ke terkecil, sedangkan untuk durasi yang lain akan dilampirkan pada lampiran 1.

Tabel 4.3
Data Intensitas Hujan Jam-jaman Durasi 60 menit setelah Uji *Outliers*

| Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) | y | Keterangan |
|---|---|---|---|
| 2017 | 58 | 1,763 | Diterima |
| 2011 | 54 | 1,732 | Diterima |
| 2016 | 52 | 1,716 | Diterima |
| 2015 | 43 | 1,633 | Diterima |
| 2011 | 41 | 1,613 | Diterima |
| 2015 | 39 | 1,591 | Diterima |
| 2016 | 36 | 1,556 | Diterima |
| 2017 | 35 | 1,544 | Diterima |
| 2011 | 31 | 1,491 | Diterima |
| 2016 | 29 | 1,462 | Diterima |
| 2015 | 27 | 1,431 | Diterima |
| 2016 | 25 | 1,398 | Diterima |
| 2014 | 23 | 1,362 | Diterima |
| 2017 | 23 | 1,362 | Diterima |
| 2014 | 22 | 1,342 | Diterima |
| 2011 | 21 | 1,322 | Diterima |
| 2017 | 21 | 1,322 | Diterima |

Lanjutan Tabel 4.3
Data Intensitas Hujan Jam-jaman Durasi 60 menit setelah Uji *Outliers*

| Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) | y | Keterangan |
|---|---|---|---|
| 2015 | 19 | 1,279 | Diterima |
| 2012 | 15 | 1,176 | Diterima |
| 2012 | 15 | 1,176 | Diterima |
| Rerata | 31,450 | 1,464 | |
| Sd | 12,906 | 0,176 | |
| Kn | 2,385 | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.4
Rekapitulasi Data Intensitas Hujan Jam-jaman setelah Uji *Outliers*

| Durasi (menit) | $y_H$ | $y_L$ | Keterangan |
|---|---|---|---|
| 60 | 1,884 | 1,044 | Tidak Ada Data *Outliers* |
| 120 | 1,679 | 0,852 | Tidak Ada Data *Outliers* |
| 180 | 1,477 | 0,781 | Tidak Ada Data *Outliers* |
| 240 | 1,412 | 0,715 | Tidak Ada Data *Outliers* |
| 300 | 1,365 | 0,085 | Tidak Ada Data *Outliers* |

Sumber Hasil Perhitungan, 2019

Setelah dilakukan Uji *Outliers* maka didapatkan hasil dimana tidak ada data yang *Outliers* pada durasi 60 menit, 120 menit, 180 menit, 240 menit, 300 menit seperti yang disajikan pada Tabel 4.4. Dengan demikian akan dilanjutkan ke perhitungan selanjutnya.

### 4.2.2 Uji Konsistensi Data (*RAPS*)

Uji Konsistensi Data bertujuan untuk mengetahui kebenaran dari data yang didapatkan di lapangan dimana tidak dipengaruhi oleh kesalahan pada saat pengiriman atau saat pengukuran, data tersebut harus benar-benar menggambarkan kondisi hidrologi di lokasi studi. Data hidrologi disebut tidak konsisten apabila terdapat perbadaan antara nilai pengukuran dan nilai sebenarnya (Soewarno,1995,p.23).

Data hujan jam-jaman maksimum akan diuji kepanggahannya (konsistensi) menggunakan metode *RAPS* (*Rescaled Adjusted Partial Sum*). Secara umum metode ini dilakukan untuk melihat adanya loncatan (*jump*) nilai rata-rata data (*mean*) pada pengujian statistik (Harto,2009,p.39). Hasil perhitungan uji konsistensi data (*RAPS*) Stasiun Hujan Jabung ditampilkan dalam Tabel 4.5.

Tabel 4.5
Uji Konsistensi Data (*RAPS*) Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) | Sk* | (Sk*)² | Dy² | Sk** | \|Sk**\| |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 21 | -10,450 | 109,203 | 5,460 | -0,831 | 0,831 |
| 2 | 2011 | 31 | -0,450 | 0,202 | 0,010 | -0,036 | 0,036 |
| 3 | 2011 | 41 | 9,550 | 91,203 | 4,560 | 0,759 | 0,759 |
| 4 | 2011 | 54 | 22,550 | 508,503 | 25,425 | 1,793 | 1,793 |
| 5 | 2012 | 15 | -16,450 | 270,603 | 13,530 | -1,308 | 1,308 |
| 6 | 2013 | 15 | -16,450 | 270,603 | 13,530 | -1,308 | 1,308 |
| 7 | 2014 | 22 | -9,450 | 89,303 | 4,465 | -0,751 | 0,751 |
| 8 | 2014 | 23 | -8,450 | 71,403 | 3,570 | -0,672 | 0,672 |
| 9 | 2015 | 19 | -12,450 | 155,003 | 7,750 | -0,990 | 0,990 |
| 10 | 2015 | 27 | -4,450 | 19,803 | 0,990 | -0,354 | 0,354 |
| 11 | 2015 | 39 | 7,550 | 57,003 | 2,850 | 0,600 | 0,600 |
| 12 | 2015 | 43 | 11,550 | 133,403 | 6,670 | 0,918 | 0,918 |
| 13 | 2016 | 25 | -6,450 | 41,603 | 2,080 | -0,513 | 0,513 |
| 14 | 2016 | 29 | -2,450 | 6,003 | 0,300 | -0,195 | 0,195 |
| 15 | 2016 | 36 | 4,550 | 20,703 | 1,035 | 0,362 | 0,362 |
| 16 | 2016 | 52 | 20,550 | 422,303 | 21,115 | 1,634 | 1,634 |
| 17 | 2017 | 21 | -10,450 | 109,203 | 5,460 | -0,831 | 0,831 |
| 18 | 2017 | 23 | -8,450 | 71,403 | 3,570 | -0,672 | 0,672 |
| 19 | 2017 | 35 | 3,550 | 12,603 | 0,630 | 0,282 | 0,282 |
| 20 | 2017 | 58 | 26,550 | 704,903 | 35,245 | 2,111 | 2,111 |
| Jumlah | | 629,000 | | | 158,248 | | |
| Rerata | | 31,450 | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Berikut adalah contoh perhitungan Uji Konsistensi Data (*RAPS*) Stasiun Hujan Jabung Durasi 60 Menit:

1. Menghitung nilai rata-rata intensitas hujan maksimum durasi 60 menit

$$\bar{P} = \frac{\sum_{i=1}^{n} P_i}{n} = \frac{21+31+41+\ldots+58}{20} = \frac{629}{20} = 31{,}450$$

2. Menghitung nilai *Sk**

$$Sk^* = \sum_{i=1}^{n} \left(P_i - \bar{P}\right) = 21 - 31{,}450 = -10{,}450$$

3. Menghitung nilai $(Sk^*)^2$

$$(Sk^*)^2 = (-10{,}450)^2 = 109{,}203$$

4. Menghitung nilai $Dy^2$

$$Dy^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n} (Sk*)^2}{n} = \frac{109{,}203 + 0{,}202 + 91{,}203 + \ldots + 35{,}245}{20} = 158{,}248$$

5. Menghitung nilai $Dy$

$$Dy = \sqrt{Dy^2} = \sqrt{158{,}248} = 12{,}580$$

6. Menghitung nilai $Sk^{**}$

$$Sk^{**} = \frac{Sk^{*}}{Dy} = \frac{-10{,}450}{12{,}580} = -0{,}831$$

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

$$|Sk^{**}| = |-0{,}831| = 0{,}831$$

8. Menentukan nilai $Sk^{**}$maksimum

$$Sk^{**}_{maks} = 2{,}111$$

9. Menentukan nilai $Sk^{**}$minimum

$$Sk^{*}_{\min} = 0{,}036$$

10. Menghitung nilai Q, kemudian menghitung $\frac{Q}{\sqrt{n}}$

$$Q = Sk^{**}_{maks} = 2{,}111; \quad \frac{Q}{\sqrt{n}} = \frac{2{,}111}{\sqrt{20}} = 0{,}472$$

11. Menghitung Nilai R, kemudian menghitung $\frac{R}{\sqrt{n}}$

$$R = Sk^{**}_{maks} - Sk^{**}_{\min} = 2{,}111 - 0{,}036 = 2{,}075; \quad \frac{R}{\sqrt{n}} = \frac{2{,}075}{\sqrt{20}} = 0{,}464$$

12. Membandingkan nilai $Q/\sqrt{n}$ dan $R/\sqrt{n}$ dengan nilai $Q/\sqrt{n}_{kritis}$ dan $R/\sqrt{n}_{kritis}$ yang didapatkan dari tabel. Apabila nilai $Q/\sqrt{n}_{hitung}$ dan $R/\sqrt{n}_{hitung}$ kurang dari $Q/\sqrt{n}_{kritis}$ dan $R/\sqrt{n}_{kritis}$ (Tabel 2.2) maka data masih berada dalam batasan konsisten.

$Q/\sqrt{n} < Q/\sqrt{n}_{kritis}$ (0,472 < 1,220)

$R/\sqrt{n} < R/\sqrt{n}_{kritis}$ (0,464 < 1,430)

Dari hasil perhitungan nilai $Q/\sqrt{n}$ dan $R/\sqrt{n} < Q/\sqrt{n}_{kritis}$ dan $R/\sqrt{n}_{kritis}$, maka data masih dalam batasan **Konsisten**. Perhitungan untuk durasi lainnya akan dilampirkan pada lampiran 1. Berikut merupakan rekapitulasi Uji Konsistensi Data (*RAPS*) pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6
Rekapitulasi Uji Konsistensi Data (*RAPS*) Stasiun Hujan Jabung

| Durasi (menit) | $Q/(n^{0,5})$ hitung | $Q/(n^{0,5})$ tabel | $R/(n^{0,5})$ hitung | $R/(n^{0,5})$ tabel | Keterangan |
|---|---|---|---|---|---|
| 60 | 0,472 | 1,220 | 0,464 | 1,430 | Diterima |
| 120 | 0,516 | 1,222 | 0,514 | 1,437 | Diterima |
| 180 | 0,535 | 1,222 | 0,530 | 1,437 | Diterima |
| 240 | 0,494 | 1,172 | 0,453 | 1,340 | Diterima |
| 300 | 0,535 | 1,224 | 0,519 | 1,444 | Diterima |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

### 4.2.3 Uji Ketidakadaan Trend

#### 4.2.3.1 Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman

Data hujan dari Stasiun Hujan Jabung akan diuji keacakannya dengan menggunakan metode Spearman, uji ini bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya trend dalam suatu deret berkala. Hasil perhitungan uji korelasi metode Spearman Stasiun Hujan Jabung ditampilkan dalam Tabel 4.7.

Tabel 4.7
Perhitungan Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman Durasi 60 Menit

| Peringkat (Tt) | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | Peringkat (Rt) | dt | $dt^2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 21 | 16 | -15 | 225 |
| 2 | 2011 | 31 | 9 | -7 | 49 |
| 3 | 2011 | 41 | 5 | -2 | 4 |
| 4 | 2011 | 54 | 2 | 2 | 4 |
| 5 | 2012 | 15 | 19 | -14 | 196 |
| 6 | 2013 | 15 | 20 | -14 | 196 |
| 7 | 2014 | 22 | 17 | -10 | 100 |
| 8 | 2014 | 23 | 16 | -8 | 64 |
| 9 | 2015 | 19 | 22 | -13 | 169 |
| 10 | 2015 | 27 | 16 | -6 | 36 |
| 11 | 2015 | 39 | 12 | -1 | 1 |
| 12 | 2015 | 43 | 11 | 1 | 1 |
| 13 | 2016 | 25 | 12 | 1 | 1 |
| 14 | 2016 | 29 | 10 | 4 | 16 |
| 15 | 2016 | 36 | 7 | 8 | 64 |
| 16 | 2016 | 52 | 3 | 13 | 169 |
| 17 | 2017 | 21 | 16 | 1 | 1 |
| 18 | 2017 | 23 | 13 | 5 | 25 |
| 19 | 2017 | 35 | 8 | 11 | 121 |
| 20 | 2017 | 58 | 1 | 19 | 361 |
| Jumlah | | | | | 1803 |
| n | | | | | 20 |
| KP | | | | | -0,356 |
| t hitung | | | | | -1,614 |
| dk | | | | | 18 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Berikut adalah langkah perhitungan Uji Korelasi Spearman:

1. Jumlahkan nilai $dt^2$

2. Menghitung Nilai *KP*

$$KP = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{n}(dt)^2}{n^3 - n} = \frac{6x568}{20^3 - 20} = -0{,}356$$

3. Menghitung Nilai t

$$t = KP.\left[\frac{n-2}{1-KP^2}\right]^{0,5} = -0{,}356.\left[\frac{20-2}{1-(-0{,}356)^2}\right]^{0,5} = -1{,}614$$

4. Menghitung Nilai *dk*

$$dk = n - 2 = 20 - 2 = 18$$

Dari hasil perhitungan Uji Korelasi Spearman didapatkan Nilai t hitung = -1,614 dan dengan melihat Nilai t kritis ($t_{0,975}$) pada Tabel 2.5 untuk derajat kepercayaan ($\alpha$) 5% = 2,101. Maka untuk derajat kepercayaan 5% dapat disimpulkan bahwa t hitung < t kritis yaitu -1,614 < 2,101. Dimana data intensitas hujan pada lokasi studi adalah **independen dan tidak menunjukkan adanya trend.** Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman dalam durasi lainnya akan dilampirkan pada lampiran 1. Berikut Tabel 4.8 adalah rekapitulasi Uji Korelasi Peringkat Spearman:

Tabel 4.8
Rekapitulasi Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman Stasiun Hujan Jabung

| No | Durasi (menit) | t hitung | t kritis | Kesimpulan |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | -1,614 | 2,101 | Tidak Ada Trend |
| 2 | 120 | -1,364 | 2,093 | Tidak Ada Trend |
| 3 | 180 | -1,667 | 2,093 | Tidak Ada Trend |
| 4 | 240 | -0,643 | 2,179 | Tidak Ada Trend |
| 5 | 300 | -1,921 | 2,086 | Tidak Ada Trend |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

### 4.2.4 Uji Stasioner

#### 4.2.4.1 Uji F (Uji Kestabilan Nilai Varian)

Apabila suatu deret berkala tidak menunjukkan adanya trend sebelum data deret berkala digunakan untuk analisis lanjutan harus dilakukan uji stasioner. Uji-F dimaksudkan untuk melihat kestabilan nilai varian dan rata-rata dari suatu deret berkala. Berikut adalah hasil perhitungan Uji-F Stasiun Hujan Jabung yang disajikan pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9
Perhitungan Uji-F Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Kelompok I Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | No | Kelompok II Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 21 | 11 | 2015 | 39 |
| 2 | 2011 | 31 | 12 | 2015 | 43 |
| 3 | 2011 | 41 | 13 | 2016 | 25 |
| 4 | 2011 | 54 | 14 | 2016 | 29 |
| 5 | 2012 | 15 | 15 | 2016 | 36 |
| 6 | 2013 | 15 | 16 | 2016 | 52 |
| 7 | 2014 | 22 | 17 | 2017 | 21 |
| 8 | 2014 | 23 | 18 | 2017 | 23 |
| 9 | 2015 | 19 | 19 | 2017 | 35 |
| 10 | 2015 | 27 | 20 | 2017 | 58 |
| $N_1$ | = | 10 | $N_2$ | = | 10 |
| $S_1$ | = | 12,336 | $S_2$ | = | 12,306 |
| $dk_1$ | = | 9 | $dk_2$ | = | 9 |
| $Rerata_1$ | | 26,800 | $Rerata_2$ | | 36,100 |
| $F = \frac{N_1 S_1^{\,2}(N_2 - 1)}{N_2 S_2^{\,2}(N_1 - 1)}$ | | | = | | **1,005** |
| Berdasarkan Tabel Nilai Kritis *Fc* didapatkan: | | | | | |
| 5% | = | 3,180 | 1% | = | 5,350 |
| Fhitung < Fcr, Maka | | | | | |
| 5% | = | **DITERIMA** | 1% | = | **DITERIMA** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Dari perhitungan diatas didapatkan nilai F hitung = 1,005, dengan melihat nilai α 5% pada Tabel 2.4 sehingga didapatkan nilai F kritis = 3,180. Dapat disimpulkan bahwa hasil dari perhitungan adalah F hitung < F kritis yaitu 1,005 < 3,180, maka Hipotesis nol (Ho) **diterima dan data bersifat homogen**. Perhitungan untuk durasi lainnya akan dilampirkan pada lampiran 1. Berikut adalah rekapitulasi perhitungan Uji-F pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10
Rekapitulasi Perhitungan Uji-F Stasiun Hujan Jabung

| No | Durasi (menit) | F hitung | F kritis | Kesimpulan |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 1,005 | 3,180 | Data Stasioner |
| 2 | 120 | 0,822 | 3,140 | Data Stasioner |
| 3 | 180 | 0,783 | 3,140 | Data Stasioner |
| 4 | 240 | 0,541 | 4,280 | Data Stasioner |
| 5 | 300 | 0,413 | 2,980 | Data Stasioner |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

### 4.2.4.2 Uji-t (Kestabilan Rata-Rata)

Apabila Ho menunjukkan suatu nilai varian stasioner, maka pengujian lanjutan adalah menguji kestabilan nilai rata-ratanya dengan menggunakan Uji-t dan jika hasil pengujian ditolak berarti nilai rata-rata dua kelompok tersebut tidak homogen dan tidak stasioner pada derajat kepercayaan tertentu. Berikut Tabel 4.11 adalah hasil perhitungan Uji-t Stasiun Hujan Jabung.

Tabel 4.11
Perhitungan Uji-t Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung

| **Kelompok I** | | | **Kelompok II** | | |
|---|---|---|---|---|---|
| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) |
| 1 | 2011 | 21 | 11 | 2015 | 39 |
| 2 | 2011 | 31 | 12 | 2015 | 43 |
| 3 | 2011 | 41 | 13 | 2016 | 25 |
| 4 | 2011 | 54 | 14 | 2016 | 29 |
| 5 | 2012 | 15 | 15 | 2016 | 36 |
| 6 | 2013 | 15 | 16 | 2016 | 52 |
| 7 | 2014 | 22 | 17 | 2017 | 21 |
| 8 | 2014 | 23 | 18 | 2017 | 23 |
| 9 | 2015 | 19 | 19 | 2017 | 35 |
| 10 | 2015 | 27 | 20 | 2017 | 58 |
| $N_1$ | = | 10 | $N_2$ | = | 10 |
| $S_1$ | = | 12,336 | $S_2$ | = | 12,306 |
| $S_1^2$ | = | 152,178 | $S_2^2$ | = | 151,433 |
| dk | = | 18 | | | |
| $Rerata_1$ | | 26,800 | $Rerata_2$ | | 36,100 |
| $\sigma = \left\| \frac{N_1 S_1^{\,2} + N_2 S_2^{\,2}}{N_1 + N_2 - 2} \right\|^{0,5}$ | | | = | | **12,987** |
| $t = \frac{\lvert X_{rerata.1} - X_{rerata.2} \rvert}{\sigma \left\| \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right\|^{0,5}}$ | | | = | | **1,601** |
| Berdasarkan Tabel Nilai Kritis *tc* didapatkan: | | | | | |
| Uji Dua Sisi | | | Uji satu Sisi | | |
| 5% | = | 2,101 | 5% | = | 1,734 |
| 1% | = | 2,878 | 1% | = | 2,552 |
| t hitung < tcr, Maka | | | | | |
| 5% | = | **DITERIMA** | 5% | = | **DITERIMA** |
| 1% | = | **DITERIMA** | 1% | = | **DITERIMA** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Langkah perhitungan Uji-t adalah sebagai berikut:

1. Membagi data menjadi 2 kelompok (Tabel 4.11)
2. Menghitung nilai σ

$$\sigma = \left| \frac{N_1 S_1^2 + N_2 S_2^2}{N_1 + N_2 - 2} \right|^{0,5} = \left| \frac{10.152,178 + 10.151,433}{10 + 10 - 2} \right|^{0,5} = 12,987$$

3. Menghitung nilai t

$$t = \frac{|X_{rerata1} - X_{rerata2}|}{\sigma \left| \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right|^{0,5}} = \frac{|26,8 - 36,1|}{12,987 \left| \frac{1}{10} + \frac{1}{10} \right|^{0,5}} = 1,601$$

4. Membandingkan nilai t hitung dengan t kritis

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, dengan dilakukan uji dua sisi pada derajat kepercayaan α 5%, dimana dk = N1 + N2 – 2 = 18 didapatkan nilai t kritis =2,101 (Tabel 2.5). sehingga dapat disimpulkan bahwa t hitung < t kritis yaitu 1,601 < 2,101, maka Ho **diterima dan data bersifat homogen**. Perhitungan untuk durasi lainnya akan dilampirkan pada lampiran 1. Berikut adalah rekapitulasi perhitungan Uji-t pada Tabel 4.12.

Tabel 4.12
Rekapitulasi Perhitungan Uji-t Derajat Kepercayaan α 5% Stasiun Hujan Jabung

| No | Durasi (menit) | t hitung | t kritis | Kesimpulan |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 1,601 | 2,101 | Data Stasioner |
| 2 | 120 | 1,567 | 2,093 | Data Stasioner |
| 3 | 180 | 1,659 | 2,093 | Data Stasioner |
| 4 | 240 | 0,915 | 2,179 | Data Stasioner |
| 5 | 300 | 1,271 | 2,086 | Data Stasioner |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

### 4.2.5 Uji Persistensi

Persistensi (*persistence*) adalah ketidak tergantungan dari setiap nilai dalam deret berkala. Untuk melaksanakan pengujian persistensi harus dihitung besarnya koefisien korelasi serial. Salah satu metode untuk menentukan koefisien korelasi serial adalah dengan metode Spearman. Koefisien korelasi serial metode Spearman. Hasil Uji Korelasi Peringkat Spearman adalah sebagai berikut yang ditampilkan pada Tabel 4.13.

Tabel 4.13
Perhitungan Uji Persistensi Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | Peringkat (Rt) | dt | dt² |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 21 | 16 | - | - |
| 2 | 2011 | 31 | 9 | 7 | 49 |

Lanjutan Tabel 4.13
Perhitungan Uji Persistensi Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | Peringkat (Rt) | dt | dt² |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | 2011 | 41 | 5 | 4 | 16 |
| 4 | 2011 | 54 | 2 | 3 | 9 |
| 5 | 2012 | 15 | 19 | -17 | 289 |
| 6 | 2013 | 15 | 20 | -1 | 1 |
| 7 | 2014 | 22 | 17 | 3 | 9 |
| 8 | 2014 | 23 | 16 | 1 | 1 |
| 9 | 2015 | 19 | 22 | -6 | 36 |
| 10 | 2015 | 27 | 16 | 6 | 36 |
| 11 | 2015 | 39 | 12 | 4 | 16 |
| 12 | 2015 | 43 | 11 | 1 | 1 |
| 13 | 2016 | 25 | 12 | -1 | 1 |
| 14 | 2016 | 29 | 10 | 2 | 4 |
| 15 | 2016 | 36 | 7 | 3 | 9 |
| 16 | 2016 | 52 | 3 | 4 | 16 |
| 17 | 2017 | 21 | 16 | -13 | 169 |
| 18 | 2017 | 23 | 13 | 3 | 9 |
| 19 | 2017 | 35 | 8 | 5 | 25 |
| 20 | 2017 | 58 | 1 | 7 | 49 |
| Jumlah | | = | | | 745 |
| N | | = | | | 20 |
| m | | = | | | 19 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Berikut adalah langkah perhitungan Uji Persistensi:

5. Jumlahkan nilai $dt^2$
6. Menghitung Nilai *KP*

$$KS = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{n}(dt)^2}{m^3 - m} = \frac{745}{19^3 - 19} = 0{,}346$$

7. Menghitung Nilai t

$$t = KS \cdot \left[\frac{m-2}{1-KS^2}\right]^{0,5} = -0{,}346 \cdot \left[\frac{19-2}{1-(0{,}346)^2}\right]^{0,5} = 1{,}523$$

8. Menghitung Nilai *dk*

$$dk = m - 2 = 19 - 2 = 17$$

Dari hasil perhitungan Uji Persistensi didapatkan Nilai t hitung = 1,523 dan dengan melihat Nilai t kritis ($t_{0,975}$) pada Tabel 2.5 untuk derajat kepercayaan (α) 5% = 2,110. Maka untuk derajat kepercayaan 5% dapat disimpulkan bahwa t hitung < t kritis yaitu 1,523 <

2,110. Dimana data intensitas hujan pada lokasi studi adalah **independen dan tidak menunjukkan adanya trend**. Uji Persistensi dalam durasi lainnya akan dilampirkan pada lampiran 1. Berikut adalah rekapitulasi Uji Persistensi pada Tabel 4.14.

Tabel 4.14
Rekapitulasi Perhitungan Uji Persistensi Derajat Kepercayaan α 5% Stasiun Hujan Jabung

| No | Durasi (menit) | t hitung | t kritis | Kesimpulan |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 1,523 | 2,110 | Bersifat Acak |
| 2 | 120 | 1,416 | 2,101 | Bersifat Acak |
| 3 | 180 | 1,491 | 2,101 | Bersifat Acak |
| 4 | 240 | -0,119 | 2,201 | Bersifat Acak |
| 5 | 300 | -0,289 | 2,093 | Bersifat Acak |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

## 4.3 Analisa Intensitas Hujan Rancangan Stasiun Hujan Jabung

### 4.3.1 Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel atau sering disebut juga distribusi nilai ekstrim umumnya digunakan untuk analisis data maksimum, contohnya analisis frekuensi banjir. Gumbel menggunakan harga ekstrim untuk menunjukkan bahwa dalam deret nilai-nilai ekstrim $X_1$, $X_2$, $X_3$, …, $X_n$ mempunyai fungsi distribusi eksponensial ganda $P(X) = e^{-e^{-a(X-b)}}$ (Suripin,2004,p.50).

Berikut adalah tahapan perhitungan Distribusi Gumbel durasi 60 menit Stasiun Hujan Jabung yang ditampilkan pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15
Perhitungan Intensitas Hujan Rancangan Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) |
|---|---|---|
| 1 | 2011 | 21 |
| 2 | 2011 | 31 |
| 3 | 2011 | 41 |
| 4 | 2011 | 54 |
| 5 | 2012 | 15 |
| 6 | 2013 | 15 |
| 7 | 2014 | 22 |
| 8 | 2014 | 23 |
| 9 | 2015 | 19 |
| 10 | 2015 | 27 |
| 11 | 2015 | 39 |
| 12 | 2015 | 43 |

Lanjutan Tabel 4.15
Perhitungan Intensitas Hujan Rancangan Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) |
|---|---|---|
| 13 | 2016 | 25 |
| 14 | 2016 | 29 |
| 15 | 2016 | 36 |
| 16 | 2016 | 52 |
| 17 | 2017 | 21 |
| 18 | 2017 | 23 |
| 19 | 2017 | 35 |
| 20 | 2017 | 58 |
| X | | 629 |
| X rerata | | 31,450 |
| Sd | | 12,906 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Dengan jumlah data (n) = 20, dari Tabel 2.6 didapatkan nilai Yn = 0,5235 dan Sn = 1,0628. Menghitung nilai Yt untuk kala ulang 2 tahun adalah sebagai berikut:

$$Yt = -\ln\left[-\ln\left(\frac{Tr}{Tr-1}\right)\right]$$

$$Yt = -\ln\left[-\ln\left(\frac{2}{2-1}\right)\right] = 0{,}3665$$

Berikut Tabel 4.16 adalah hasil perhitungan Distribusi Gumbel Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung.

Tabel 4.16
Intensitas Hujan Rancangan Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung

| Kala Ulang (Tr) | Probabilitas (Pr) | Yt | K (Yt-Yn)/Sn | Intensitas Hujan Rancangan (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 50 | 0,3665 | -0,148 | 29,543 |
| 5 | 20 | 1,4999 | 0,919 | 43,307 |
| 10 | 10 | 2,2504 | 1,625 | 52,421 |
| 20 | 5 | 2,9702 | 2,302 | 61,162 |
| 25 | 4 | 3,1985 | 2,517 | 63,935 |
| 50 | 2 | 3,9019 | 3,179 | 72,477 |
| 100 | 1 | 4,6001 | 3,836 | 80,955 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Selanjutnya dengan didapatkan nilai standar deviasi (Sd) = 12,906 adalah menghitung nilai K untuk mendapatkan nilai Intensitas Hujan Rancangan Kala Ulang 2 tahun, yaitu:

$$K = \frac{Yt - Yn}{Sn}$$

$$K = \frac{0{,}3665 - 0{,}5235}{1{,}0628} = -0{,}148$$

$$I_{2th} = X_{rerata} + K.Sd$$

$$I_{2th} = 31{,}450 + (-0{,}148).12{,}906$$

$$I_{2th} = 29{,}543 \text{mm/jam}$$

Berikut adalah rekapitulasi perhitungan Distribusi Gumbel yang akan ditampilkan pada Tabel 4.17.

Tabel 4.17
Rekapitulasi Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Gumbel

| Kala Ulang (Tr) | Intensitas Hujan Rancangan (mm/jam) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Durasi (menit) | | | | |
| | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 |
| 2 | 29,543 | 18,670 | 13,451 | 13,483 | 5,765 |
| 5 | 43,307 | 27,660 | 18,961 | 19,321 | 10,640 |
| 10 | 52,421 | 33,613 | 22,609 | 23,187 | 13,867 |
| 20 | 61,162 | 39,323 | 26,108 | 26,894 | 16,963 |
| 25 | 63,935 | 41,134 | 27,218 | 28,070 | 17,945 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan untuk durasi lainnya akan dilampirkan pada lampiran 2.

### 4.3.2 Distribusi Log Pearson III

Distribusi Log Pearson III banyak digunakan dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrim. Distribusi ini merupakan transformasi dari Distribusi Pearson III. Sebelum dilakukan perhitungan data harus diubah kedalam bentuk logaritmik terlebih dahulu seperti rata-rata, standar deviasi (Sd), dan kepencengan (Cs). Berikut Tabel 4.18 adalah perhitungan intensitas hujan rancangan durasi 60 menit.

Tabel 4.18
Perhitungan Intensitas Hujan Rancangan Durasi 60 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (Xi) | Log Xi | (Log Xi - Log Xrt) | (Log Xi - Log Xrt)² | (Log Xi - Log Xrt)³ | Peluang (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2017 | 58 | 1,763 | 0,300 | 0,090 | 0,027 | 4,762 |
| 2 | 2011 | 54 | 1,732 | 0,269 | 0,072 | 0,019 | 9,524 |
| 3 | 2016 | 52 | 1,716 | 0,252 | 0,064 | 0,016 | 14,286 |
| 4 | 2015 | 43 | 1,633 | 0,170 | 0,029 | 0,005 | 19,048 |
| 5 | 2011 | 41 | 1,613 | 0,149 | 0,022 | 0,003 | 23,810 |
| 6 | 2015 | 39 | 1,591 | 0,127 | 0,016 | 0,002 | 28,571 |
| 7 | 2016 | 36 | 1,556 | 0,093 | 0,009 | 0,001 | 33,333 |
| 8 | 2017 | 35 | 1,544 | 0,080 | 0,006 | 0,001 | 38,095 |
| 9 | 2011 | 31 | 1,491 | 0,028 | 0,001 | 0,000 | 42,857 |
| 10 | 2016 | 29 | 1,462 | -0,001 | 0,000 | 0,000 | 47,619 |
| 11 | 2015 | 27 | 1,431 | -0,032 | 0,001 | 0,000 | 52,381 |
| 12 | 2016 | 25 | 1,398 | -0,066 | 0,004 | 0,000 | 57,143 |
| 13 | 2014 | 23 | 1,362 | -0,102 | 0,010 | -0,001 | 61,905 |
| 14 | 2017 | 23 | 1,362 | -0,102 | 0,010 | -0,001 | 66,667 |
| 15 | 2014 | 22 | 1,342 | -0,121 | 0,015 | -0,002 | 71,429 |
| 16 | 2011 | 21 | 1,322 | -0,141 | 0,020 | -0,003 | 76,190 |
| 17 | 2017 | 21 | 1,322 | -0,141 | 0,020 | -0,003 | 80,952 |
| 18 | 2015 | 19 | 1,279 | -0,185 | 0,034 | -0,006 | 85,714 |
| 19 | 2012 | 15 | 1,176 | -0,288 | 0,083 | -0,024 | 90,476 |
| 20 | 2012 | 15 | 1,176 | -0,288 | 0,083 | -0,024 | 95,238 |
| | Jumlah | | 29,274 | | 0,589 | 0,010 | |
| | Log Xi Rerata (Xrt) | | 1,464 | | | | |
| | Standar Deviasi (Sd) | | 0,176 | | | | |
| | Skewness (Cs) | | 0,109 | | | | |
| | Koef. Kurtosis (Ck) | | -0,900 | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
REPOSITORY.UB.AC.ID

Keterangan:

Xi = Data intensitas hujan (mm/jam)

Log Xi = Nilai logaritma dari data intensitas hujan (mm/jam)

Xrt = Rerata dari nilai logaritma intensitas hujan (mm/jam)

Sd = Standar Deviasi

Cs = Kepencengan (*Skewness*)

Tabel 4.19

Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Log Pearson III Durasi 60 Menit

| Kala Ulang (*Tr*) | Probabilitas % (*Pr*) | G (Tabel) | Log Xi Rerata (Xrt) | Log Rt | Intensitas Hujan Rancangan (Rt) (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,01 | 99,01 | -2,246 | 1,464 | 1,068 | 11,699 |
| 2 | 50,00 | -0,018 | 1,464 | 1,460 | 28,873 |
| 5 | 20,00 | 0,836 | 1,464 | 1,611 | 40,823 |
| 10 | 10,00 | 1,293 | 1,464 | 1,691 | 49,130 |
| 20 | 5,00 | 1,675 | 1,464 | 1,759 | 57,376 |
| 25 | 4,00 | 1,788 | 1,464 | 1,779 | 60,051 |
| 50 | 2,00 | 2,112 | 1,464 | 1,836 | 68,485 |
| 100 | 1,00 | 2,406 | 1,464 | 1,887 | 77,171 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Keterangan:

Tr = Kala ulang (Tahun)

Pr = Probabilitas (%)

G = Faktor frekuensi (Tabel 2.8)

Xrt = Rerata dari nilai logaritma intensitas hujan (mm/jam)

Rt = Intensitas hujan rancangan (mm/jam)

Contoh perhitungan Tabel 4.18 Distribusi Log Pearson III Durasi 60 menit adalah sebagai berikut:

Xi = 58

Log Xi = log (58)

= 1,763

Xrt = 1,464

Sd = 0,176

Cs = 0,109

$$(LogXi - LogXrt) = (1{,}763 - 1{,}464)$$
$$= 0{,}300$$
$$(LogXi - LogXrt)^2 = (0{,}300)^2 = 0{,}090$$
$$(LogXi - LogXrt)^3 = (0{,}300)^3 = 0{,}027$$

Selanjutnya contoh perhitungan untuk intensitas hujan rancangan kala ulang 2 tahun pada Tabel 4.19:

$$\Pr = \frac{1}{Tr} = \frac{1}{2} = 0{,}5 = 50\%$$

$G = -0{,}018$ (Tabel 2.8)

$$LogRt = Xrt + G.Sd$$
$$LogRt = 1{,}464 + (-0{,}018.0{,}176)$$
$$LogRt = 1{,}460$$
$$I_{2th} = 10^{LogRt}$$
$$I_{2th} = 10^{1{,}460}$$
$$I_{2th} = 28{,}873 \text{mm/jam}$$

Berikut adalah rekapitulasi perhitungan Distribusi Log Pearson III yang ditampilkan pada Tabel 4.20:

Tabel 4.20
Rekapitulasi Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Log Pearson III

| Kala Ulang (Tr) | Intensitas Hujan Rancangan (mm/jam) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Durasi (menit) | | | | |
| | 60 | 120 | 180 | 240 | 300 |
| 2 | 28,873 | 17,828 | 12,966 | 11,374 | 4,960 |
| 5 | 40,823 | 25,371 | 17,511 | 15,613 | 8,624 |
| 10 | 49,130 | 31,118 | 20,943 | 18,617 | 11,990 |
| 20 | 57,376 | 37,222 | 24,567 | 21,647 | 16,085 |
| 25 | 60,051 | 39,288 | 25,789 | 22,640 | 17,588 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan untuk durasi lainnya akan dilampirkan pada lampiran 2.

## 4.4 Uji Kesesuaian Distribusi

### 4.4.1 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. Dalam

uji Chi Square ini menggunakan parameter $X^2$. Berikut adalah perhitungan Uji Chi Square Durasi 60 menit yang disajikan pada Tabel 4.21 dan Tabel 4.22.

Tabel 4.21
Batas Kelas berdasarkan Distribusi Gumbel Durasi 60 Menit

| Probabilitas (Pr) | Kala Ulang (*Tr*) | Yt | Yn | Sn | K (Yt-Yn)/Sn | Hujan Rancangan (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 80 | 1,25 | -0,476 | 0,5235 | 1,0628 | -0,940 | 19,314 |
| 60 | 1,67 | 0,087 | 0,5235 | 1,0628 | -0,410 | 26,154 |
| 40 | 2,5 | 0,672 | 0,5235 | 1,0628 | 0,139 | 33,250 |
| 20 | 5 | 1,500 | 0,5235 | 1,0628 | 0,919 | 43,307 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.22
Perhitungan Chi Square Distribusi Gumbel Durasi 60 Menit

| No | Batas Kelas | Jumlah Data Expected Frequency (Ef) | Observed Frequency (Of) | Of - Ef | (Of - Ef)² | (Of - Ef)² / Ef |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 - 19,314 | 4 | 3 | -1 | 1 | 0,25 |
| 2 | 19,314 - 26,154 | 4 | 6 | 2 | 4 | 1,00 |
| 3 | 26,514 - 33,250 | 4 | 3 | -1 | 1 | 0,25 |
| 4 | 33,250 - 43,307 | 4 | 5 | 1 | 1 | 0,25 |
| 5 | 43,307 ~ | 4 | 3 | -1 | 1 | 0,25 |
| | **Jumlah** | **20** | **20** | | | **2,00** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Adapun langkah perhitungan Uji Chi Square Distribusi Gumbel adalah:

- Menentukan Jumlah Kelas

  $Kelas = 1 + (3{,}332.\log(n))$ ; n = jumlah data

  $Kelas = 1 + (3{,}332.\log(20)) = 5$

- Menghitung Probabilitas (Pr)

  $$\Pr = \frac{4}{Kelas}.100\% = \frac{4}{5}.100\% = 80\%$$

- Menghitung *Expected Frequency* (Ef)

  $$Ef = \frac{n}{kelas} = \frac{20}{5} = 4$$

- Menghitung Derajat Kebebasan (dk)

  $dk = K - m - 1$ ; m = 2

  $dk = 5 - 2 - 1 = 2$

Berdasarkan Tabel nilai kritis Chi Square untuk α = 5% sebesar 5,991 dan α = 1% sebesar 9,210. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Perhitungan Chi Square Distribusi

Gumbel Durasi 60 Menit **Diterima**, Karena nilai $X^2 < X^2$ kritis yaitu 2,00 < 5,991 (α = 5%) dan 2,00 < 9,210 (α = 1%).

Tabel 4.23
Batas Kelas berdasarkan Distribusi Log Pearson III Durasi 60 Menit

| Probabilitas (Pr) | Log Xi Rerata (Xrt) | Cs | Sd | G (Tabel) | Log Rt | Hujan Rancangan (Rt) (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 80 | 1,464 | 0,109 | 0,176 | -0,846 | 1,315 | 20,635 |
| 60 | 1,464 | 0,109 | 0,176 | -0,270 | 1,416 | 26,068 |
| 40 | 1,464 | 0,109 | 0,176 | 0,236 | 1,505 | 32,010 |
| 20 | 1,464 | 0,109 | 0,176 | 0,836 | 1,611 | 40,823 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.24
Perhitungan Chi Square Distribusi Log Pearson III Durasi 60 Menit

| No | Batas Kelas | Jumlah Data | | Of - Ef | (Of - Ef)² | (Of - Ef)² / Ef |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Expected Frequency (Ef) | Observed Frequency (Of) | | | |
| 1 | 0 - 20,635 | 4 | 3 | -1 | 1 | 0,25 |
| 2 | 20,635 - 26,068 | 4 | 6 | 2,0 | 4 | 1,00 |
| 3 | 26,068 - 32,010 | 4 | 3 | -1,0 | 1 | 0,25 |
| 4 | 32,010 - 40,823 | 4 | 3 | -1,0 | 1 | 0,25 |
| 5 | 40,823 ~ | 4 | 5 | 1 | 1 | 0,25 |
| **Jumlah** | | **20** | **20** | | | **2,00** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Adapun langkah perhitungan Uji Chi Square Distribusi Log Pearson III pada Tabel 4.23 dan Tabel 4.24.

- Menghitung Derajat Kebebasan (dk)

$dk = K - m - 1$ ; m = 2

$dk = 5 - 2 - 1 = 2$

Berdasarkan Tabel nilai kritis Chi Square untuk α = 5% sebesar 5,991 dan α = 1% sebesar 9,210. Sehingga dapat disimpulkan bahwa Perhitungan Chi Square Distribusi Log Pearson III Durasi 60 Menit **Diterima**, Karena nilai $X^2 < X^2$ kritis yaitu 2,00 < 5,991 (α=5%) dan 2,00 < 9,210 (α = 1%). Perhitungan selanjutnya akan dilampirkan pada Lampirann 2.

Tabel 4.25
Rekapitulasi Uji Chi Square Distribusi Gumbel

| Durasi (Menit) | Derajat Kepercayaan (α) | |
|---|---|---|
| | 5% | 1% |
| 60 | Hipotesa Gumbel Diterima | Hipotesa Gumbel Diterima |
| 120 | Hipotesa Gumbel Diterima | Hipotesa Gumbel Diterima |
| 180 | Hipotesa Gumbel Diterima | Hipotesa Gumbel Diterima |
| 240 | Hipotesa Gumbel Diterima | Hipotesa Gumbel Diterima |
| 300 | Hipotesa Gumbel Ditolak | Hipotesa Gumbel Ditolak |

Sumber:Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.26
Rekapitulasi Uji Chi Square Distribusi Log Pearson III

| Durasi (Menit) | Derajat Kepercayaan (α) | |
|---|---|---|
| | 5% | 1% |
| 60 | Hipotesa Log Pearson III Diterima | Hipotesa Log Pearson III Diterima |
| 120 | Hipotesa Log Pearson III Diterima | Hipotesa Log Pearson III Diterima |
| 180 | Hipotesa Log Pearson III Diterima | Hipotesa Log Pearson III Diterima |
| 240 | Hipotesa Log Pearson III Diterima | Hipotesa Log Pearson III Diterima |
| 300 | Hipotesa Log Pearson III Diterima | Hipotesa Log Pearson III Diterima |

Sumber:Hasil Perhitungan, 2019

Pada hasil Uji Chi Square distribusi Gumbel durasi 5 jam (300 menit) didapatkan bahwa hipotesa ditolak, sedangkan untuk durasi lainnya hipotesa diterima baik α = 5% ataupun α = 1%.

Pada distribusi Log Pearson III didapatkan bahwa semua hipotesa diterima pada α = 5% ataupun α = 1%. Sehingga dalam pemilihan jenis distribusi yang sesuai dan akan digunakan untuk perhitungan lanjutan adalah **Distribusi Log Pearson III** karena setelah dilakukan uji kesesuaian distribusi ini yang paling memenuhi.

### 4.4.2 Uji Smirnov Kolmogorov

Uji Smirnov Kolmogorov sering disebut uji kecocokan non parametik karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Uji ini digunakan untuk mengetahui fungsi distribusi dapat diterima atau ditolak dengan membandingan hasil perhitungan dengan nilai kritis untuk Uji Smirnov Kolmogorov. Berikut adalah hasil perhitungan untuk durasi 60 menit yang ditampilkan pada Tabel 4.27.

Tabel 4.27
Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Gumbel Durasi 60 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (Xi) (mm/jam) | Pe | K | Yt | Kala Ulang (Tr) | Probabilitas (Pr) | Pt | \|Pe-Pt\| |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2012 | 15 | 0,05 | -1,275 | -0,831 | 1,112 | 0,899 | 0,101 | 0,053 |
| 2 | 2013 | 15 | 0,10 | -1,275 | -0,831 | 1,112 | 0,899 | 0,101 | 0,005 |
| 3 | 2015 | 19 | 0,14 | -0,965 | -0,502 | 1,237 | 0,808 | 0,192 | 0,049 |
| 4 | 2011 | 21 | 0,19 | -0,810 | -0,337 | 1,327 | 0,754 | 0,246 | 0,056 |
| 5 | 2017 | 21 | 0,24 | -0,810 | -0,337 | 1,327 | 0,754 | 0,246 | 0,008 |
| 6 | 2014 | 22 | 0,29 | -0,732 | -0,255 | 1,380 | 0,725 | 0,275 | 0,010 |
| 7 | 2014 | 23 | 0,33 | -0,655 | -0,172 | 1,438 | 0,695 | 0,305 | 0,029 |
| 8 | 2017 | 23 | 0,38 | -0,655 | -0,172 | 1,438 | 0,695 | 0,305 | 0,076 |
| 9 | 2016 | 25 | 0,43 | -0,500 | -0,008 | 1,575 | 0,635 | 0,365 | 0,064 |
| 10 | 2015 | 27 | 0,48 | -0,345 | 0,157 | 1,740 | 0,575 | 0,425 | 0,051 |
| 11 | 2016 | 29 | 0,52 | -0,190 | 0,322 | 1,939 | 0,516 | 0,484 | 0,039 |
| 12 | 2011 | 31 | 0,57 | -0,035 | 0,486 | 2,177 | 0,459 | 0,541 | 0,031 |
| 13 | 2017 | 35 | 0,62 | 0,275 | 0,816 | 2,798 | 0,357 | 0,643 | 0,024 |
| 14 | 2016 | 36 | 0,67 | 0,353 | 0,898 | 2,989 | 0,335 | 0,665 | 0,001 |
| 15 | 2015 | 39 | 0,71 | 0,585 | 1,145 | 3,670 | 0,273 | 0,727 | 0,013 |
| 16 | 2011 | 41 | 0,76 | 0,740 | 1,310 | 4,228 | 0,237 | 0,763 | 0,002 |
| 17 | 2015 | 43 | 0,81 | 0,895 | 1,475 | 4,888 | 0,205 | 0,795 | 0,014 |
| 18 | 2016 | 52 | 0,86 | 1,592 | 2,216 | 9,677 | 0,103 | 0,897 | 0,040 |
| 19 | 2011 | 54 | 0,90 | 1,747 | 2,380 | 11,317 | 0,088 | 0,912 | 0,007 |
| 20 | 2017 | 58 | 0,95 | 2,057 | 2,710 | 15,532 | 0,064 | 0,936 | 0,017 |
| | Jumlah | 629 | | | | | | | |
| | Rerata | 31,450 | | | | **Dmaks =** | | | **0,076** |
| | Sd | 12,906 | | | | | | | |

Sumber:Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
REPOSITORY.UB.AC.ID

Keterangan:

Xi = Data intensitas hujan (mm/jam)

Pe = posisi data Xi menurut pengamatan Weibull

K = Faktor frekuensi

Pt = Posisi data Xi menurut garis sebaran teoritis

m = Nomor urut data

N = Banyak data

Adapun langkah perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Gumbel pada Tabel 4.27 adalah:

- Menghitung nilai Pe

$$Pe = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{20+1} = 0{,}05$$

- Menghitung nilai K

$$K = \frac{Xi - Xi_{rerata}}{Sd} = \frac{15 - 31{,}450}{12{,}906} = -1{,}275$$

- Menghitung nilai Yn; Yn = 0,5235 dan Sn = 1,0628

$$Yt = (K.Sn) + Yn$$

$$Yt = (-1{,}275.1{,}0628) + 0{,}5235$$

$$Yt = -0{,}831$$

- Menghitung Kala Ulang (Tr)

$$Tr = \frac{1}{1 - e^{-Yt}} = 1{,}112$$

- Menghitung Probabilitas (Pr)

$$\Pr = \frac{1}{Tr} = \frac{1}{1{,}112} = 0{,}899$$

- Menghitung nilai Pt

$$Pt = 1 - \Pr = 1 - 0{,}899 = 0{,}101$$

- Menghitung nilai $|Pe - Pt|$

$$|Pe - Pt| = |0{,}05 - 0{,}101| = 0{,}053$$

Tabel 4.28
Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Log Pearson III Durasi 60 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (Xi) (mm/jam) | Log Xi | G | Probabilitas (Pr) (%) | Probabilitas (Pr) | Pe | Pt | Pe - Pt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2012 | 15 | 1,176 | -1,633 | 95,125 | 0,951 | 0,048 | 0,049 | -0,001 |
| 2 | 2013 | 15 | 1,176 | -1,633 | 95,125 | 0,951 | 0,095 | 0,049 | 0,046 |
| 3 | 2015 | 19 | 1,279 | -1,050 | 84,816 | 0,848 | 0,143 | 0,152 | -0,009 |
| 4 | 2011 | 21 | 1,322 | -0,803 | 78,603 | 0,786 | 0,190 | 0,214 | -0,023 |
| 5 | 2017 | 21 | 1,322 | -0,803 | 78,603 | 0,786 | 0,238 | 0,214 | 0,024 |
| 6 | 2014 | 22 | 1,342 | -0,689 | 74,893 | 0,749 | 0,286 | 0,251 | 0,035 |
| 7 | 2014 | 23 | 1,362 | -0,579 | 71,348 | 0,713 | 0,333 | 0,287 | 0,047 |
| 8 | 2017 | 23 | 1,362 | -0,579 | 71,348 | 0,713 | 0,381 | 0,287 | 0,094 |
| 9 | 2016 | 25 | 1,398 | -0,373 | 63,862 | 0,639 | 0,429 | 0,361 | 0,067 |
| 10 | 2015 | 27 | 1,431 | -0,184 | 56,562 | 0,566 | 0,476 | 0,434 | 0,042 |
| 11 | 2016 | 29 | 1,462 | -0,007 | 49,575 | 0,496 | 0,524 | 0,504 | 0,020 |
| 12 | 2011 | 31 | 1,491 | 0,157 | 43,109 | 0,431 | 0,571 | 0,569 | 0,003 |
| 13 | 2017 | 35 | 1,544 | 0,456 | 31,986 | 0,320 | 0,619 | 0,680 | -0,061 |
| 14 | 2016 | 36 | 1,556 | 0,526 | 29,541 | 0,295 | 0,667 | 0,705 | -0,038 |
| 15 | 2015 | 39 | 1,591 | 0,723 | 23,467 | 0,235 | 0,714 | 0,765 | -0,051 |
| 16 | 2011 | 41 | 1,613 | 0,847 | 19,766 | 0,198 | 0,762 | 0,802 | -0,040 |
| 17 | 2015 | 43 | 1,633 | 0,964 | 17,195 | 0,172 | 0,810 | 0,828 | -0,019 |
| 18 | 2016 | 52 | 1,716 | 1,433 | 8,170 | 0,082 | 0,857 | 0,918 | -0,061 |
| 19 | 2011 | 54 | 1,732 | 1,526 | 6,954 | 0,070 | 0,905 | 0,930 | -0,026 |
| 20 | 2017 | 58 | 1,763 | 1,702 | 4,762 | 0,048 | 0,952 | 0,952 | 0,000 |
| | | Jumlah | 29,274 | | | | | | |
| | | Log Xi Rerata (Xrt) | 1,464 | | | | | | |
| | | Standar Deviasi (Sd) | 0,176 | | | **Dmaks** | | = | **0,094** |
| | | Skewness (Cs) | 0,109 | | | | | | |
| | | Data (n) | 20 | | | | | | |

Sumber:Hasil Perhitungan, 2019

Keterangan:

Xi = Data intensitas hujan (mm/jam)

Log Xi = Nilai intensitas hujan dalam logaritmik

Pe = posisi data Xi menurut pengamatan Weibull

K = Faktor frekuensi

Pt = Posisi data Xi menurut garis sebaran teoritis

m = Nomor urut data

N = Banyak data

Adapun langkah perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Log Pearson III pada Tabel 4.28 adalah:

- Menghitung nilai G

$$G = \frac{LogXi - LogXi_{rerata}}{Sd} = \frac{1{,}176 - 1{,}464}{0{,}176} = -1{,}633$$

- Menghitung nilai Pe

$$Pe = \frac{m}{n+1} = \frac{1}{20+1} = 0{,}048$$

- Menghitung Probabilitas (Pr)

$$\Pr = \frac{\Pr(\%)}{100} = \frac{95{,}125}{100} = 0{,}951$$

- Menghitung nilai Pt

$$Pt = 1 - \Pr = 1 - 0{,}951 = 0{,}049$$

- Menghitung nilai $Pe - Pt$

$$Pe - Pt = 0{,}048 - 0{,}049 = -0{,}001$$

Setelah didapatkan nilai maksimum ($D_{maks}$) dari masing-masing perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov akan dilakukan perbandingan $D_{maks}$ dengan $D_{kritis}$ Uji Smirnov Kolmogorov. Dimana jika $D_{maks} < D_{kritis}$ maka hipotesa nol (Ho) dapat diterima sehingga untuk Distribusi Gumbel durasi 60 menit didapatkan 0,076 < 0,290, maka Ho **Diterima**, dan untuk Distribusi Log Pearson III durasi 60 menit didapatkan 0,094 < 0,290, maka Ho **Diterima**. Berikut hasil rekapitulasi perbandingan semua jenis distribusi yang telah diuji dengan Uji Smirnov Kolmogorov pada Tabel 4.29 dan Tabel 4.30.

Tabel 4.29
Rekapitulasi Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Gumbel Stasiun Hujan Jabung

| Durasi (Menit) | Derajat Kepercayaan (α) | |
|---|---|---|
| | 5% | 1% |
| 60 | Hipotesa Gumbel Diterima | Hipotesa Gumbel Diterima |
| 120 | Hipotesa Gumbel Diterima | Hipotesa Gumbel Diterima |
| 180 | Hipotesa Gumbel Diterima | Hipotesa Gumbel Diterima |
| 240 | Hipotesa Gumbel Diterima | Hipotesa Gumbel Diterima |
| 300 | Hipotesa Gumbel Diterima | Hipotesa Gumbel Diterima |

Sumber:Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.30
Rekapitulasi Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Log Pearson III Stasiun Hujan Jabung

| Durasi (Menit) | Derajat Kepercayaan (α) | |
|---|---|---|
| | 5% | 1% |
| 60 | Hipotesa Log Pearson III Diterima | Hipotesa Log Pearson III Diterima |
| 120 | Hipotesa Log Pearson III Diterima | Hipotesa Log Pearson III Diterima |
| 180 | Hipotesa Log Pearson III Diterima | Hipotesa Log Pearson III Diterima |
| 240 | Hipotesa Log Pearson III Diterima | Hipotesa Log Pearson III Diterima |
| 300 | Hipotesa Log Pearson III Diterima | Hipotesa Log Pearson III Diterima |

Sumber:Hasil Perhitungan, 2019

Hasil dari perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov disimpulkan bahwa dari dua jenis distribusi semua hipotesa nol dapat diterima. Sehingga dalam pemilihan distribusi yang sesuai akan digunakan dalam perhitungan selanjutnya adalah **Distribusi Log Pearson III**.

Berikut adalah rekapitulasi perhitungan Intensitas Hujan Rancangan (Tabel 4.31) dengan menggunakan Distribusi Log Pearson III yang akan digunakan sebagai intensitas hujan rancangan dan sebagai pembanding untuk metode empiris studi ini.

Tabel 4.31
Rekapitulasi Intensitas Hujan Rancangan Stasiun Hujan Jabung

| Durasi (menit) | Intensitas Hujan Rancangan (mm/jam) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Kala Ulang (Tr) | | | | |
| | 2 | 5 | 10 | 20 | 25 |
| 60 | 28,873 | 40,823 | 49,130 | 57,376 | 60,051 |
| 120 | 17,828 | 25,371 | 31,118 | 37,222 | 39,288 |
| 180 | 12,966 | 17,511 | 20,943 | 24,567 | 25,789 |
| 240 | 11,374 | 15,613 | 18,617 | 21,647 | 22,640 |
| 300 | 4,960 | 8,624 | 11,990 | 16,085 | 17,588 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

## 4.5 Perhitungan Intensitas Hujan Metode Empiris (Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, Van Breen)

### 4.5.1 Metode Talbot

Rumus ini ditemukan oleh Prof. Talbot pada tahun 1881 dan disebut dengan jenis Talbot. Rumus ini banyak digunakan karena mudah diterapkan dan memiliki tetapan-tetapan *a* dan *b* yang sudah ditentukan dengan harga-harga yang terukur, dimana:

$$I = \frac{a}{t+b}$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan

a, b = Konstanta yang tergantung lamanya curah hujan yang terjadi di daerah aliran

Berikut adalah contoh hasil perhitungan intensitas hujan dengan kala ulang 2 tahun ($Tr_{2th}$) yang ditampilkan pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32
Intensitas Hujan Metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun Stasiun Hujan Jabung

| No | I pengamatan (mm/jam) | t (menit) | I.t | I² | I².t | a | b | I talbot (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 28,873 | 60 | 1732,39 | 833,66 | 50019,31 | 2160,48 | 4,99 | 33,244 |
| 2 | 17,828 | 120 | 2139,32 | 317,83 | 38139,21 | 2160,48 | 4,99 | 17,285 |
| 3 | 12,966 | 180 | 2333,89 | 168,12 | 30261,34 | 2160,48 | 4,99 | 11,679 |
| 4 | 11,374 | 240 | 2729,71 | 129,36 | 31047,08 | 2160,48 | 4,99 | 8,819 |
| 5 | 4,960 | 300 | 1487,99 | 24,60 | 7380,35 | 2160,48 | 4,99 | 7,084 |
| Jumlah | 76,001 | | 10423,292 | 1473,564 | 156847,281 | | | |
| N | 5 | | | | | | | |

Sumber:Hasil Perhitungan, 2019

Dari perhitungan diatas dapat dihitung besaran nilai *a* dan *b* sebagai berikut:

- Menghitung nilai *a*

$$a = \frac{\left(\sum I \cdot t\right)\left(\sum I^2\right) - \left(\sum I^2 \cdot t\right)\left(\sum I\right)}{n\left(\sum I^2\right) - \left(\sum I\right)\left(\sum I\right)}$$

$$a = \frac{(10423{,}292).(1473{,}564) - (156847{,}281).(76{,}001)}{5.(1473{,}564) - (76{,}001).(76{,}001)}$$

$$a = 2160{,}48$$

- Menghitung nilai *b*

$$b = \frac{\left(\sum I\right)\left(\sum I \cdot t\right) - \left(n\right)\left(\sum I^2 \cdot t\right)}{n\left(\sum I^2\right) - \left(\sum I\right)\left(\sum I\right)}$$

$$b = \frac{(76{,}001).(10423{,}292) - (5).(156847{,}281)}{5.(1473{,}564) - (76{,}001).(76{,}001)}$$

$$b = 4{,}99$$

- Menghitung nilai Intensitas Hujan Kala Ulang 2 tahun durasi 60 menit

$$I = \frac{a}{t + b}$$

$$I = \frac{2160{,}48}{60 + 4{,}99} = 33{,}244 \text{ mm/jam}$$

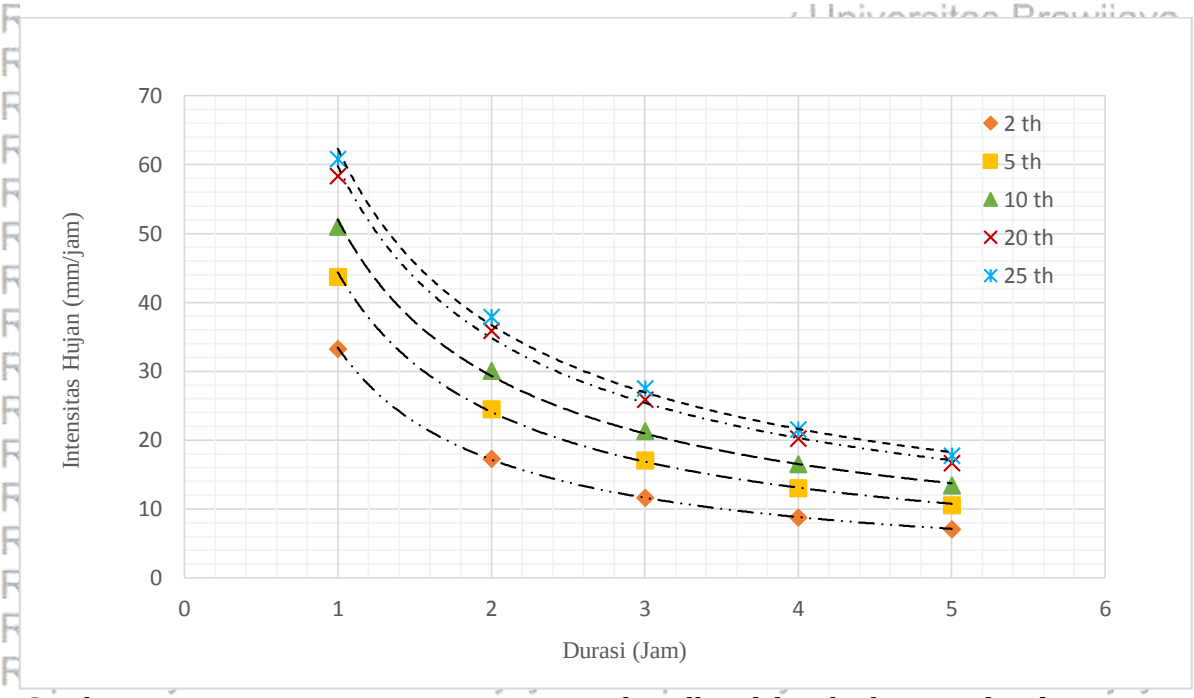
Untuk perhitungan lainnya akan ditampilkan pada Lampiran 3.

Berikut adalah rekapitulasi hasil perhitungan intensitas hujan metode Talbot yang disajikan pada Tabel 4.33.

Tabel 4.33
Rekapitulasi Perhitungan Intensitas Hujan Metode Talbot

| Durasi (menit) | I Talbot (mm/jam) Kala Ulang (Tr) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2 th | 5 th | 10 th | 20 th | 25 th |
| 60 | 33,244 | 43,734 | 51,014 | 58,376 | 60,820 |
| 120 | 17,285 | 24,552 | 30,058 | 35,902 | 37,882 |
| 180 | 11,679 | 17,067 | 21,306 | 25,922 | 27,508 |
| 240 | 8,819 | 13,079 | 16,501 | 20,284 | 21,594 |
| 300 | 7,084 | 10,602 | 13,465 | 16,660 | 17,773 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019




*Gambar 4.1* Kurva IDF Intensitas Hujan Metode Talbot dalam berbagai Kala Ulang
Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Berdasarkan hasil rekapitulasi perhitungan dengan metode Talbot yang ditampilkan pada Tabel 4.33 dan Gambar 4.1 dapat disimpulkan bahwa nilai terbesar yang dihasilkan adalah 60,820 mm/jam pada kala ulang 25 tahun durasi 60 menit (1 jam), sedangkan nilai terkecil adalah 7,084 mm/jam pada kala ulang 2 tahun durasi 300 menit (5 jam). Jika dilihat dari segi kala ulang bahwa semakin besar kala ulang yang digunakan maka semakin besar nilai intensitas yang dihasilkan pada setiap durasinya, sedangkan dilihat dari segi durasi bahwa semakin besar atau lama durasi yang ditentukan maka nilai intensitas yang dihasilkan semakin kecil.

### 4.5.2 Metode Mononobe

Rumus ini disebut rumus Mononobe dan merupakan sebuah variasi dari rumus Talbot, Sherman, dan Ishiguro yang merupakan rumus-rumus intensitas curah hujan untuk curah hujan jangka pendek. Rumus ini merupakan rumus untuk menghitung Intensitas hujan setiap waktu berdasarkan data curah hujan harian maksimum. Oleh karena itu dalam perhitungan ini dibutuhkan data curah hujan rancangan harian maksimum dalam berbagai kala ulang yang diinginkan dalam studi ini. Berikut Tabel 4.34 adalah data-data yang akan digunakan dalam perhitungan metode Mononobe setelah dilakukan *Partial Series*.

Tabel 4.34
Data Curah Hujan *Partial Series* Stasiun Hujan Jabung Tahun 2011-2017 (7 Tahun)

| No | Tahun | Curah Hujan Maksimum (mm) | Ranking Data | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Tahun | Curah Hujan Maks (mm) |
| 1 | 2011 | 47 | 2016 | 94 |
| 2 | 2011 | 57 | 2017 | 93 |
| 3 | 2011 | 63 | 2016 | 82 |
| 4 | 2011 | 77 | 2011 | 77 |
| 5 | 2012 | 30 | 2011 | 63 |
| 6 | 2013 | 31 | 2015 | 63 |
| 7 | 2013 | 32 | 2011 | 57 |
| 8 | 2013 | 36 | 2014 | 57 |
| 9 | 2013 | 52 | 2016 | 53 |
| 10 | 2014 | 30 | 2013 | 52 |
| 11 | 2014 | 57 | 2016 | 50 |
| 12 | 2015 | 40 | 2015 | 49 |
| 13 | 2015 | 43 | 2011 | 47 |
| 14 | 2015 | 49 | 2017 | 45 |
| 15 | 2015 | 63 | 2015 | 43 |
| 16 | 2016 | 50 | 2017 | 41 |
| 17 | 2016 | 53 | 2015 | 40 |
| 18 | 2016 | 82 | 2013 | 36 |
| 19 | 2016 | 94 | 2017 | 34 |
| 20 | 2017 | 34 | 2013 | 32 |
| 21 | 2017 | 41 | 2013 | 31 |
| 22 | 2017 | 45 | 2012 | 30 |
| 23 | 2017 | 93 | 2014 | 30 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan analisa frekuensi didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.35.

Tabel 4.35
Curah Hujan Rancangan Stasiun Hujan Jabung

| Kala Ulang | Curah Hujan Rancangan (mm) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| (Tr) | 2 th | 5 th | 10 th | 20 th | 25 th |
| $R_{24}$ (mm) | 48,148 | 65,416 | 77,655 | 90,007 | 94,058 |

Sumber:Hasil Perhitungan, 2019

Berikut Tabel 4.36 merupakan hasil perhitungan intensitas hujan metode Mononobe dalam berbagai kala ulang:

Tabel 4.36
Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Metode Mononobe

| t (jam) | Kala Ulang (Tr) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2 th | 5 th | 10 th | 20 th | 25 th |
| 1 | 16,692 | 22,678 | 26,921 | 31,204 | 32,608 |
| 2 | 10,515 | 14,286 | 16,959 | 19,657 | 20,542 |
| 3 | 8,025 | 10,903 | 12,943 | 15,001 | 15,676 |
| 4 | 6,624 | 9,000 | 10,684 | 12,383 | 12,941 |
| 5 | 5,709 | 7,756 | 9,207 | 10,671 | 11,152 |
| 6 | 5,055 | 6,868 | 8,153 | 9,450 | 9,875 |
| 7 | 4,562 | 6,197 | 7,357 | 8,527 | 8,911 |
| 8 | 4,173 | 5,670 | 6,730 | 7,801 | 8,152 |
| 9 | 3,858 | 5,241 | 6,222 | 7,212 | 7,536 |
| 10 | 3,596 | 4,886 | 5,800 | 6,723 | 7,025 |
| 11 | 3,375 | 4,585 | 5,443 | 6,309 | 6,593 |
| 12 | 3,185 | 4,327 | 5,136 | 5,953 | 6,221 |
| 13 | 3,019 | 4,102 | 4,869 | 5,644 | 5,898 |
| 14 | 2,874 | 3,904 | 4,635 | 5,372 | 5,614 |
| 15 | 2,744 | 3,729 | 4,426 | 5,130 | 5,361 |
| 16 | 2,629 | 3,572 | 4,240 | 4,914 | 5,135 |
| 17 | 2,525 | 3,430 | 4,072 | 4,720 | 4,932 |
| 18 | 2,430 | 3,302 | 3,920 | 4,543 | 4,748 |
| 19 | 2,344 | 3,185 | 3,781 | 4,382 | 4,580 |
| 20 | 2,265 | 3,078 | 3,654 | 4,235 | 4,426 |
| 21 | 2,193 | 2,979 | 3,537 | 4,099 | 4,284 |
| 22 | 2,126 | 2,888 | 3,429 | 3,974 | 4,153 |
| 23 | 2,064 | 2,804 | 3,329 | 3,858 | 4,032 |
| 24 | 2,006 | 2,726 | 3,236 | 3,750 | 3,919 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Dari perhitungan diatas (Tabel 4.36) diperoleh contoh nilai intensitas hujan metode Mononobe kala ulang 2 tahun pada jam ke-1 sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24}\left(\frac{24}{t}\right)^{m}$$

$$I = \frac{48{,}148}{24}\left(\frac{24}{1}\right)^{2/3}$$

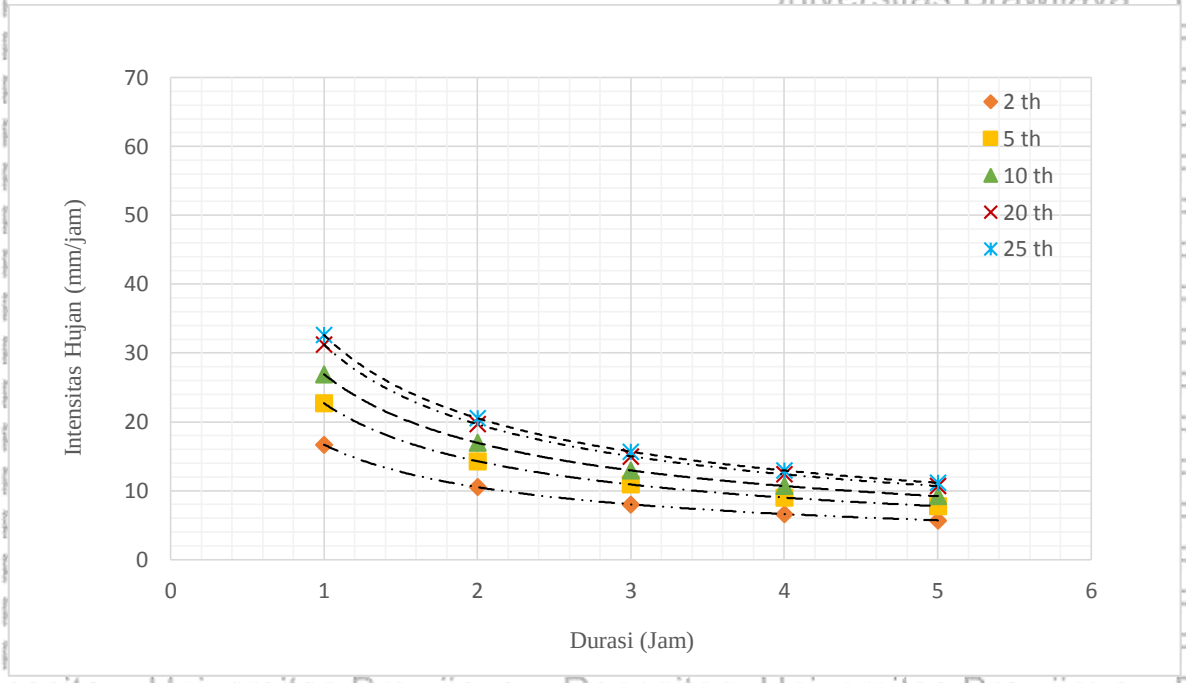
$$I = 16{,}692 \text{ mm/jam}$$

Berikut Tabel 4.37 adalah rekapitulasi intensitas hujan metode Mononobe dalam berbagai kala ulang.

Tabel 4.37
Rekapitulasi Intensitas Hujan Metode Mononobe

| Durasi (menit) | I Mononobe (mm/jam) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Kala Ulang (Tr) | | | | |
| | 2 th | 5 th | 10 th | 20 th | 25 th |
| 60 | 16,692 | 22,678 | 26,921 | 31,204 | 32,608 |
| 120 | 10,515 | 14,286 | 16,959 | 19,657 | 20,542 |
| 180 | 8,025 | 10,903 | 12,943 | 15,001 | 15,676 |
| 240 | 6,624 | 9,000 | 10,684 | 12,383 | 12,941 |
| 300 | 5,709 | 7,756 | 9,207 | 10,671 | 11,152 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019




*Gambar 4.2* Kurva IDF Intensitas Hujan Metode Mononobe dalam berbagai Kala Ulang
Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Berdasarkan hasil rekapitulasi perhitungan dengan metode Mononobe yang ditampilkan pada Tabel 4.37 dan Gambar 4.2 dapat disimpulkan bahwa nilai terbesar yang dihasilkan adalah 32,608 mm/jam pada kala ulang 25 tahun durasi 60 menit (1 jam), sedangkan nilai terkecil adalah 5,709 mm/jam pada kala ulang 2 tahun durasi 300 menit (5 jam). Jika dilihat dari segi kala ulang bahwa semakin besar kala ulang yang digunakan maka semakin besar nilai intensitas yang dihasilkan pada setiap durasinya, sedangkan dilihat dari segi durasi bahwa semakin besar atau lama durasi yang ditentukan maka nilai intensitas yang dihasilkan semakin kecil.

### 4.5.3 Metode Hasper Der Weduwen

Metode ini dihasilkan oleh Hasper dan Der Weduwen yang dilakukan di Indonesia. Penurunan rumus diperoleh berdasarkan kecenderungan curah hujan harian yang dikelompokkan atas dasar anggapan bahwa hujan mempunyai distribusi yang simetris

dengan durasi hujan (t) lebih kecil dari satu jam dan durasi hujan dari 1 jam sampai 24 jam. Dimana dalam perhitungan metode ini dibutuhkan data curah hujan rancangan harian maksimum sama seperti data untuk metode Mononobe. Berikut adalah perhitungan untuk metode Hasper Der Weduwen pada Tabel 4.38.

- $1 \leq t \leq 24$, maka

$$R = \left(\sqrt{\frac{11300.(t)}{(t+3{,}12)}}\right).\left(\frac{Rt}{100}\right)$$

dan

$$Rt = Xt\left(\frac{1218.t + 54}{Xt.(1-t) + 1272.t}\right)$$

dimana,

$$I = \frac{R}{t}$$

keterangan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = durasi hujan (jam)

R, Rt = curah hujan menurut Hasper Der Weduwen

Xt = curah hujan harian maksimum yang terpilih

Tabel 4.38
Perhitungan Nilai Rt Metode Hasper Der Weduwen

| t (jam) | Kala Ulang (Tr) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2 th | 5 th | 10 th | 20 th | 25 th |
| 1 | 48,148 | 65,416 | 77,655 | 90,007 | 94,058 |
| 2 | 48,035 | 65,717 | 78,400 | 91,327 | 95,596 |
| 3 | 47,997 | 65,821 | 78,659 | 91,789 | 96,135 |
| 4 | 47,977 | 65,874 | 78,790 | 92,025 | 96,410 |
| 5 | 47,966 | 65,906 | 78,870 | 92,167 | 96,577 |
| 6 | 47,958 | 65,927 | 78,923 | 92,263 | 96,689 |
| 7 | 47,952 | 65,942 | 78,961 | 92,332 | 96,769 |
| 8 | 47,948 | 65,954 | 78,990 | 92,383 | 96,829 |
| 9 | 47,945 | 65,963 | 79,012 | 92,423 | 96,876 |
| 10 | 47,942 | 65,970 | 79,030 | 92,456 | 96,914 |
| 11 | 47,940 | 65,976 | 79,045 | 92,482 | 96,945 |
| 12 | 47,938 | 65,981 | 79,057 | 92,504 | 96,971 |
| 13 | 47,937 | 65,985 | 79,068 | 92,523 | 96,993 |
| 14 | 47,935 | 65,988 | 79,077 | 92,539 | 97,011 |
| 15 | 47,934 | 65,991 | 79,084 | 92,553 | 97,028 |
| 16 | 47,933 | 65,994 | 79,091 | 92,565 | 97,042 |

Lanjutan Tabel 4.38
Perhitungan Nilai Rt Metode Hasper Der Weduwen

| t (jam) | Kala Ulang (Tr) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2 th | 5 th | 10 th | 20 th | 25 th |
| 17 | 47,932 | 65,996 | 79,097 | 92,576 | 97,055 |
| 18 | 47,931 | 65,999 | 79,102 | 92,585 | 97,066 |
| 19 | 47,931 | 66,001 | 79,107 | 92,594 | 97,076 |
| 20 | 47,930 | 66,002 | 79,111 | 92,602 | 97,085 |
| 21 | 47,930 | 66,004 | 79,115 | 92,609 | 97,093 |
| 22 | 47,929 | 66,005 | 79,119 | 92,615 | 97,100 |
| 23 | 47,929 | 66,006 | 79,122 | 92,621 | 97,107 |
| 24 | 47,928 | 66,008 | 79,125 | 92,626 | 97,113 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Langkah perhitungan nilai Rt pada kala ulang 2 tahun durasi 1 jam (Tabel 4,38), sebagai berikut:

$$Rt = Xt\left(\frac{1218.t + 54}{Xt.(1-t) + 1272.t}\right)$$

$$Rt = 48{,}148\left(\frac{1218.1 + 54}{48{,}148.(1-1) + 1272.1}\right)$$

$$Rt = 48{,}148$$

Berikut perhitungan nilai R metode Hasper Der Weduwen yang akan ditampilkan pada Tabel 4.39:

Tabel 4.39
Perhitungan Nilai R Metode Hasper Der Weduwen

| t (jam) | Kala Ulang (Tr) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2 th | 5 th | 10 th | 20 th | 25 th |
| 1 | 25,216 | 34,259 | 40,669 | 47,137 | 49,259 |
| 2 | 31,914 | 43,661 | 52,088 | 60,676 | 63,512 |
| 3 | 35,722 | 48,988 | 58,542 | 68,315 | 71,550 |
| 4 | 38,227 | 52,486 | 62,777 | 73,322 | 76,816 |
| 5 | 40,011 | 54,975 | 65,789 | 76,882 | 80,560 |
| 6 | 41,350 | 56,843 | 68,049 | 79,551 | 83,367 |
| 7 | 42,394 | 58,299 | 69,809 | 81,630 | 85,553 |
| 8 | 43,232 | 59,466 | 71,220 | 83,296 | 87,305 |
| 9 | 43,919 | 60,424 | 72,378 | 84,663 | 88,742 |
| 10 | 44,493 | 61,223 | 73,344 | 85,804 | 89,941 |
| 11 | 44,980 | 61,902 | 74,164 | 86,771 | 90,959 |
| 12 | 45,398 | 62,484 | 74,868 | 87,602 | 91,832 |
| 13 | 45,761 | 62,990 | 75,479 | 88,324 | 92,591 |
| 14 | 46,079 | 63,433 | 76,015 | 88,956 | 93,255 |

Lanjutan Tabel 4.39
Perhitungan Nilai R Metode Hasper Der Weduwen

| t (jam) | Kala Ulang (Tr) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2 th | 5 th | 10 th | 20 th | 25 th |
| 15 | 46,361 | 63,825 | 76,488 | 89,515 | 93,843 |
| 16 | 46,611 | 64,174 | 76,910 | 90,012 | 94,366 |
| 17 | 46,836 | 64,487 | 77,288 | 90,458 | 94,834 |
| 18 | 47,038 | 64,768 | 77,628 | 90,860 | 95,256 |
| 19 | 47,221 | 65,024 | 77,936 | 91,223 | 95,639 |
| 20 | 47,388 | 65,256 | 78,217 | 91,554 | 95,987 |
| 21 | 47,540 | 65,468 | 78,473 | 91,857 | 96,305 |
| 22 | 47,680 | 65,663 | 78,708 | 92,134 | 96,597 |
| 23 | 47,809 | 65,842 | 78,925 | 92,390 | 96,865 |
| 24 | 47,928 | 66,008 | 79,125 | 92,626 | 97,113 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Langkah perhitungan nilai R pada kala ulang 2 tahun durasi 1 jam (Tabel 4.40), sebagai berikut:

$$R = \left(\sqrt{\frac{11300.(t)}{(t+3,12)}}\right).\left(\frac{Rt}{100}\right)$$

$$R = \left(\sqrt{\frac{11300.(1)}{(1+3,12)}}\right).\left(\frac{48,148}{100}\right) = 25,216$$

Selanjutnya adalah hasil perhitungan intensitas hujan metode Hasper Der Weduwen yang akan ditampilkan pada Tabel 4.40:

Tabel 4.40
Perhitungan Intensitas Hujan Metode Hasper Der Weduwen

| t (jam) | Kala Ulang (Tr) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2 th | 5 th | 10 th | 20 th | 25 th |
| 1 | 25,216 | 34,259 | 40,669 | 47,137 | 49,259 |
| 2 | 15,957 | 21,831 | 26,044 | 30,338 | 31,756 |
| 3 | 11,907 | 16,329 | 19,514 | 22,772 | 23,850 |
| 4 | 9,557 | 13,121 | 15,694 | 18,330 | 19,204 |
| 5 | 8,002 | 10,995 | 13,158 | 15,376 | 16,112 |
| 6 | 6,892 | 9,474 | 11,341 | 13,258 | 13,894 |
| 7 | 6,056 | 8,328 | 9,973 | 11,661 | 12,222 |
| 8 | 5,404 | 7,433 | 8,903 | 10,412 | 10,913 |
| 9 | 4,880 | 6,714 | 8,042 | 9,407 | 9,860 |
| 10 | 4,449 | 6,122 | 7,334 | 8,580 | 8,994 |
| 11 | 4,089 | 5,627 | 6,742 | 7,888 | 8,269 |
| 12 | 3,783 | 5,207 | 6,239 | 7,300 | 7,653 |
| 13 | 3,520 | 4,845 | 5,806 | 6,794 | 7,122 |
| 14 | 3,291 | 4,531 | 5,430 | 6,354 | 6,661 |

Lanjutan Tabel 4.40
Perhitungan Intensitas Hujan Metode Hasper Der Weduwen

| t (jam) | Kala Ulang (Tr) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2 th | 5 th | 10 th | 20 th | 25 th |
| 15 | 3,091 | 4,255 | 5,099 | 5,968 | 6,256 |
| 16 | 2,913 | 4,011 | 4,807 | 5,626 | 5,898 |
| 17 | 2,755 | 3,793 | 4,546 | 5,321 | 5,578 |
| 18 | 2,613 | 3,598 | 4,313 | 5,048 | 5,292 |
| 19 | 2,485 | 3,422 | 4,102 | 4,801 | 5,034 |
| 20 | 2,369 | 3,263 | 3,911 | 4,578 | 4,799 |
| 21 | 2,264 | 3,118 | 3,737 | 4,374 | 4,586 |
| 22 | 2,167 | 2,985 | 3,578 | 4,188 | 4,391 |
| 23 | 2,079 | 2,863 | 3,432 | 4,017 | 4,212 |
| 24 | 1,997 | 2,750 | 3,297 | 3,859 | 4,046 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Contoh perhitungan Intensitas hujan metode Hasper Der Weduwen kala ulang 2 tahun durasi 1 jam (Tabel 4.40):

$$I = \frac{R}{t}$$

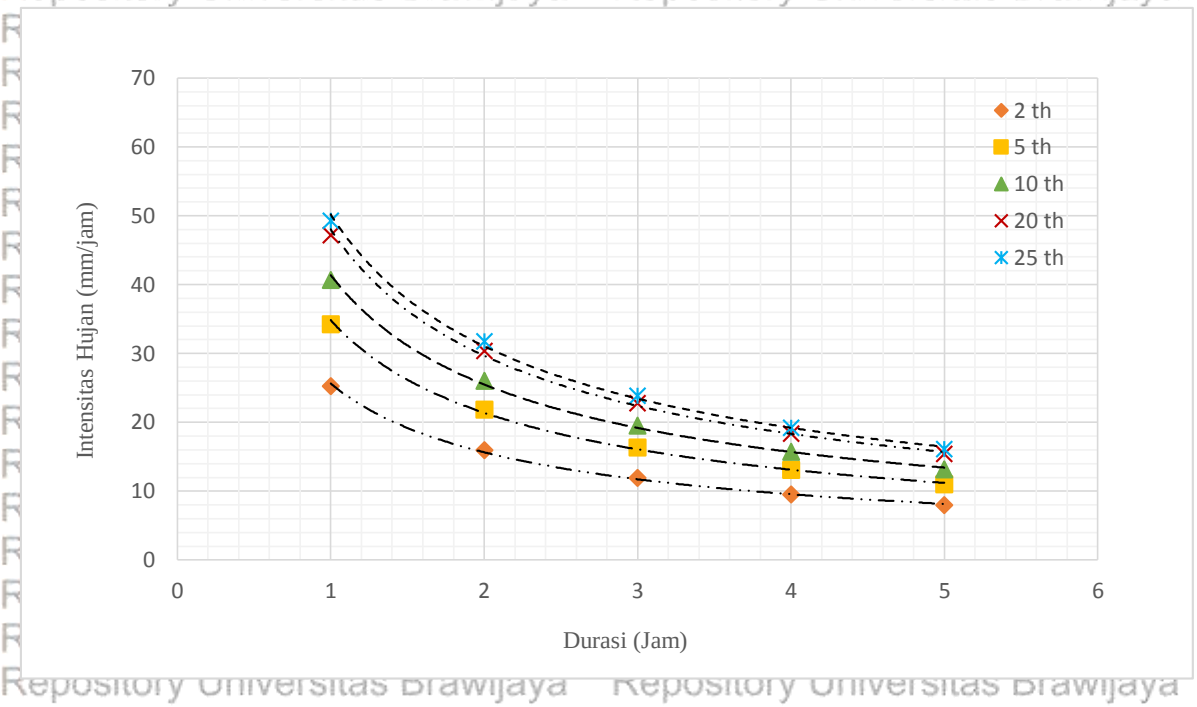
$$I = \frac{25{,}216}{1} = 25{,}216 \text{ mm/jam}$$

Berikut rekapitulasi intensitas hujan metode Hasper Der Weduwen yang akan ditampilkan pada Tabel 4.41.

Tabel 4.41
Rekapitulasi Intensitas Hujan Metode Hasper Der Weduwen

| Durasi (menit) | I Hasper Der Weduwen (mm/jam) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Kala Ulang (Tr) | | | | |
| | 2 th | 5 th | 10 th | 20 th | 25 th |
| 60 | 25,216 | 34,259 | 40,669 | 47,137 | 49,259 |
| 120 | 15,957 | 21,831 | 26,044 | 30,338 | 31,756 |
| 180 | 11,907 | 16,329 | 19,514 | 22,772 | 23,850 |
| 240 | 9,557 | 13,121 | 15,694 | 18,330 | 19,204 |
| 300 | 8,002 | 10,995 | 13,158 | 15,376 | 16,112 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019




*Gambar 4.3* Kurva IDF Intensitas Hujan Metode Hasper Der Weduwen dalam berbagai Kala Ulang
Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Berdasarkan hasil rekapitulasi perhitungan dengan metode Hasper Der Weduwen yang ditampilkan pada Tabel 4.41 dan Gambar 4.3 dapat disimpulkan bahwa nilai terbesar yang dihasilkan adalah 49,259 mm/jam pada kala ulang 25 tahun durasi 60 menit (1 jam), sedangkan nilai terkecil adalah 8,002 mm/jam pada kala ulang 2 tahun durasi 300 menit (5 jam). Jika dilihat dari segi kala ulang bahwa semakin besar kala ulang yang digunakan maka semakin besar nilai intensitas yang dihasilkan pada setiap durasinya, sedangkan dilihat dari segi durasi bahwa semakin besar atau lama durasi yang ditentukan maka nilai intensitas yang dihasilkan semakin kecil.

### 4.5.4 Metode Van Breen

Metode ini diturunkan oleh Van Breen berdasarkan anggapan bahwa lamanya durasi hujan yang ada di Jawa terkonsentrasi selama 4 jam dengan hujan efektif sebesar 90% dari jumlah curah hujan selama 24 jam. Berdasarkan pada kurva pola Van Breen pada kota Jakarta, besarnya intensitas hujan dapat didekati dengan persamaan:

$$I_t = \frac{54Rt + 0{,}007Rt^2}{t_c + 0{,}31Rt}$$

Keterangan:

$I_t$ = Intensitas hujan pada suatu kala ulang (mm/jam)

Rt = Curah hujan harian maksimum pada suatu kala ulang (mm/hari)

$t_c$ = Waktu konsentrasi (menit)

Berikut Tabel 4.42 adalah hasil perhitungan Intensitas hujan Stasiun Jabung dalam berbagai kala ulang.

Tabel 4.42
Perhitungan Intensitas Hujan Metode Van Breen

| t (jam) | Kala Ulang (Tr) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2 | 5 | 10 | 20 | 25 |
| 1 | 34,918 | 44,375 | 50,380 | 55,938 | 57,662 |
| 2 | 19,390 | 25,395 | 29,399 | 33,245 | 34,467 |
| 3 | 13,422 | 17,787 | 20,755 | 23,651 | 24,580 |
| 4 | 10,263 | 13,687 | 16,039 | 18,354 | 19,101 |
| 5 | 8,307 | 11,123 | 13,070 | 14,996 | 15,619 |
| 6 | 6,978 | 9,368 | 11,028 | 12,676 | 13,211 |
| 7 | 6,015 | 8,091 | 9,538 | 10,978 | 11,446 |
| 8 | 5,286 | 7,121 | 8,403 | 9,681 | 10,097 |
| 9 | 4,715 | 6,358 | 7,509 | 8,658 | 9,033 |
| 10 | 4,255 | 5,743 | 6,787 | 7,831 | 8,171 |
| 11 | 3,876 | 5,237 | 6,192 | 7,148 | 7,460 |
| 12 | 3,560 | 4,812 | 5,692 | 6,574 | 6,862 |
| 13 | 3,291 | 4,451 | 5,268 | 6,086 | 6,354 |
| 14 | 3,060 | 4,141 | 4,902 | 5,665 | 5,915 |
| 15 | 2,860 | 3,871 | 4,584 | 5,299 | 5,533 |
| 16 | 2,684 | 3,634 | 4,304 | 4,977 | 5,197 |
| 17 | 2,528 | 3,424 | 4,057 | 4,692 | 4,900 |
| 18 | 2,389 | 3,238 | 3,836 | 4,438 | 4,635 |
| 19 | 2,265 | 3,070 | 3,639 | 4,210 | 4,397 |
| 20 | 2,153 | 2,919 | 3,460 | 4,004 | 4,183 |
| 21 | 2,052 | 2,783 | 3,299 | 3,818 | 3,988 |
| 22 | 1,960 | 2,658 | 3,151 | 3,648 | 3,811 |
| 23 | 1,876 | 2,544 | 3,017 | 3,492 | 3,648 |
| 24 | 1,798 | 2,440 | 2,893 | 3,350 | 3,499 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Contoh perhitungan Intensitas hujan Metode Van Breen kala ulang 2 tahun durasi 1 jam pada Tabel 4.42:

$$I_t = \frac{54Rt + 0{,}007Rt^2}{t_c + 0{,}31Rt}$$

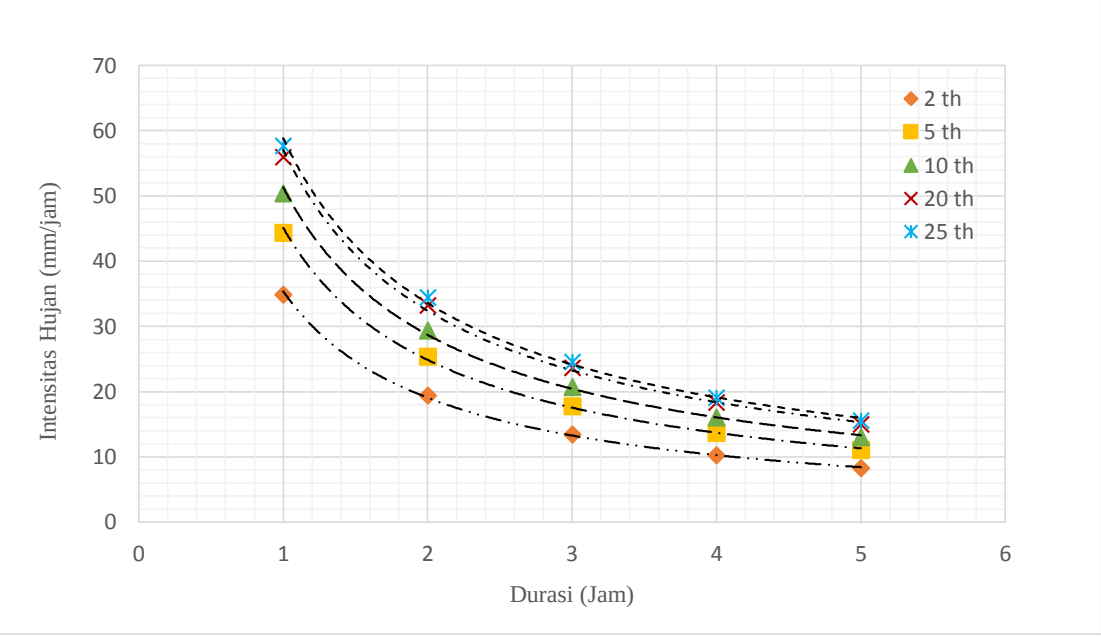
$$I_t = \frac{54.48{,}148 + 0{,}007(48{,}148^2)}{60 + 0{,}31.48{,}148}$$

$I_t$ = 34,918 mm/jam

Tabel 4.43
Rekapitulasi Intensitas Hujan Metode Van Breen

| Durasi (menit) | I Van Breen (mm/jam) Kala Ulang (Tr) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 2 th | 5 th | 10 th | 20 th | 25 th |
| 60 | 34,918 | 44,375 | 50,380 | 55,938 | 57,662 |
| 120 | 19,390 | 25,395 | 29,399 | 33,245 | 34,467 |
| 180 | 13,422 | 17,787 | 20,755 | 23,651 | 24,580 |
| 240 | 10,263 | 13,687 | 16,039 | 18,354 | 19,101 |
| 300 | 8,307 | 11,123 | 13,070 | 14,996 | 15,619 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019




*Gambar 4.4* Kurva IDF Intensitas Hujan Metode Van Breen dalam berbagai Kala Ulang
Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Berdasarkan hasil rekapitulasi perhitungan dengan metode Van Breen yang ditampilkan pada Tabel 4.43 dan Gambar 4.4 dapat disimpulkan bahwa nilai terbesar yang dihasilkan adalah 57,662 mm/jam pada kala ulang 25 tahun durasi 60 menit (1 jam), sedangkan nilai terkecil adalah 8,307 mm/jam pada kala ulang 2 tahun durasi 300 menit (5 jam). Jika dilihat dari segi kala ulang bahwa semakin besar kala ulang yang digunakan maka semakin besar nilai intensitas yang dihasilkan pada setiap durasinya, sedangkan dilihat dari segi durasi bahwa semakin besar atau lama durasi yang ditentukan maka nilai intensitas yang dihasilkan semakin kecil.

## 4.6 Perbandingan Intensitas Hujan Rancangan dan Intensitas Hujan Metode Empiris (Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, Van Breen)

Hasil perhitungan intensitas hujan menurut Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, dan Van Breen serta hasil perhitungan intensitas hujan rancangan disajikan dalam bentuk

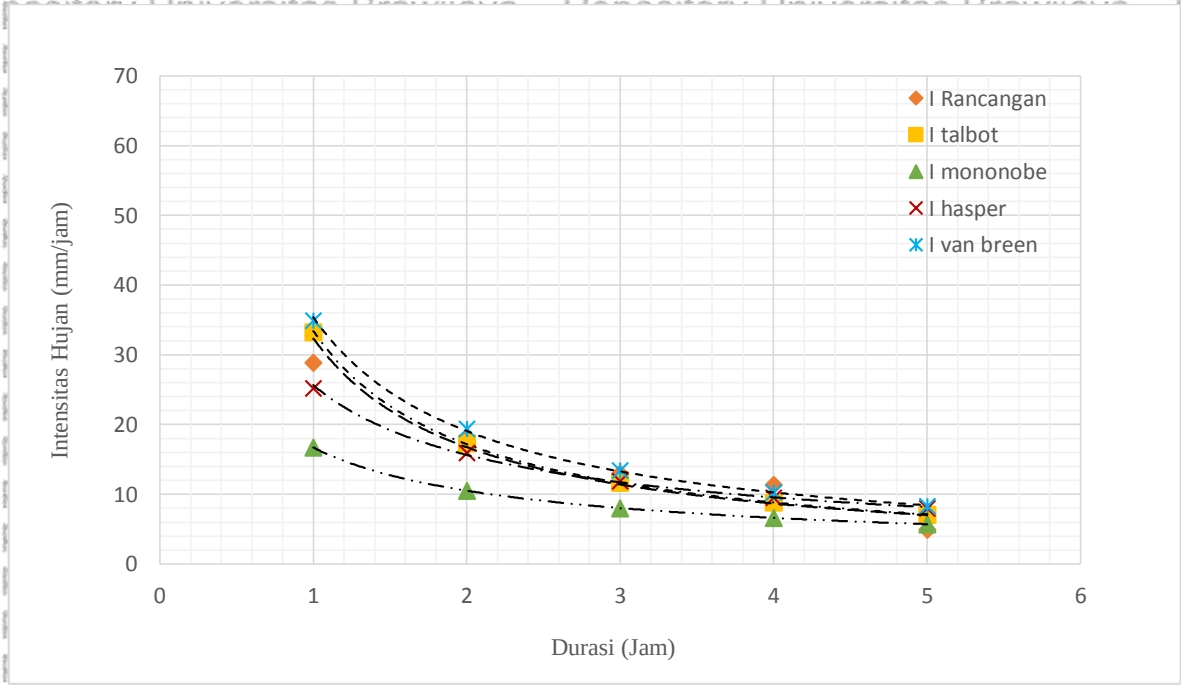
tabel rekapitulasi dan dalam bentuk Kurva Intensitas Durasi Frekuensi. Hasil perhitungan dalam bentuk tabel dan kurva akan di sajikan sesuai dengan kala ulang (Tr) yang digunakan dalam studi ini sehingga akan terlihat jelas perbedaan dari setiap metode yang digunakan.

Tabel 4.44
Rekapitulasi Nilai Intensitas Hujan dalam berbagai Metode Kala Ulang 2 Tahun

| Durasi (menit) | I Rancangan | I Talbot | I Mononobe | I hasper | I van breen |
|---|---|---|---|---|---|
| | (mm/jam) | | | | |
| 60 | 28,873 | 33,244 | 16,692 | 25,216 | 34,918 |
| 120 | 17,828 | 17,285 | 10,515 | 15,957 | 19,390 |
| 180 | 12,966 | 11,679 | 8,025 | 11,907 | 13,422 |
| 240 | 11,374 | 8,819 | 6,624 | 9,557 | 10,263 |
| 300 | 4,960 | 7,084 | 5,709 | 8,002 | 8,307 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel 4.44 merupakan keseluruhan nilai intensitas hujan dalam berbagai durasi dan metode pada kala ulang (Tr) 2 tahun. Intensitas hujan rancangan dijadikan sebagai acuan dalam penentuan selisih perhitungan dengan intensitas hujan metode lain. Berikut adalah grafik hubungan antara intensitas hujan rancangan dan intensitas hujan metode lainnya.




*Gambar 4.5* Kurva Hubungan Intensitas Hujan Rancangan dengan Metode Empiris Kala Ulang (Tr) 2th
Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Dari Grafik diatas (Gambar 4.5) dapat disimpulkan bahwa intensitas hujan metode Mononobe kurang baik, karena hasil perhitungan metode ini tidak secara keseluruhan mendekati nilai intensitas hujan rancangan dan memiliki pola yang lebih landai dari metode lainnya. Sedangkan metode yang paling mendekati hasil intensitas hujan rancangan

berdasarkan grafik diatas adalah metode Talbot karena memiliki kerapatan yang sangat mendekati intensitas hujan rancangan, jika dilihat pada Tabel 4.44 dapat diketahui juga metode Talbot memiliki hasil yang mendekati intensitas rancangan, meskipun pada durasi 240 menit dan 300 menit memiliki nilai yang agak jauh dari rancangan, dan untuk metode Hasper Der Weduwen dan Van Breen memiliki kerapatan yang lebih regang dari intensitas hujan metode Talbot dan intensitas hujan rancangan.

## 4.7 Perhitungan Deviasi Rata-rata antara Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Empiris

### 4.7.1 Perhitungan Deviasi Rata-rata Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$)

Tabel 4.45
Nilai Deviasi Rata-rata metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I talbot (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 28,873 | 33,244 | 4,371 |
| 2 | 120 | 17,828 | 17,285 | 0,542 |
| 3 | 180 | 12,966 | 11,679 | 1,287 |
| 4 | 240 | 11,374 | 8,819 | 2,555 |
| 5 | 300 | 4,960 | 7,084 | 2,124 |
| Jumlah | | = | | 10,879 |
| Rerata | | = | | 2,176 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan untuk nilai Deviasi Rata-rata metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun ditampilkan pada Tabel 4.45, berikut adalah contoh perhitungan pada durasi 60 menit:

$$\text{Deviasi}_{60\text{menit}} = \left| I_{talbot} - I_{rancangan} \right|$$

$$= \left| 33{,}244 - 28{,}873 \right|$$

$$= 4{,}371$$

$$\text{Deviasi}_{2th} = \left| \frac{\sum (I_{talbot} - I_{rancangan})}{n} \right| = \left| \frac{10{,}879}{5} \right| = 2{,}176$$

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai deviasi rata-rata antara metode Talbot dan intensitas hujan rancangan durasi 60 menit pada kala ulang 2 tahun sebesar 2,176. Perhitungan kala ulang lainnya akan ditampilkan pada Lampiran 4.

### 4.7.2 Perhitungan Deviasi Rata-rata Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Mononobe Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$)

Tabel 4.46
Nilai Deviasi Rata-rata metode Mononobe Kala Ulang 2 Tahun

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I mononobe (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 28,873 | 16,692 | 12,181 |
| 2 | 120 | 17,828 | 10,515 | 7,312 |
| 3 | 180 | 12,966 | 8,025 | 4,941 |
| 4 | 240 | 11,374 | 6,624 | 4,750 |
| 5 | 300 | 4,960 | 5,709 | 0,749 |
| Jumlah | | = | | 29,933 |
| Rerata | | = | | 5,987 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan untuk nilai Deviasi Rata-rata metode Mononobe Kala Ulang 2 Tahun ditampilkan pada Tabel 4.46, berikut adalah contoh perhitungan pada durasi 60 menit:

$$\text{Deviasi}_{60\text{menit}} = \left| I_{\text{mononobe}} - I_{\text{rancangan}} \right|$$

$$= \left| 16{,}692 - 28{,}873 \right|$$

$$= 12{,}181$$

$$\text{Deviasi}_{2\text{th}} = \left| \frac{\sum (I_{\text{mononobe}} - I_{\text{rancangan}})}{n} \right| = \left| \frac{29{,}933}{5} \right| = 5{,}987$$

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai deviasi rata-rata antara metode Mononobe dan intensitas hujan rancangan durasi 60 menit pada kala ulang 2 tahun sebesar 5,987. Perhitungan kala ulang lainnya akan ditampilkan pada Lampiran 4.

### 4.7.3 Perhitungan Deviasi Rata-rata Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Hasper Der Weduwen Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$)

Tabel 4.47
Nilai Deviasi Rata-rata metode Hasper Der Weduwen Kala Ulang 2 Tahun

| No | t (menit) | I pengamatan (mm/jam) | I hasper (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 28,873 | 25,216 | 3,657 |
| 2 | 120 | 17,828 | 15,957 | 1,871 |
| 3 | 180 | 12,966 | 11,907 | 1,059 |
| 4 | 240 | 11,374 | 9,557 | 1,817 |
| 5 | 300 | 4,960 | 8,002 | 3,042 |
| Jumlah | | = | | 11,446 |
| Rerata | | = | | 2,289 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan untuk nilai Deviasi Rata-rata metode Hasper Der Weduwen Kala Ulang 2 Tahun ditampilkan pada Tabel 4.47, berikut adalah contoh perhitungan pada durasi 60 menit:

$$\text{Deviasi}_{60\text{menit}} = \left| I_{\text{hasper}} - I_{\text{pengamatan}} \right|$$

$$= \left| 25{,}216 - 28{,}873 \right|$$

$$= 3{,}657$$

$$\text{Deviasi}_{2\text{th}} = \left| \frac{\sum (I_{\text{hasper}} - I_{\text{pengamatan}})}{n} \right| = \left| \frac{11{,}446}{5} \right| = 2{,}289$$

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai deviasi rata-rata antara metode Hasper Der Weduwen dan intensitas hujan rancangan durasi 60 menit pada kala ulang 2 tahun sebesar 1,072. Perhitungan kala ulang lainnya akan ditampilkan pada Lampiran 4.

### 4.7.4 Perhitungan Deviasi Rata-rata Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Van Breen Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$)

Tabel 4.48
Nilai Deviasi Rata-rata metode Van Breen Kala Ulang 2 Tahun

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I van breen (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 28,873 | 34,918 | 6,045 |
| 2 | 120 | 17,828 | 19,390 | 1,562 |
| 3 | 180 | 12,966 | 13,422 | 0,456 |
| 4 | 240 | 11,374 | 10,263 | 1,111 |
| 5 | 300 | 4,960 | 8,307 | 3,348 |
| Jumlah | | = | | 12,521 |
| Rerata | | = | | 2,504 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan untuk nilai Deviasi Rata-rata metode Van Breen Kala Ulang 2 Tahun ditampilkan pada Tabel 4.48, berikut adalah contoh perhitungan pada durasi 60 menit:

$$\text{Deviasi}_{60\text{menit}} = \left| I_{\text{van breen}} - I_{\text{pengamatan}} \right|$$

$$= \left| 334{,}918 - 28{,}873 \right|$$

$$= 6{,}045$$

$$\text{Deviasi}_{2\text{th}} = \left| \frac{\sum (I_{\text{van breen}} - I_{\text{pengamatan}})}{n} \right| = \left| \frac{12{,}521}{5} \right| = 2{,}504$$

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai deviasi rata-rata antara metode Van Breen dan intensitas hujan rancangan durasi 60 menit pada kala ulang 2 tahun sebesar 2,504. Perhitungan kala ulang lainnya akan ditampilkan pada Lampiran 4.

Nilai deviasi rata-rata merupakan nilai rata-rata penyimpangan multak dari selisih nilai intensitas metode empiris dikurangi dengan intensitas rancangan. Deviasi ini dapat menunjukkan tingkat kesalahan dalam perhitungan antara intensitas metode empiris dengan

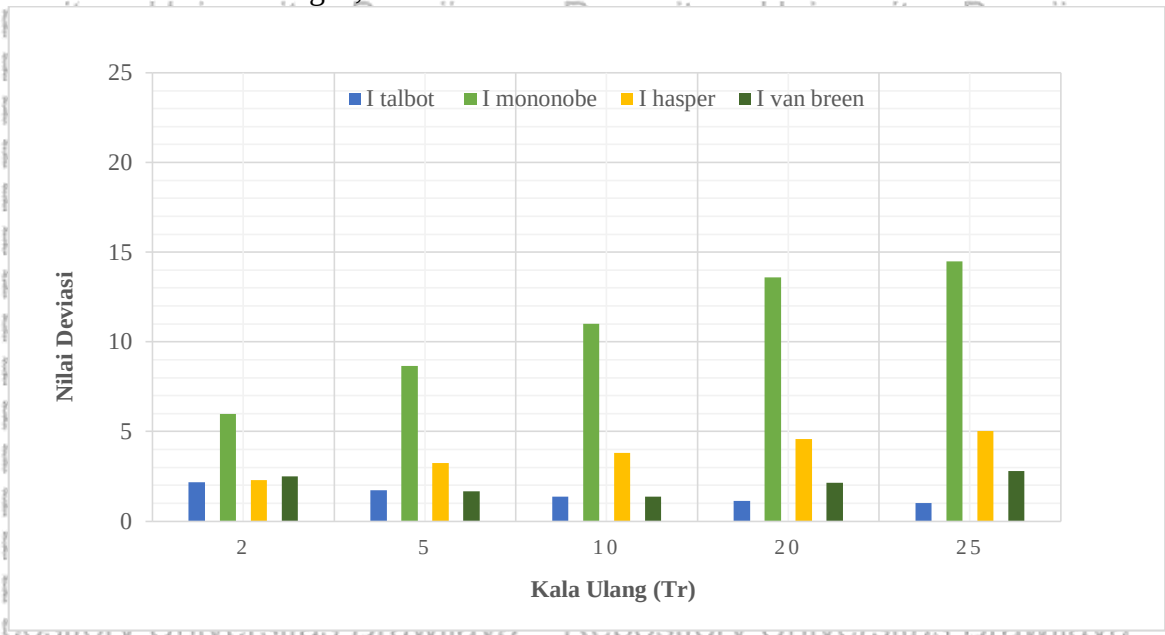
intensitas rancangan. Semakin kecil nilai deviasi dari hasil perhitungan yang telah dilakukan akan semakin kecil pula tingkat kesalahannya.

### 4.7.5 Rekapitulasi Perhitungan Deviasi Rata-rata setiap Metode dalam berbagai Kala Ulang

Tabel 4.49
Rekapitulasi Nilai Deviasi Rata-rata setiap Metode dalam berbagai Kala Ulang

| Kala Ulang | Deviasi Rata-rata | | | |
|---|---|---|---|---|
| (Tr) | I talbot | I mononobe | I hasper | I van breen |
| 2 | 2,176 | 5,987 | 2,289 | 2,504 |
| 5 | 1,737 | 8,664 | 3,230 | 1,656 |
| 10 | 1,379 | 11,017 | 3,811 | 1,363 |
| 20 | 1,123 | 13,596 | 4,589 | 2,143 |
| 25 | 1,025 | 14,487 | 5,035 | 2,785 |
| Rerata | 1,488 | 10,750 | 3,791 | 2,090 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019




*Gambar 4.6* Perbandingan Nilai Deviasi Rata-rata Intensitas Hujan setiap Metode dalam berbagai Kala Ulang
Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Dari hasil perhitungan diatas pada Tabel 4.49 dan Gambar 4.6 dapat disimpulkan bahwa nilai deviasi terbesar terdapat pada metode Mononobe dengan kala ulang 25 tahun ($Tr_{25th}$) yaitu 14,487 dan deviasi terkecil terdapat pada metode Talbot kala ulang 25 tahun ($Tr_{25th}$) yaitu 1,025. Jika dilihat secara keseluruhan berdasarkan kala ulang metode Talbot memiliki deviasi yang paling kecil dan konstan dari semua metode yang digunakan. Deviasi pada metode Talbot berkisar antara 1,025-2,176.

### 4.8 Perhitungan Kesalahan Relatif (Kr) antara Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Empiris

#### 4.8.1 Perhitungan Kesalahan Relatif (Kr) Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$)

Metode ini dilakukan antara hasil perhitungan intensitas hujan empiris terhadap intensitas curah hujan hasil rancangan. Apabila metode empiris yang diuji menghasilkan kesalahan relatif yang kecil maka metode tersebut sudah dianggap yang paling tepat. Berikut adalah hasil perhitungan Kesalahan Relatif (Kr) metode Talbot Kala Ulang 2 tahun yang ditampilkan pada Tabel 4.50:

Tabel 4.50
Nilai Kesalahan Relatif metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I talbot (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 28,873 | 33,244 | 15,139 |
| 2 | 120 | 17,828 | 17,285 | 3,041 |
| 3 | 180 | 12,966 | 11,679 | 9,926 |
| 4 | 240 | 11,374 | 8,819 | 22,465 |
| 5 | 300 | 4,960 | 7,084 | 42,820 |
| Jumlah | | = | | 93,391 |
| Rerata | | = | | 18,678 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan untuk nilai Kesalahan Relatif (Kr) metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun ditampilkan pada Tabel 4.50, berikut adalah contoh perhitungan pada durasi 60 menit:

$$Kr_1 = \left| \frac{X_a - X_b}{X_a} \right|$$

$$= \left| \frac{28{,}873 - 33{,}244}{28{,}873} \right|$$

= 15,139 %

$$Kr_{\text{rerata}} = \frac{\sum (Kr_1 + Kr_2 + ... + Kr_5)}{n} = \frac{93{,}391}{5} = 18{,}678\ \%$$

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai Kesalahan Relatif (Kr) antara metode Talbot dan intensitas hujan rancangan durasi 60 menit pada kala ulang 2 tahun sebesar 15,139 %. Sedangkan nilai Kesalahan Relatif rerata didapatkan sebesar 18,678 %. Perhitungan kala ulang lainnya akan ditampilkan pada Lampiran 4.

### 4.8.2 Perhitungan Kesalahan Relatif (Kr) Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Mononobe Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$)

Tabel 4.51
Nilai Kesalahan Relatif metode Mononobe Kala Ulang 2 Tahun

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I mononobe (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 28,873 | 16,692 | 42,188 |
| 2 | 120 | 17,828 | 10,515 | 41,017 |
| 3 | 180 | 12,966 | 8,025 | 38,110 |
| 4 | 240 | 11,374 | 6,624 | 41,758 |
| 5 | 300 | 4,960 | 5,709 | 15,094 |
| Jumlah | | = | | 178,167 |
| Rerata | | = | | 35,633 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan untuk nilai Kesalahan Relatif (Kr) metode Mononobe Kala Ulang 2 Tahun ditampilkan pada Tabel 4.51, berikut adalah contoh perhitungan pada durasi 60 menit:

$$Kr_1 = \left| \frac{X_a - X_b}{X_a} \right|$$

$$= \left| \frac{28{,}873 - 16{,}692}{28{,}873} \right|$$

$$= 42{,}188\ \%$$

$$Kr_{\text{rerata}} = \frac{\sum (Kr_1 + Kr_2 + \ldots + Kr_5)}{n} = \frac{178{,}167}{5} = 35{,}633\ \%$$

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai Kesalahan Relatif (Kr) antara metode Mononobe dan intensitas hujan rancangan durasi 60 menit pada kala ulang 2 tahun sebesar 42,188 %. Sedangkan nilai Kesalahan Relatif rerata didapatkan sebesar 35,633%.

### 4.8.3 Perhitungan Kesalahan Relatif (Kr) Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Hasper Der Weduwen Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$)

Tabel 4.52
Nilai Kesalahan Relatif metode Hasper Der Weduwen Kala Ulang 2 Tahun

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I hasper (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 28,873 | 25,216 | 12,667 |
| 2 | 120 | 17,828 | 15,957 | 10,493 |
| 3 | 180 | 12,966 | 11,907 | 8,165 |
| 4 | 240 | 11,374 | 9,557 | 15,976 |
| 5 | 300 | 4,960 | 8,002 | 61,335 |
| Jumlah | | = | | 108,636 |
| Rerata | | = | | 21,727 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan untuk nilai Kesalahan Relatif (Kr) metode Hasper Der Weduwen Kala Ulang 2 Tahun ditampilkan pada Tabel 4.52, berikut adalah contoh perhitungan pada durasi 60 menit:

$$Kr_1 = \left| \frac{X_a - X_b}{X_a} \right|$$

$$= \left| \frac{28{,}873 - 25{,}216}{28{,}873} \right|$$

= 12,667 %

$$Kr_{\text{rerata}} = \frac{\sum (Kr_1 + Kr_2 + ... + Kr_5)}{n} = \frac{108{,}636}{5} = 21{,}727\ \%$$

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai Kesalahan Relatif (Kr) antara metode Hasper Der Weduwen dan intensitas hujan rancangan durasi 60 menit pada kala ulang 2 tahun sebesar 12,667 %. Sedangkan nilai Kesalahan Relatif rerata didapatkan sebesar 21,727%. Perhitungan kala ulang lainnya akan ditampilkan pada Lampiran 4.

### 4.8.4 Perhitungan Kesalahan Relatif (Kr) Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Van Breen Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$)

Tabel 4.53
Nilai Kesalahan Relatif metode Van Breen Kala Ulang 2 Tahun

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I van breen (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 28,873 | 34,918 | 20,935 |
| 2 | 120 | 17,828 | 19,390 | 8,764 |
| 3 | 180 | 12,966 | 13,422 | 3,514 |
| 4 | 240 | 11,374 | 10,263 | 9,768 |
| 5 | 300 | 4,960 | 8,307 | 67,491 |
| Jumlah | | = | | 110,473 |
| Rerata | | = | | 22,095 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan untuk nilai Kesalahan Relatif (Kr) metode Van Breen Kala Ulang 2 Tahun ditampilkan pada Tabel 4.53, berikut adalah contoh perhitungan pada durasi 60 menit:

$$Kr_1 = \left| \frac{X_a - X_b}{X_a} \right|$$

$$= \left| \frac{28{,}873 - 34{,}918}{28{,}873} \right|$$

= 20,935 %

$$Kr_{\text{rerata}} = \frac{\sum (Kr_1 + Kr_2 + ... + Kr_5)}{n} = \frac{110{,}473}{5} = 22{,}095\ \%$$

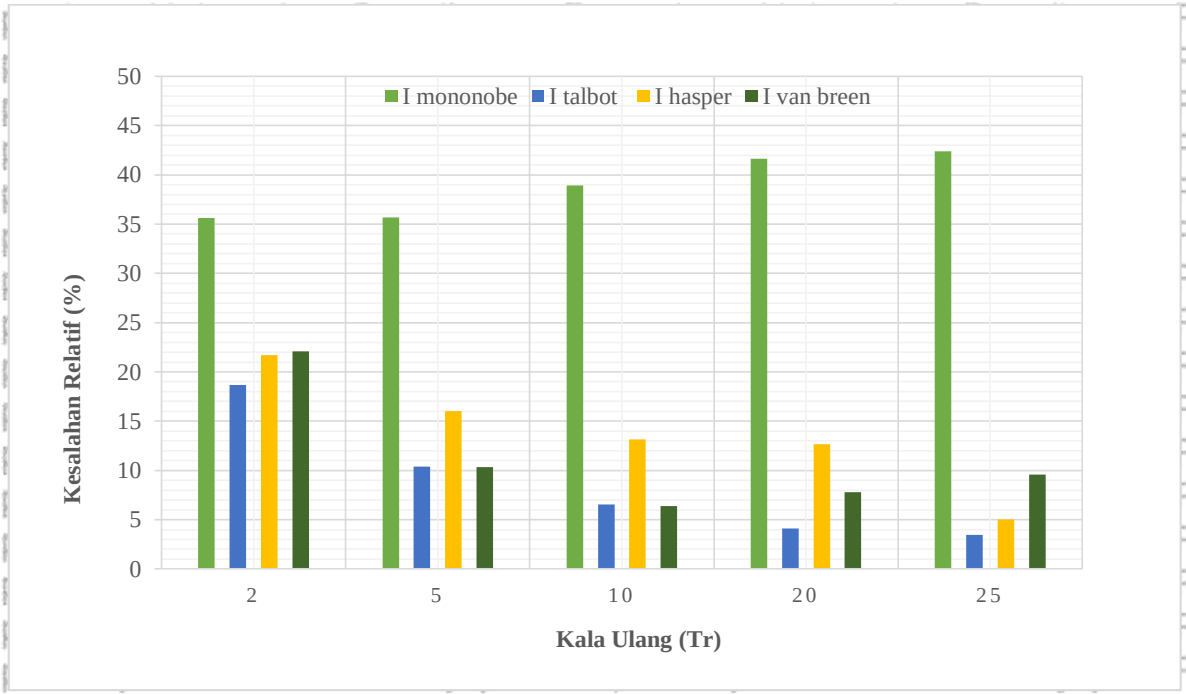
Dari perhitungan diatas diperoleh nilai Kesalahan Relatif (Kr) antara metode Van Breen dan intensitas hujan rancangan durasi 60 menit pada kala ulang 2 tahun sebesar 20,935%. Sedangkan nilai Kesalahan Relatif rerata didapatkan sebesar 22,095 %. Perhitungan kala ulang lainnya akan ditampilkan pada Lampiran 4.

### 4.8.5 Rekapitulasi Perhitungan Kesalahan Relatif (Kr) setiap Metode dalam berbagai Kala Ulang

Tabel 4.54
Rekapitulasi Nilai Kesalahan Relatif (Kr) setiap Metode dalam berbagai Kala Ulang

| Kala Ulang (Tr) | Kesalahan Relatif (%) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | I talbot | I mononobe | I hasper | I van breen |
| 2 | 18,678 | 35,633 | 21,727 | 22,095 |
| 5 | 10,411 | 35,660 | 16,045 | 10,337 |
| 10 | 6,526 | 38,946 | 13,158 | 6,363 |
| 20 | 4,136 | 41,639 | 12,675 | 7,781 |
| 25 | 3,440 | 42,412 | 5,035 | 9,553 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019




*Gambar 4.7* Perbandingan Nilai Kesalahan Relatif (Kr) Intensitas Hujan setiap Metode dalam berbagai Kala Ulang
Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Berdasarkan hasil perhitungan pada Tabel 4.54 dan Gambar 4.7 dapat disimpulkan bahwa nilai kesalahan relatif rata-rata terkecil terdapat pada metode Talbot dengan kala ulang 25 tahun yaitu 3,440 %, sedangan nilai kesalahan relatif rata-rata terbesar terdapat pada metode Mononobe pada kala ulang 25 tahun sebesar 42,412 %.

Apabila dilihat secara keseluruhan dari setiap kala ulang yang digunakan metode Talbot memiliki kesalahan relatif rata-rata yang paling kecil dari metode-metode yang

digunakan. Kesalahan relatif rata-rata dari metode Talbot berkisar antara 3,440% - 18,678%. Semakin kecil nilai kesalahan relatif rata-rata yang dihasilkan maka semakin akurat metode yang digunakan.

### 4.9 Perhitungan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) antara Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Empiris

#### 4.9.1 Perhitungan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$)

Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) dilakukan untuk menunjukkan tingkat ketelitian dari korelasi hubungan antara data terukur dan terhitung, dalam hal ini ialah intensitas hujan rancangan dan intensitas hujan metode empiris. Fungsi ini dilakukan untuk mengevaluasi kesahihan suatu model. Model yang bagus akan menghasilkan nilai koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) mendekati 1 (0<N<1). Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) berkisar antara 1 dan negatif tak terhingga, jika nilai koefisiennya mendekati 1 maka model dikatakan semakin baik.

Tabel 4.55
Nilai Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) | I talbot (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (mm/jam) | | | | | | |
| 1 | 60 | 28,873 | 33,244 | 4,371 | 19,107 | 18,044 | 325,589 | |
| 2 | 120 | 17,828 | 17,285 | -0,542 | 0,294 | 2,085 | 4,349 | |
| 3 | 180 | 12,966 | 11,679 | -1,287 | 1,656 | -3,521 | 12,398 | 0,929 |
| 4 | 240 | 11,374 | 8,819 | -2,555 | 6,528 | -6,381 | 40,722 | |
| 5 | 300 | 4,960 | 7,084 | 2,124 | 4,511 | -8,116 | 65,874 | |
| Jumlah | | 76,001 | | | 32,096 | | 448,933 | |
| Rerata (Qm) | | 15,200 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan untuk nilai Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) metode Talbot Kala Ulang 2 Tahun ditampilkan pada Tabel 4.55, berikut adalah contoh perhitungannya:

$$E_{NS} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{si} - Q_{mi})^2}{\sum_{i=1}^{n}(Q_{si} - Q_m)^2}$$

$$E_{NS} = 1 - \frac{32,096}{448,933} = 0,929$$

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.55 didapatkan nilai ENS sebesar 0,929 dimana hasil tersebut dikatakan 'baik' karena mendekati 1. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil intensitas metode Talbot kala ulang 2 tahun memiliki nilai yang mendekati dengan intensitas hujan rancangan.

### 4.9.2 Perhitungan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Mononobe Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$)

Tabel 4.56
Nilai Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) metode Mononobe Kala Ulang 2 Tahun

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) | I mononobe (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (mm/jam) | | | | | | |
| 1 | 60 | 28,873 | 16,692 | -12,181 | 148,376 | 1,492 | 2,226 | |
| 2 | 120 | 17,828 | 10,515 | -7,312 | 53,470 | -4,685 | 21,947 | |
| 3 | 180 | 12,966 | 8,025 | -4,941 | 24,417 | -7,175 | 51,486 | -0,042 |
| 4 | 240 | 11,374 | 6,624 | -4,750 | 22,558 | -8,576 | 73,545 | |
| 5 | 300 | 4,960 | 5,709 | 0,749 | 0,560 | -9,491 | 90,088 | |
| Jumlah | | 76,001 | | | 249,381 | | 239,293 | |
| Rerata (Qm) | | 15,200 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan untuk nilai Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) metode Mononobe Kala Ulang 2 Tahun ditampilkan pada Tabel 4.56, berikut adalah contoh perhitungannya:

$$E_{NS} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{si} - Q_{mi})^2}{\sum_{i=1}^{n}(Q_{si} - Q_m)^2}$$

$$E_{NS} = 1 - \frac{249,381}{239,293} = -0,042$$

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.56 didapatkan nilai ENS sebesar -0,042 dimana hasil tersebut dikatakan 'kurang baik' karena ENS < 0,36. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil intensitas metode Mononobe kala ulang 2 tahun memiliki nilai yang tidak mendekati dengan intensitas hujan rancangan.

### 4.9.3 Perhitungan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Hasper Der Weduwen Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$)

Tabel 4.57
Nilai Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) metode Hasper Der Weduwen Kala Ulang 2 Tahun

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) | I hasper (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (mm/jam) | | | | | | |
| 1 | 60 | 28,873 | 25,216 | -3,657 | 13,376 | 10,016 | 100,313 | |
| 2 | 120 | 17,828 | 15,957 | -1,871 | 3,499 | 0,757 | 0,573 | |
| 3 | 180 | 12,966 | 11,907 | -1,059 | 1,121 | -3,293 | 10,842 | 0,844 |
| 4 | 240 | 11,374 | 9,557 | -1,817 | 3,302 | -5,643 | 31,849 | |
| 5 | 300 | 4,960 | 8,002 | 3,042 | 9,255 | -7,198 | 51,811 | |
| Jumlah | | 76,001 | | | 30,553 | | 195,388 | |
| Rerata (Qm) | | 15,200 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan untuk nilai Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) metode Hasper Der Weduwen Kala Ulang 2 Tahun ditampilkan pada Tabel 4.57, berikut adalah contoh perhitungannya:

$$E_{NS} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{si} - Q_{mi})^2}{\sum_{i=1}^{n}(Q_{si} - Q_m)^2}$$

$$E_{NS} = 1 - \frac{30,553}{195,388} = 0,844$$

Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.57 didapatkan nilai ENS sebesar 0,844 dimana hasil tersebut dikatakan 'baik' karena ENS ≥ 0,75. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil intensitas metode Hasper Der Weduwen kala ulang 2 tahun memiliki nilai yang mendekati dengan intensitas hujan rancangan.

### 4.9.4 Perhitungan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) Intensitas Hujan Rancangan dan Metode Hasper Der Weduwen Kala Ulang 2 Tahun ($Tr_{2th}$)

Tabel 4.58
Nilai Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) metode Van Breen Kala Ulang 2 Tahun

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) | I van breen (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | (mm/jam) | | | | | | |
| 1 | 60 | 28,873 | 34,918 | 6,045 | 36,537 | 19,718 | 388,782 | |
| 2 | 120 | 17,828 | 19,390 | 1,562 | 2,441 | 4,190 | 17,557 | |
| 3 | 180 | 12,966 | 13,422 | 0,456 | 0,208 | -1,778 | 3,163 | 0,893 |
| 4 | 240 | 11,374 | 10,263 | -1,111 | 1,234 | -4,937 | 24,378 | |
| 5 | 300 | 4,960 | 8,307 | 3,348 | 11,206 | -6,893 | 47,508 | |
| Jumlah | | 76,001 | | | 51,626 | | 481,387 | |
| Rerata (Qm) | | 15,200 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Perhitungan untuk nilai Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) metode Van Breen Kala Ulang 2 Tahun ditampilkan pada Tabel 4.58, berikut adalah contoh perhitungannya:

$$E_{NS} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n}(Q_{si} - Q_{mi})^2}{\sum_{i=1}^{n}(Q_{si} - Q_m)^2}$$

$$E_{NS} = 1 - \frac{51,626}{481,387} = 0,893$$

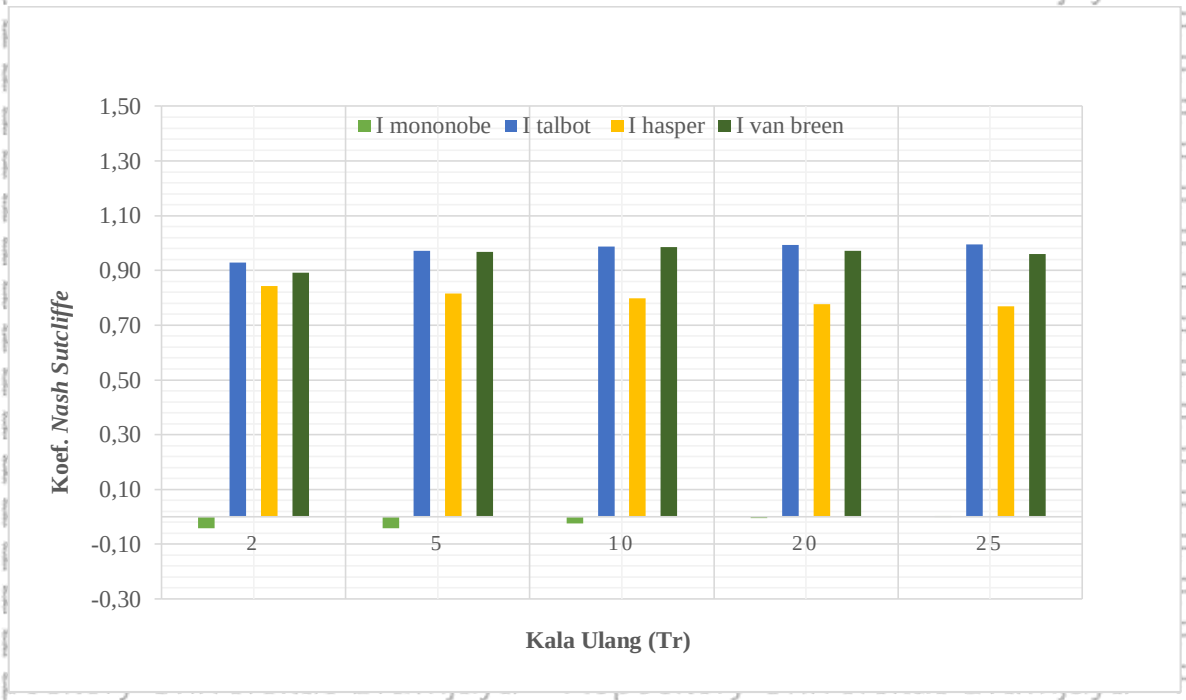
Dari hasil perhitungan pada Tabel 4.58 didapatkan nilai ENS sebesar 0,893 dimana hasil tersebut dikatakan 'baik' karena ENS ≥ 0,75. Sehingga dapat disimpulkan bahwa hasil intensitas metode Van Breen kala ulang 2 tahun memiliki nilai yang mendekati dengan intensitas hujan rancangan.

### 4.9.5 Rekapitulasi Perhitungan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) setiap Metode dalam berbagai Kala Ulang

Tabel 4.59
Rekapitulasi Nilai Koefisien *Nash Sutcliffe (ENS)* setiap Metode dalam berbagai Kala Ulang

| Kala Ulang (Tr) | Koefisien N*ash Sutcliffe* | | | |
|---|---|---|---|---|
| | I talbot | I mononobe | I hasper | I van breen |
| 2 | 0,929 | -0,042 | 0,844 | 0,893 |
| 5 | 0,972 | -0,042 | 0,815 | 0,969 |
| 10 | 0,987 | -0,024 | 0,798 | 0,986 |
| 20 | 0,994 | -0,004 | 0,777 | 0,972 |
| 25 | 0,994 | 0,002 | 0,770 | 0,960 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019




*Gambar 4.8* Perbandingan Nilai Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) Intensitas Hujan setiap Metode dalam berbagai Kala Ulang
Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Dari hasil rekapitulasi nilai koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) pada Tabel 4.59 dapat disimpulkan nilai terkecil terdapat pada metode Mononobe kala ulang 2 tahun dan 5 tahun yaitu -0,042. Sedangkan nilai terbesar terdapat pada metode Talbot kala ulang 20 tahun dan 25 tahun yaitu 0,994.

Apabila dilihat secara keseluruhan dari semua kala ulang metode Talbot adalah yang paling sesuai karena memiliki hasil perhitungan yang stabil dibandingkan dengan metode lainnya dan memiliki selisih perhitungan yang kecil pada setiap kala ulang, dimana nilai koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) tersebut berkisar antara 0,929 – 0,994.

## 4.10 Pemilihan Metode Intensitas Hujan yang sesuai dengan Lokasi Studi

Berdasarkan hasil perhitungan uji kesesuaian metode yang telah dilakukan dengan perbandingan antara Deviasi Rata-rata, Kesalahan Relatif (Kr), dan Uji *Nash Sutcliffe* (ENS) penulis dapat menyimpulkan Intensitas Hujan Metode Empiris yang sesuai dan lebih akurat untuk dijadikan sebagai dasar dalam perencanaan bangunan air pada lokasi studi yang diambil. Hasil rekapititulasi perhitungan uji kesesuaian metode akan ditampilkan pada Tabel 4.60.

Tabel 4.60
Rekapitulasi Nilai Uji Kesesuaian Metode dalam berbagai Kala Ulang

| Kala Ulang | I talbot | | | I mononobe | | | I hasper | | | I van breen | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (Tr) | Deviasi | Kr (%) | ENS | Deviasi | Kr (%) | ENS | Deviasi | Kr (%) | ENS | Deviasi | Kr (%) | ENS |
| 2 | 2,176 | 18,678 | 0,929 | 5,987 | 35,633 | -0,042 | 2,289 | 21,727 | 0,844 | 2,504 | 22,095 | 0,893 |
| 5 | 1,737 | 10,411 | 0,972 | 8,664 | 35,660 | -0,042 | 3,230 | 16,045 | 0,815 | 1,656 | 10,337 | 0,969 |
| 10 | 1,379 | 6,526 | 0,987 | 11,017 | 38,946 | -0,024 | 3,811 | 13,158 | 0,798 | 1,363 | 6,363 | 0,986 |
| 20 | 1,123 | 4,136 | 0,994 | 13,596 | 41,639 | -0,004 | 4,589 | 12,675 | 0,777 | 2,143 | 7,781 | 0,972 |
| 25 | 1,025 | 3,440 | 0,994 | 14,487 | 42,412 | 0,002 | 5,035 | 13,646 | 0,770 | 2,785 | 9,553 | 0,960 |
| Rerata | 1,488 | 8,638 | 0,975 | 10,750 | 38,858 | -0,022 | 3,791 | 15,450 | 0,801 | 2,090 | 11,226 | 0,956 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Dari keseluruhan hasil perhitungan diatas (Tabel 4.60) dapat dilihat bahwa nilai dari Deviasi Rata-rata, Kesalahan Relatif (Kr), dan Uji *Nash Sutcliffe* (ENS) yang dimiliki oleh metode Talbot dan Van Breen memiliki hasil yang paling baik dibandingkan dengan metode Mononobe dan Hasper Der Weduwen. Dimana hasil dari metode Mononobe dan Hasper Der Weduwen memiliki hasil yang kurang memuaskan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa metode Talbot dan Van Breen dianggap lebih akurat dibandingkan dengan kedua metode lainnya.

Jika dilihat lebih lanjut antara metode Talbot dan metode Van Breen menurut penulis metode Talbot lebih baik hasilnya daripada metode Van Breen. Berdasarkan hasil perhitungan nilai deviasi rata-rata yang dimiliki metode Talbot terlihat nilai-nilai yang lebih konstan dan selisih nilai di setiap kala ulangnya yang tidak terlalu jauh, meskipun nilai deviasi metode Van Breen pada kala ulang ($Tr_{5th}$ = 1,656 dan $Tr_{10th}$ = 1,363) lebih kecil daripada metode Talbot. Jika dilihat dari nilai deviasi rata-ratanya metode Talbot memiliki nilai lebih kecil dari metode Van Breen yaitu 1,488.

Kemudian dilihat dari nilai Kesalahan Relatif (Kr), metode Talbot memiliki nilai Kr yang lebih kecil daripada metode Van Breen, meskipun pada kala ulang 5 tahun dan 10 tahun nilai Kr metode Van Breen lebih kecil daripada metode Talbot yaitu $Tr_{5th}$ = 10,337% dan $Tr_{10th}$ = 6,363% dan dilihat dari nilai Kr rata-rata metode Talbot lebih kecil nilainya yaitu 8,638%. Terakhir dilihat dari nilai Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) dimana metode Talbot

dianggap lebih baik dan konstan nilai-nilainya pada setiap kala ulangnya, dan selisih nilai Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) yang tidak terlalu jauh disetiap kala ulangnya.

Berdasarkan hasil indentifikasi Intensitas Hujan Metode Empiris dibandingkan dengan Intensitas Hujan Rancangan dengan melakukan uji kesesuian metode yang terdiri dari Deviasi Rata-rata, Kesalahan Relatif (Kr), dan Uji *Nash Sutcliffe* (ENS) metode Talbot memiliki hasil yang sangat baik dan memenuhi pada setiap durasi dan kala ulang. Hasil perbandingan setiap uji yang dilakukan menghasilkan nilai yang cenderung konstan dan selisih yang sangat kecil disetiap kala ulangnnya. Oleh karena itu, maka penulis memutuskan bahwa metode perhitungan yang paling sesuai untuk digunakan sebagai dasar perencanaan bangunan air pada lokasi studi yang diambil adalah **Metode Talbot**.

# BAB V
# PENUTUP

## 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa yang sudah dilakukan sesuai dengan rumusan masalah pada studi ini, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil intensitas hujan rancangan dan intensitas hujan metode empiris (Talbot, Mononobe, Hasper Der Weduwen, dan Van Breen) dengan dilakukan perhitungan analisa frekuensi dengan Distribusi Log Pearson III menggunakan kala ulang 2, 5, 10, 20, dan 25 tahun. Hasil intensitas hujan rancangan menghasilkan hasil yang jika semakin besar kala ulang maka semakin besar intensitas hujan rancangannya. Untuk intensitas hujan metode empiris juga sama semakin besar kala ulang yang digunakan hasil intensitasnya juga semakin besar, serta menghasilkan hasil yang berbeda-beda tergantung metode yang digunakan dalam perhitungan.
2. Analisa untuk mengetahui perbandingan intensitas hujan rancangan dan intensitas hujan metode empiris yang sesuai pada lokasi studi dengan menggunakan Deviasi Rata-rata, Kesalahan Relatif (Kr), dan Uji *Nash Sutcliffe (ENS)*. Dalam hal ini jika hasil dari Deviasi Rata-rata memiliki nilai terkecil, Kesalahan Relatif (Kr) dengan hasil terkecil, dan Koefisien *Nash Sutcliffe (ENS)* dengan hasil terbesar dari semua metode yang telah di uji kesesuaian metodenya, maka metode empiris tersebut yang akan dipilih menjadi metode yang paling sesuai. Dapat disimpulkan bahwa **Metode Talbot** yang paling sesuai digunakan di lokasi studi. Dengan nilai Deviasi Rata-rata sebesar 1,488, Kesalahan Relatif (Kr) rata-rata sebesar 8,638%, dan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) rata-rata sebesar 0,975 yang mana dimasukan dalam kategori 'Baik' karena mendekati 1.
3. Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) Metode Terpilih yaitu Metode Talbot. Menunjukkan bahwa saat dibandingkan dengan Intensitas Hujan Pengamatan berdasarkan peluang dari kala ulang untuk ketepatan analisa metode semakin besar kala ulangnya semakin besar penyimpangan yang terjadi. Dengan nilai Deviasi Rata-rata sebesar 2,217, Kesalahan Relatif (Kr) rata-rata sebesar 15,111%, dan Koefisien *Nash Sutcliffe* (ENS) rata-rata sebesar 0,934 yang mana dimasukan dalam kategori 'Baik' karena mendekati 1. Kurva IDF Metode Talbot ini dapat digunakan sebagai perhitungan limpasan (*Run Off*) dengan menggunakan rumus rasional dan perhitungan debit puncak

dengan menggunakan intensitas hujan yang sebanding dengan waktu pengalirannya. Sehingga nantinya dapat digunakan sebagai perencanaan bangunan air di lokasi studi ini.

## 5.2 Saran

Pada penelitian ini selain diperoleh metode yang sesuai untuk lokasi studi, juga untuk pemilihan durasi dan banyaknya data yang digunakan sangat berpengaruh terhadap hasil pemilihan metode intensitas hujan. Harapannya pada penelitian selanjutnya dapat dijadikan sebuah masukan karena pemilihan banyaknya data (*range* tahun) dan kerapatan durasi yang digunakan akan menghasilkan perhitungan yang lebih baik dan lebih akurat.

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

# DAFTAR PUSTAKA


Ben Zvi, A. (2009). *Rainfall Intensity Duration Frequency Relationship Derived from Large Partial Duration Series*. Israel: Sami Shamoon College of Engineering.

Chow, V. T, et al. (1988). *Applied Hydrology*. Singapore: McGraw-Hill Book Co.

Fauziyah, S, dkk (2013). *Analisis Karakteristik dan Intensitas Hujan Kota Surakarta*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Hadisusanto, Nugroho. (2010). *Aplikasi Hidrologi*. Malang: Jogja Mediautama.

Harto BR, Sri. (1993). *Analisis Hidrologi*. Malang: Jogja Mediautama.

Harto BR, Sri. (2010). *Hidrologi Teori Masalah Penyelesaian*. Malang: Jogja Mediautama.

Hendri, A. (2015). *Analisis Metode Intensitas Hujan pada Stasiun Hujan Pasar Kampar Kabupaten Kampar*. Pekanbaru: Universitas Riau.

Indarto. (2012). *Hidrologi: Dasar Teori dan Contoh Aplikasi Model Hidrologi*. Jakarta: Bumi Aksara.

Juleha. (2016). *Analisa Metode Intensitas Hujan pada Stasiun Hujan Rokan IV Koto, Ujung Batu, dan Tandun Mewakili Ketersediaan Air di Sungai Rokan*. Riau: Universitas Pasir Pangaraian.

Kamiana, I Made. (2011). *Teknik Perhitungan Debit Rencana Bangunan Air*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Limantara, Lily Montarcih. (2010). *Hidrologi Praktis*. Bandung: CV. Lubuk Agung.

Limantara, L.M. & Widandi Soetopo. 2014. *Statistika Terapan untuk Teknik Pengairan*. Malang: CV. Citra Malang.

Loebis, Joerson. (1992). *Banjir Rencana untuk Bangunan Air*. Jakarta: Yayasan Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.

Martha W, Joyce. & Adidarma, Wanny. (1993). *Mengenal Dasar-Dasar Hidrologi*. Bandung: Nova.

Puspasari, R. (2018). *Kajian Perbandingan Metode Perhitungan Intensitas Hujan yang Sesuai di Lingkungan Universitas Brawijaya*, Malang: Universitas Brawijaya.

Qayoom Dar A, dkk. (2016). *An Empirical Formula to Estimate Rainfall Intensity in Kupwara Region of Kashmir Valley, J an K, India*. India: Institute of Technology Srinagar.

Suripin. (2004). *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.

Susilowati, dkk. (2010). *Analisa Karakteristik Curah Hujan dan Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) di Provinsi Lampung*. Lampung: Universitas Lampung

Sosrodarsono, Suyono. & Tekeda, Kensaku. (2006). *Hidrologi untuk Pengairan*. Jakarta: PT. Pradnya Paramitha.

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.

Standar Nasional Indonesia. (2016). *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Syahfutri, dkk. (2016). *Komparasi Metode Formulasi Intensitas Hujan di Kawasan Hulu Daerah Aliran Sungai (DAS) Batang Lubuh Kota Pasir Pangaraian*. Riau: Universitas Pasir Pangaraian.

Triatmodjo, B. (2010). *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Beta Offset

Vita Ayu. (2015). *Kajian Persamaan Model Intensitas Hujan untuk Sub Daerah Aliran Sungai (DAS) Amprong Kecamatan Kedungkandang Kota Malang*. Malang: Universitas Brawijaya.

Repository Universitas Brawijaya

# LAMPIRAN I
# UJI DATA HUJAN

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Repository Universitas Brawijaya

**Lampiran 1.1 Uji Outliers**

| | |
|---|---|
| YH | 1,679 |
| YL | 0,852 |

Tabel Hujan Maksimum Tahunan Durasi 120 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) | Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 13 | 2016 | 39,5 |
| 2 | 2011 | 21,5 | 2017 | 35 |
| 3 | 2011 | 28,5 | 2011 | 34,5 |
| 4 | 2011 | 34,5 | 2011 | 28,5 |
| 5 | 2012 | 11,5 | 2016 | 24,5 |
| 6 | 2013 | 12 | 2015 | 24 |
| 7 | 2013 | 13 | 2015 | 22 |
| 8 | 2014 | 11,5 | 2011 | 21,5 |
| 9 | 2014 | 13 | 2017 | 21,5 |
| 10 | 2015 | 13,5 | 2017 | 20 |
| 11 | 2015 | 16,5 | 2015 | 16,5 |
| 12 | 2015 | 22 | 2016 | 16 |
| 13 | 2015 | 24 | 2017 | 15 |
| 14 | 2016 | 12,5 | 2015 | 13,5 |
| 15 | 2016 | 16 | 2011 | 13 |
| 16 | 2016 | 24,5 | 2013 | 13 |
| 17 | 2016 | 39,5 | 2014 | 13 |
| 18 | 2017 | 15 | 2016 | 12,5 |
| 19 | 2017 | 20 | 2013 | 12 |
| 20 | 2017 | 21,5 | 2012 | 11,5 |
| 21 | 2017 | 35 | 2014 | 11,5 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Data Intensitas Hujan Jam-jaman Durasi 120 Menit setelah Uji *Outliers*

| Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) | y | Keterangan |
|---|---|---|---|
| 2016 | 39,5 | 1,597 | Diterima |
| 2017 | 35 | 1,544 | Diterima |
| 2011 | 34,5 | 1,538 | Diterima |
| 2011 | 28,5 | 1,455 | Diterima |
| 2016 | 24,5 | 1,389 | Diterima |
| 2015 | 24 | 1,380 | Diterima |
| 2015 | 22 | 1,342 | Diterima |
| 2011 | 21,5 | 1,332 | Diterima |
| 2017 | 21,5 | 1,332 | Diterima |
| 2017 | 20 | 1,301 | Diterima |
| 2015 | 16,5 | 1,217 | Diterima |
| 2016 | 16 | 1,204 | Diterima |
| 2017 | 15 | 1,176 | Diterima |
| 2015 | 13,5 | 1,130 | Diterima |
| 2011 | 13 | 1,114 | Diterima |
| 2013 | 13 | 1,114 | Diterima |
| 2014 | 13 | 1,114 | Diterima |
| 2016 | 12,5 | 1,097 | Diterima |
| 2013 | 12 | 1,079 | Diterima |
| 2012 | 11,5 | 1,061 | Diterima |
| 2014 | 11,5 | 1,061 | Diterima |
| Rerata | 19,929 | 1,266 | |
| Sd | 8,484 | 0,172 | |
| Kn | 2,408 | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya



| | |
|---|---|
| YH | 1,477 |
| YL | 0,781 |

Tabel Hujan Maksimum Tahunan Durasi 180 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) | Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 9,3 | 2016 | 26,7 |
| 2 | 2011 | 15 | 2017 | 24 |
| 3 | 2011 | 18 | 2011 | 23,7 |
| 4 | 2011 | 23,7 | 2011 | 18 |
| 5 | 2012 | 8,3 | 2016 | 17 |
| 6 | 2013 | 10 | 2016 | 16,3 |
| 7 | 2014 | 9,3 | 2015 | 16 |
| 8 | 2014 | 10 | 2011 | 15 |
| 9 | 2014 | 10,7 | 2015 | 14 |
| 10 | 2015 | 11 | 2017 | 13 |
| 11 | 2015 | 11,3 | 2016 | 12,7 |
| 12 | 2015 | 14 | 2017 | 11,7 |
| 13 | 2015 | 16 | 2015 | 11,3 |
| 14 | 2016 | 12,7 | 2015 | 11 |
| 15 | 2016 | 16,3 | 2014 | 10,7 |
| 16 | 2016 | 17 | 2017 | 10,7 |
| 17 | 2016 | 26,7 | 2013 | 10 |
| 18 | 2017 | 10,7 | 2014 | 10 |
| 19 | 2017 | 11,7 | 2011 | 9,3 |
| 20 | 2017 | 13 | 2014 | 9,3 |
| 21 | 2017 | 24 | 2012 | 8,3 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Data Intensitas Hujan Jam-jaman Durasi 180 Menit setelah Uji *Outliers*

| Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) | y | Keterangan |
|---|---|---|---|
| 2016 | 26,7 | 1,426 | Diterima |
| 2017 | 24 | 1,380 | Diterima |
| 2011 | 23,7 | 1,374 | Diterima |
| 2011 | 18,0 | 1,255 | Diterima |
| 2016 | 17 | 1,222 | Diterima |
| 2016 | 16,3 | 1,213 | Diterima |
| 2015 | 16,0 | 1,204 | Diterima |
| 2011 | 15,0 | 1,176 | Diterima |
| 2015 | 14 | 1,156 | Diterima |
| 2017 | 13 | 1,114 | Diterima |
| 2016 | 12,7 | 1,103 | Diterima |
| 2017 | 11,7 | 1,067 | Diterima |
| 2015 | 11,3 | 1,054 | Diterima |
| 2015 | 11,0 | 1,041 | Diterima |
| 2014 | 10,7 | 1,028 | Diterima |
| 2017 | 10,7 | 1,028 | Diterima |
| 2013 | 10 | 1,000 | Diterima |
| 2014 | 10,0 | 1,000 | Diterima |
| 2011 | 9,3 | 0,970 | Diterima |
| 2014 | 9 | 0,970 | Diterima |
| 2012 | 8,3 | 0,921 | Diterima |
| Rerata | 14,222 | 1,129 | |
| Sd | 5,200 | 0,144 | |
| Kn | 2,408 | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

| | |
|---|---|
| YH | 1,412 |
| YL | 0,715 |

Tabel Hujan Maksimum Tahunan Durasi 240 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) | Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 11,5 | 2016 | 20,5 |
| 2 | 2011 | 13,75 | 2017 | 19,5 |
| 3 | 2011 | 18,25 | 2011 | 18,25 |
| 4 | 2012 | 7,25 | 2016 | 15,75 |
| 5 | 2013 | 8 | 2011 | 13,75 |
| 6 | 2014 | 10,25 | 2016 | 13 |
| 7 | 2015 | 8,75 | 2011 | 11,5 |
| 8 | 2016 | 7,5 | 2014 | 10,25 |
| 9 | 2016 | 13 | 2017 | 10,25 |
| 10 | 2016 | 15,75 | 2015 | 8,75 |
| 11 | 2016 | 20,5 | 2017 | 8,25 |
| 12 | 2017 | 8,25 | 2013 | 8 |
| 13 | 2017 | 10,25 | 2016 | 7,5 |
| 14 | 2017 | 19,5 | 2012 | 7,25 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Data Intensitas Hujan Jam-jaman Durasi 240 Menit setelah Uji *Outliers*

| Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) | y | Keterangan |
|---|---|---|---|
| 2016 | 20,5 | 1,312 | Diterima |
| 2017 | 19,5 | 1,290 | Diterima |
| 2011 | 18,25 | 1,261 | Diterima |
| 2016 | 15,75 | 1,197 | Diterima |
| 2011 | 13,75 | 1,138 | Diterima |
| 2016 | 13 | 1,114 | Diterima |
| 2011 | 11,5 | 1,061 | Diterima |
| 2014 | 10,25 | 1,011 | Diterima |
| 2017 | 10,25 | 1,011 | Diterima |
| 2015 | 8,75 | 0,942 | Diterima |
| 2017 | 8,25 | 0,916 | Diterima |
| 2013 | 8 | 0,903 | Diterima |
| 2016 | 7,5 | 0,875 | Diterima |
| 2012 | 7,25 | 0,860 | Diterima |
| Rerata | 12,321 | 1,064 | |
| Sd | 4,591 | 0,158 | |
| Kn | 2,213 | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya



| | |
|---|---|
| YH | 1,365 |
| YL | 0,085 |

Tabel Hujan Maksimum Tahunan Durasi 300 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) | Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 3 | 2016 | 17,8 |
| 2 | 2011 | 3,6 | 2017 | 17,2 |
| 3 | 2011 | 4,2 | 2011 | 14,8 |
| 4 | 2011 | 14,8 | 2014 | 10,2 |
| 5 | 2012 | 2,4 | 2017 | 8,4 |
| 6 | 2012 | 2,8 | 2013 | 7,2 |
| 7 | 2012 | 5,4 | 2016 | 7,2 |
| 8 | 2013 | 4 | 2017 | 6,8 |
| 9 | 2013 | 4,2 | 2012 | 5,4 |
| 10 | 2013 | 5,2 | 2013 | 5,2 |
| 11 | 2013 | 7,2 | 2014 | 4,8 |
| 12 | 2014 | 4,8 | 2016 | 4,4 |
| 13 | 2014 | 10,2 | 2011 | 4,2 |
| 14 | 2015 | 2,4 | 2013 | 4,2 |
| 15 | 2016 | 3,4 | 2013 | 4 |
| 16 | 2016 | 4,4 | 2011 | 3,6 |
| 17 | 2016 | 7,2 | 2016 | 3,4 |
| 18 | 2016 | 17,8 | 2011 | 3 |
| 19 | 2017 | 2,6 | 2012 | 2,8 |
| 20 | 2017 | 6,8 | 2017 | 2,6 |
| 21 | 2017 | 8,4 | 2012 | 2,4 |
| 22 | 2017 | 17,2 | 2015 | 2,4 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Data Intensitas Hujan Jam-jaman Durasi 300 Menit setelah Uji *Outliers*

| Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) | y | Keterangan |
|---|---|---|---|
| 2016 | 17,8 | 1,250 | Diterima |
| 2017 | 17,2 | 1,236 | Diterima |
| 2011 | 14,8 | 1,170 | Diterima |
| 2014 | 10,2 | 1,009 | Diterima |
| 2017 | 8,4 | 0,924 | Diterima |
| 2013 | 7,2 | 0,857 | Diterima |
| 2016 | 7,2 | 0,857 | Diterima |
| 2017 | 6,8 | 0,833 | Diterima |
| 2012 | 5,4 | 0,732 | Diterima |
| 2013 | 5,2 | 0,716 | Diterima |
| 2014 | 4,8 | 0,681 | Diterima |
| 2016 | 4,4 | 0,643 | Diterima |
| 2011 | 4,2 | 0,623 | Diterima |
| 2013 | 4,2 | 0,623 | Diterima |
| 2013 | 4 | 0,602 | Diterima |
| 2011 | 3,6 | 0,556 | Diterima |
| 2016 | 3,4 | 0,531 | Diterima |
| 2011 | 3 | 0,477 | Diterima |
| 2012 | 2,8 | 0,447 | Diterima |
| 2017 | 2,6 | 0,415 | Diterima |
| 2012 | 2,4 | 0,380 | Diterima |
| 2015 | 2,4 | 0,380 | Diterima |
| Rerata | 6,455 | 0,725 | |
| Sd | 4,625 | 0,266 | |
| Kn | 2,408 | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya

**Lampiran 1.2 Uji Konsistensi Data (*RAPS*)**

Tabel Uji Konsistensi Data (*RAPS*) Durasi 120 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) | Sk* | (Sk*)² | Dy² | Sk** | \|Sk**\| |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 13 | -6,929 | 48,005 | 2,286 | -0,837 | 0,837 |
| 2 | 2011 | 21,5 | 1,571 | 2,469 | 0,118 | 0,190 | 0,190 |
| 3 | 2011 | 28,5 | 8,571 | 73,469 | 3,499 | 1,035 | 1,035 |
| 4 | 2011 | 34,5 | 14,571 | 212,327 | 10,111 | 1,760 | 1,760 |
| 5 | 2012 | 11,5 | -8,429 | 71,041 | 3,383 | -1,018 | 1,018 |
| 6 | 2013 | 12 | -7,929 | 62,862 | 2,993 | -0,958 | 0,958 |
| 7 | 2013 | 13 | -6,929 | 48,005 | 2,286 | -0,837 | 0,837 |
| 8 | 2014 | 11,5 | -8,429 | 71,041 | 3,383 | -1,018 | 1,018 |
| 9 | 2014 | 13 | -6,929 | 48,005 | 2,286 | -0,837 | 0,837 |
| 10 | 2015 | 13,5 | -6,429 | 41,327 | 1,968 | -0,776 | 0,776 |
| 11 | 2015 | 16,5 | -3,429 | 11,755 | 0,560 | -0,414 | 0,414 |
| 12 | 2015 | 22 | 2,071 | 4,291 | 0,204 | 0,250 | 0,250 |
| 13 | 2015 | 24 | 4,071 | 16,577 | 0,789 | 0,492 | 0,492 |
| 14 | 2016 | 12,5 | -7,429 | 55,184 | 2,628 | -0,897 | 0,897 |
| 15 | 2016 | 16 | -3,929 | 15,434 | 0,735 | -0,474 | 0,474 |
| 16 | 2016 | 24,5 | 4,571 | 20,898 | 0,995 | 0,552 | 0,552 |
| 17 | 2016 | 39,5 | 19,571 | 383,041 | 18,240 | 2,364 | 2,364 |
| 18 | 2017 | 15 | -4,929 | 24,291 | 1,157 | -0,595 | 0,595 |
| 19 | 2017 | 20 | 0,071 | 0,005 | 0,0002 | 0,009 | 0,009 |
| 20 | 2017 | 21,5 | 1,571 | 2,469 | 0,118 | 0,190 | 0,190 |
| 21 | 2017 | 35 | 15,071 | 227,148 | 10,817 | 1,820 | 1,820 |
| Jumlah | | 418,500 | | | 68,55 | | |
| Rerata | | 19,929 | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| n | = | 21 |
| Dy | = | 8,280 |
| Sk** Max | = | 2,364 |
| Sk** Min | = | 0,009 |
| Q | = | 2,364 |
| R | = | 2,355 |
| $Q/(n^{0,5})$ hitung | = | 0,516 |
| $R/(n^{0,5})$ hitung | = | 0,514 |

Berdasarkan Hasil Tabel $Q/(n^{0,5})$ dan $R/(n^{0,5})$ didapatkan (95%)

| | | |
|---|---|---|
| $Q/(n^{0,5})$ tabel | = | 1,222 |
| $R/(n^{0,5})$ tabel | = | 1,437 |

Maka

$Q/(n^{0,5})$ hitung < $Q/(n^{0,5})$ tabel **Diterima**

$R/(n^{0,5})$ hitung < $R/(n^{0,5})$ tabel **Diterima**

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository



Tabel Uji Konsistensi Data (*RAPS*) Durasi 180 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) | Sk* | (Sk*)² | Dy² | Sk** | \|Sk**\| |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 9,3 | -4,889 | 23,901 | 1,138 | -0,963 | 0,963 |
| 2 | 2011 | 15 | 0,778 | 0,605 | 0,029 | 0,153 | 0,153 |
| 3 | 2011 | 18 | 3,778 | 14,272 | 0,680 | 0,744 | 0,744 |
| 4 | 2011 | 23,7 | 9,444 | 89,198 | 4,248 | 1,861 | 1,861 |
| 5 | 2012 | 8,3 | -5,889 | 34,679 | 1,651 | -1,161 | 1,161 |
| 6 | 2013 | 10 | -4,222 | 17,827 | 0,849 | -0,832 | 0,832 |
| 7 | 2014 | 9,3 | -4,889 | 23,901 | 1,138 | -0,963 | 0,963 |
| 8 | 2014 | 10 | -4,222 | 17,827 | 0,849 | -0,832 | 0,832 |
| 9 | 2014 | 10,7 | -3,556 | 12,642 | 0,602 | -0,701 | 0,701 |
| 10 | 2015 | 11 | -3,222 | 10,383 | 0,494 | -0,635 | 0,635 |
| 11 | 2015 | 11,3 | -2,889 | 8,346 | 0,397 | -0,569 | 0,569 |
| 12 | 2015 | 14 | 0,111 | 0,012 | 0,001 | 0,022 | 0,022 |
| 13 | 2015 | 16 | 1,778 | 3,160 | 0,150 | 0,350 | 0,350 |
| 14 | 2016 | 12,7 | -1,556 | 2,420 | 0,115 | -0,307 | 0,307 |
| 15 | 2016 | 16,3 | 2,111 | 4,457 | 0,212 | 0,416 | 0,416 |
| 16 | 2016 | 17 | 2,444 | 5,975 | 0,285 | 0,482 | 0,482 |
| 17 | 2016 | 26,7 | 12,444 | 154,864 | 7,374 | 2,452 | 2,452 |
| 18 | 2017 | 10,7 | -3,556 | 12,642 | 0,602 | -0,701 | 0,701 |
| 19 | 2017 | 11,7 | -2,556 | 6,531 | 0,311 | -0,504 | 0,504 |
| 20 | 2017 | 13 | -1,222 | 1,494 | 0,071 | -0,241 | 0,241 |
| 21 | 2017 | 24 | 9,778 | 95,605 | 4,553 | 1,927 | 1,927 |
| Jumlah | | 298,667 | | | 25,750 | | |
| Rerata | | 14,222 | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| n | = | 21 |
| Dy | = | 5,074 |
| Sk** Max | = | 2,452 |
| Sk** Min | = | 0,022 |
| Q | = | 2,452 |
| R | = | 2,430 |
| $Q/(n^{0,5})$ hitung | = | 0,535 |
| $R/(n^{0,5})$ hitung | = | 0,530 |
| | | |
| Berdasarkan Hasil Tabel $Q/(n^{0,5})$ dan $R/(n^{0,5})$ didapatkan (95%) | | |
| $Q/(n^{0,5})$ tabel | = | 1,222 |
| $R/(n^{0,5})$ tabel | = | 1,437 |
| | | |
| Maka $Q/(n^{0,5})$ hitung < $Q/(n^{0,5})$ tabel **Diterima** $R/(n^{0,5})$ hitung < $R/(n^{0,5})$ tabel **Diterima** | | |

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository

Repository Universitas Brawijaya

Tabel Uji Konsistensi Data (*RAPS*) Durasi 240 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) | Sk* | (Sk*)² | Dy² | Sk** | \|Sk**\| |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 11,5 | -0,821 | 0,675 | 0,048 | -0,186 | 0,186 |
| 2 | 2011 | 13,8 | 1,429 | 2,041 | 0,146 | 0,323 | 0,323 |
| 3 | 2011 | 18,3 | 5,929 | 35,148 | 2,511 | 1,340 | 1,340 |
| 4 | 2012 | 7,3 | -5,071 | 25,719 | 1,837 | -1,146 | 1,146 |
| 5 | 2013 | 8 | -4,321 | 18,675 | 1,334 | -0,977 | 0,977 |
| 6 | 2014 | 10,3 | -2,071 | 4,291 | 0,306 | -0,468 | 0,468 |
| 7 | 2015 | 8,8 | -3,571 | 12,755 | 0,911 | -0,807 | 0,807 |
| 8 | 2016 | 7,5 | -4,821 | 23,246 | 1,660 | -1,090 | 1,090 |
| 9 | 2016 | 13 | 0,679 | 0,460 | 0,033 | 0,153 | 0,153 |
| 10 | 2016 | 15,8 | 3,429 | 11,755 | 0,840 | 0,775 | 0,775 |
| 11 | 2016 | 20,5 | 8,179 | 66,889 | 4,778 | 1,849 | 1,849 |
| 12 | 2017 | 8,3 | -4,071 | 16,577 | 1,184 | -0,920 | 0,920 |
| 13 | 2017 | 10,3 | -2,071 | 4,291 | 0,306 | -0,468 | 0,468 |
| 14 | 2017 | 19,5 | 7,179 | 51,532 | 3,681 | 1,622 | 1,622 |
| Jumlah | | 172,500 | | | 19,575 | | |
| Rerata | | 12,321 | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| n | = | 14 |
| Dy | = | 4,424 |
| Sk** Max | = | 1,849 |
| Sk** Min | = | 0,153 |
| Q | = | 1,849 |
| R | = | 1,695 |
| $Q/(n^{0,5})$ hitung | = | 0,494 |
| $R/(n^{0,5})$ hitung | = | 0,453 |
| | | |
| Berdasarkan Hasil Tabel $Q/(n^{0,5})$ dan $R/(n^{0,5})$ didapatkan (95%) | | |
| $Q/(n^{0,5})$ tabel | = | 1,172 |
| $R/(n^{0,5})$ tabel | = | 1,340 |
| | | |
| Maka $Q/(n^{0,5})$ hitung < $Q/(n^{0,5})$ tabel **Diterima** | | |
| $R/(n^{0,5})$ hitung < $R/(n^{0,5})$ tabel **Diterima** | | |

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository



Tabel Uji Konsistensi Data (*RAPS*) Durasi 300 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maksimum Tahunan (mm/jam) | Sk* | (Sk*)² | Dy² | Sk** | \|Sk**\| |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 3 | -3,455 | 11,934 | 0,542 | -0,764 | 0,764 |
| 2 | 2011 | 3,6 | -2,855 | 8,148 | 0,370 | -0,632 | 0,632 |
| 3 | 2011 | 4,2 | -2,255 | 5,083 | 0,231 | -0,499 | 0,499 |
| 4 | 2011 | 14,8 | 8,345 | 69,647 | 3,166 | 1,847 | 1,847 |
| 5 | 2012 | 2,4 | -4,055 | 16,439 | 0,747 | -0,897 | 0,897 |
| 6 | 2012 | 2,8 | -3,655 | 13,356 | 0,607 | -0,809 | 0,809 |
| 7 | 2012 | 5,4 | -1,055 | 1,112 | 0,051 | -0,233 | 0,233 |
| 8 | 2013 | 4 | -2,455 | 6,025 | 0,274 | -0,543 | 0,543 |
| 9 | 2013 | 4,2 | -2,255 | 5,083 | 0,231 | -0,499 | 0,499 |
| 10 | 2013 | 5,2 | -1,255 | 1,574 | 0,072 | -0,278 | 0,278 |
| 11 | 2013 | 7,2 | 0,745 | 0,556 | 0,025 | 0,165 | 0,165 |
| 12 | 2014 | 4,8 | -1,655 | 2,738 | 0,124 | -0,366 | 0,366 |
| 13 | 2014 | 10,2 | 3,745 | 14,028 | 0,638 | 0,829 | 0,829 |
| 14 | 2015 | 2,4 | -4,055 | 16,439 | 0,747 | -0,897 | 0,897 |
| 15 | 2016 | 3,4 | -3,055 | 9,330 | 0,424 | -0,676 | 0,676 |
| 16 | 2016 | 4,4 | -2,055 | 4,221 | 0,192 | -0,455 | 0,455 |
| 17 | 2016 | 7,2 | 0,745 | 0,556 | 0,025 | 0,165 | 0,165 |
| 18 | 2016 | 17,8 | 11,345 | 128,719 | 5,851 | 2,511 | 2,511 |
| 19 | 2017 | 2,6 | -3,855 | 14,858 | 0,675 | -0,853 | 0,853 |
| 20 | 2017 | 6,8 | 0,345 | 0,119 | 0,005 | 0,076 | 0,076 |
| 21 | 2017 | 8,4 | 1,945 | 3,785 | 0,172 | 0,431 | 0,431 |
| 22 | 2017 | 17,2 | 10,745 | 115,465 | 5,248 | 2,378 | 2,378 |
| Jumlah | | 142,000 | | | 20,419 | | |
| Rerata | | 6,455 | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| n | = | 22 |
| Dy | = | 4,519 |
| Sk** Max | = | 2,511 |
| Sk** Min | = | 0,076 |
| Q | = | 2,511 |
| R | = | 2,434 |
| $Q/(n^{0,5})$ hitung | = | 0,535 |
| $R/(n^{0,5})$ hitung | = | 0,519 |
| | | |
| Berdasarkan Hasil Tabel $Q/(n^{0,5})$ dan $R/(n^{0,5})$ didapatkan (95%) | | |
| $Q/(n^{0,5})$ tabel | = | 1,224 |
| $R/(n^{0,5})$ tabel | = | 1,444 |
| | | |
| Maka $Q/(n^{0,5})$ hitung < $Q/(n^{0,5})$ tabel **Diterima** | | |
| $R/(n^{0,5})$ hitung < $R/(n^{0,5})$ tabel **Diterima** | | |

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository

Repository Universitas Brawijaya

**Lampiran 1.3 Uji Korelasi Peringkat Spearman**

Tabel Perhitungan Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman Durasi 120 menit

| Peringkat (Tt) | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | Peringkat (Rt) | dt | dt² |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 13 | 15 | -14 | 196 |
| 2 | 2011 | 21,5 | 8 | -6 | 36 |
| 3 | 2011 | 28,5 | 4 | -1 | 1 |
| 4 | 2011 | 34,5 | 3 | 1 | 1 |
| 5 | 2012 | 11,5 | 20 | -15 | 225 |
| 6 | 2013 | 12 | 19 | -13 | 169 |
| 7 | 2013 | 13 | 15 | -8 | 64 |
| 8 | 2014 | 11,5 | 21 | -13 | 169 |
| 9 | 2014 | 13 | 15 | -6 | 36 |
| 10 | 2015 | 13,5 | 14 | -4 | 16 |
| 11 | 2015 | 16,5 | 11 | 0 | 0 |
| 12 | 2015 | 22 | 7 | 5 | 25 |
| 13 | 2015 | 24 | 6 | 7 | 49 |
| 14 | 2016 | 12,5 | 18 | -4 | 16 |
| 15 | 2016 | 16 | 12 | 3 | 9 |
| 16 | 2016 | 24,5 | 5 | 11 | 121 |
| 17 | 2016 | 39,5 | 1 | 16 | 256 |
| 18 | 2017 | 15 | 13 | 5 | 25 |
| 19 | 2017 | 20 | 10 | 9 | 81 |
| 20 | 2017 | 21,5 | 8 | 12 | 144 |
| 21 | 2017 | 35 | 2 | 19 | 361 |
| Jumlah | | | | | 2000 |
| n | | | | | 21 |
| KP | | | | | -0,299 |
| t hitung | | | | | **-1,364** |
| dk | | | | | 19 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| Berdasarkan Nilai Kritis tcr Distribusi-t didapatkan: | | |
|---|---|---|
| tcr dua sisi (tabel) | | |
| 5% | = | 2,093 |
| 1% | = | 2,861 |
| | | |
| Maka | | |
| t hitung < t kritis | | |
| 5% | **Diterima** | |
| 1% | **Diterima** | |

| tcr satu sisi (tabel) | | |
|---|---|---|
| 5% | = | 1,729 |
| 1% | = | 2,539 |
| | | |
| Maka | | |
| t hitung < t kritis | | |
| 5% | **Diterima** | |
| 1% | **Diterima** | |

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository



Tabel Perhitungan Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman Durasi 180 menit

| Peringkat (Tt) | Tahun | Intensitas Hujan MaksTahunan (mm/jam) | Peringkat (Rt) | dt | dt² |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 9,3 | 19 | -18 | 324 |
| 2 | 2011 | 15 | 8 | -6 | 36 |
| 3 | 2011 | 18 | 4 | -1 | 1 |
| 4 | 2011 | 23,7 | 3 | 1 | 1 |
| 5 | 2012 | 8,3 | 21 | -16 | 256 |
| 6 | 2013 | 10 | 17 | -11 | 121 |
| 7 | 2014 | 9,3 | 20 | -13 | 169 |
| 8 | 2014 | 10 | 18 | -10 | 100 |
| 9 | 2014 | 10,7 | 15 | -6 | 36 |
| 10 | 2015 | 11 | 14 | -4 | 16 |
| 11 | 2015 | 11,3 | 13 | -2 | 4 |
| 12 | 2015 | 14,3 | 9 | 3 | 9 |
| 13 | 2015 | 16 | 7 | 6 | 36 |
| 14 | 2016 | 12,7 | 11 | 3 | 9 |
| 15 | 2016 | 16,3 | 6 | 9 | 81 |
| 16 | 2016 | 16,7 | 5 | 11 | 121 |
| 17 | 2016 | 26,7 | 1 | 16 | 256 |
| 18 | 2017 | 10,7 | 16 | 2 | 4 |
| 19 | 2017 | 11,7 | 12 | 7 | 49 |
| 20 | 2017 | 13 | 10 | 10 | 100 |
| 21 | 2017 | 24 | 2 | 19 | 361 |
| Jumlah | | | | | 2090 |
| n | | | | | 21 |
| KP | | | | | -0,357 |
| t hitung | | | | | **-1,667** |
| dk | | | | | 19 |

Berdasarkan Nilai Kritis tcr Distribusi-t didapatkan:

| tcr dua sisi (tabel) | | |
|---|---|---|
| 5% | = | 2,093 |
| 1% | = | 2,861 |
| Maka t hitung < t kritis | | |
| 5% | | **Diterima** |
| 1% | | **Diterima** |

| tcr satu sisi (tabel) | | |
|---|---|---|
| 5% | = | 1,729 |
| 1% | = | 2,539 |
| Maka t hitung < t kritis | | |
| 5% | | **Diterima** |
| 1% | | **Diterima** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository

Repository Universitas Brawijaya

Tabel Perhitungan Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman Durasi 240 menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | Peringkat (Rt) | dt | dt² |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 11,5 | 7 | -6 | 36 |
| 2 | 2011 | 13,75 | 5 | -3 | 9 |
| 3 | 2011 | 18,25 | 3 | 0 | 0 |
| 4 | 2012 | 7,25 | 14 | -10 | 100 |
| 5 | 2013 | 8 | 12 | -7 | 49 |
| 6 | 2014 | 10,25 | 8 | -2 | 4 |
| 7 | 2015 | 8,75 | 10 | -3 | 9 |
| 8 | 2016 | 7,5 | 13 | -5 | 25 |
| 9 | 2016 | 13 | 6 | 3 | 9 |
| 10 | 2016 | 15,75 | 4 | 6 | 36 |
| 11 | 2016 | 20,5 | 1 | 10 | 100 |
| 12 | 2017 | 8,25 | 11 | 1 | 1 |
| 13 | 2017 | 10,25 | 9 | 4 | 16 |
| 14 | 2017 | 19,5 | 2 | 12 | 144 |
| Jumlah | | | | | 538 |
| n | | | | | 14 |
| KP | | | | | -0,182 |
| t hitung | | | | | **-0,643** |
| dk | | | | | 12 |

Berdasarkan Nilai Kritis tcr Distribusi-t didapatkan:

| tcr dua sisi (tabel) | | |
|---|---|---|
| 5% | = | 2,179 |
| 1% | = | 3,055 |
| Maka | | |
| t hitung < t kritis | | |
| 5% | | **Diterima** |
| 1% | | **Diterima** |

| tcr satu sisi (tabel) | | |
|---|---|---|
| 5% | = | 1,782 |
| 1% | = | 2,681 |
| Maka | | |
| t hitung < t kritis | | |
| 5% | | **Diterima** |
| 1% | | **Diterima** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

REPOSITORY.UB.AC.ID

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository



Tabel Perhitungan Uji Korelasi Peringkat Metode Spearman Durasi 300 menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | Peringkat (Rt) | dt | dt² |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 3 | 18 | -17 | 289 |
| 2 | 2011 | 3,6 | 16 | -14 | 196 |
| 3 | 2011 | 4,2 | 13 | -10 | 100 |
| 4 | 2011 | 14,8 | 3 | 1 | 1 |
| 5 | 2012 | 2,4 | 21 | -16 | 256 |
| 6 | 2012 | 2,8 | 19 | -13 | 169 |
| 7 | 2012 | 5,4 | 9 | -2 | 4 |
| 8 | 2013 | 4 | 15 | -7 | 49 |
| 9 | 2013 | 4,2 | 14 | -5 | 25 |
| 10 | 2013 | 5,2 | 10 | 0 | 0 |
| 11 | 2013 | 7,2 | 6 | 5 | 25 |
| 12 | 2014 | 4,8 | 11 | 1 | 1 |
| 13 | 2014 | 10,2 | 4 | 9 | 81 |
| 14 | 2015 | 2,4 | 22 | -8 | 64 |
| 15 | 2016 | 3,4 | 17 | -2 | 4 |
| 16 | 2016 | 4,4 | 12 | 4 | 16 |
| 17 | 2016 | 7,2 | 7 | 10 | 100 |
| 18 | 2016 | 17,8 | 1 | 17 | 289 |
| 19 | 2017 | 2,6 | 20 | -1 | 1 |
| 20 | 2017 | 6,8 | 8 | 12 | 144 |
| 21 | 2017 | 8,4 | 5 | 16 | 256 |
| 22 | 2017 | 17,2 | 2 | 20 | 400 |
| Jumlah | | | | | 2470 |
| n | | | | | 22 |
| KP | | | | | -0,395 |
| t hitung | | | | | **-1,921** |
| dk | | | | | 20 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| Berdasarkan Nilai Kritis tcr Distribusi-t didapatkan: | | |
|---|---|---|
| tcr dua sisi (tabel) | | |
| 5% | = | 2,086 |
| 1% | = | 2,845 |
| | | |
| Maka | | |
| t hitung < t kritis | | |
| 5% | **Diterima** | |
| 1% | **Diterima** | |

| tcr satu sisi (tabel) | | |
|---|---|---|
| 5% | = | 1,725 |
| 1% | = | 2,528 |
| | | |
| Maka | | |
| t hitung < t kritis | | |
| 5% | **Diterima** | |
| 1% | **Diterima** | |

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository

Repository Universitas Brawijaya

**Lampiran 1.4 Uji Stasioner (Uji-F)**

Tabel Perhitungan Uji-F Durasi 120 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Kelompok I | | No | Kelompok II | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) |
| 1 | 2011 | 13 | 12 | 2015 | 22 |
| 2 | 2011 | 21,5 | 13 | 2015 | 24 |
| 3 | 2011 | 28,5 | 14 | 2016 | 12,5 |
| 4 | 2011 | 34,5 | 15 | 2016 | 16 |
| 5 | 2012 | 11,5 | 16 | 2016 | 24,5 |
| 6 | 2013 | 12 | 17 | 2016 | 39,5 |
| 7 | 2013 | 13 | 18 | 2017 | 15 |
| 8 | 2014 | 11,5 | 19 | 2017 | 20 |
| 9 | 2014 | 13 | 20 | 2017 | 21,5 |
| 10 | 2015 | 13,5 | 21 | 2017 | 35 |
| 11 | 2015 | 16,5 | | | |
| $N_1$ | = | 11 | $N_2$ | = | 10 |
| $S_1$ | = | 7,775 | $S_2$ | = | 8,531 |
| $dk_1$ | = | 10 | $dk_2$ | = | 9 |
| Rerata$_1$ | | 17,136 | Rerata$_2$ | | 23,000 |

$$F = \frac{N_1 S_1^{\,2}(N_2 - 1)}{N_2 S_2^{\,2}(N_1 - 1)} = \mathbf{0,822}$$

Berdasarkan Tabel Nilai Kritis *Fc* didapatkan:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5% | = | 3,140 | 1% | = | 5,260 |

Fhitung < Fcr, Maka

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5% | = | **DITERIMA** | 1% | = | **DITERIMA** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Perhitungan Uji-F Durasi 180 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Kelompok I | | No | Kelompok II | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) |
| 1 | 2011 | 9,3 | 12 | 2015 | 14,3 |
| 2 | 2011 | 15 | 13 | 2015 | 16 |
| 3 | 2011 | 18 | 14 | 2016 | 12,7 |
| 4 | 2011 | 23,7 | 15 | 2016 | 16,3 |
| 5 | 2012 | 8,3 | 16 | 2016 | 16,7 |
| 6 | 2013 | 10 | 17 | 2016 | 26,7 |
| 7 | 2014 | 9,3 | 18 | 2017 | 10,7 |
| 8 | 2014 | 10 | 19 | 2017 | 11,7 |
| 9 | 2014 | 10,7 | 20 | 2017 | 13 |
| 10 | 2015 | 11 | 21 | 2017 | 24 |
| 11 | 2015 | 11,3 | | | |
| $N_1$ | = | 11 | $N_2$ | = | 10 |
| $S_1$ | = | 4,669 | $S_2$ | = | 5,250 |
| $dk_1$ | = | 10 | $dk_2$ | = | 9 |
| Rerata$_1$ | | 12,424 | Rerata$_2$ | | 16,200 |

$$F = \frac{N_1 S_1^{\,2}(N_2 - 1)}{N_2 S_2^{\,2}(N_1 - 1)} = \mathbf{0,783}$$

Berdasarkan Tabel Nilai Kritis *Fc* didapatkan:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5% | = | 3,140 | 1% | = | 5,260 |

Fhitung < Fcr, Maka

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5% | = | **DITERIMA** | 1% | = | **DITERIMA** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya

Tabel Perhitungan Uji-F Durasi 240 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Kelompok I Tahun | Kelompok I Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | No | Kelompok II Tahun | Kelompok II Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 11,5 | 8 | 2016 | 7,5 |
| 2 | 2011 | 13,8 | 9 | 2016 | 13 |
| 3 | 2011 | 18,3 | 10 | 2016 | 15,8 |
| 4 | 2012 | 7,3 | 11 | 2016 | 20,5 |
| 5 | 2013 | 8 | 12 | 2017 | 8,3 |
| 6 | 2014 | 10,3 | 13 | 2017 | 10,3 |
| 7 | 2015 | 8,8 | 14 | 2017 | 19,5 |
| $N_1$ | = | 7 | $N_2$ | = | 7 |
| $S_1$ | = | 3,851 | $S_2$ | = | 5,235 |
| $dk_1$ | = | 6 | $dk_2$ | = | 6 |
| Rerata$_1$ | | 11,107 | Rerata$_2$ | | 13,536 |

$$F = \frac{N_1 S_1^{\,2}(N_2 - 1)}{N_2 S_2^{\,2}(N_1 - 1)} = \textbf{0,541}$$

Berdasarkan Tabel Nilai Kritis *Fc* didapatkan:

| 5% | = | 4,280 | 1% | = | 8,470 |
|---|---|---|---|---|---|

Fhitung < Fcr, Maka

| 5% | = | **DITERIMA** | 1% | = | **DITERIMA** |
|---|---|---|---|---|---|

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Perhitungan Uji-F Durasi 300 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Kelompok I Tahun | Kelompok I Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | No | Kelompok II Tahun | Kelompok II Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 3,0 | 12 | 2014 | 4,8 |
| 2 | 2011 | 3,6 | 13 | 2014 | 10,2 |
| 3 | 2011 | 4,2 | 14 | 2015 | 2,4 |
| 4 | 2011 | 14,8 | 15 | 2016 | 3,4 |
| 5 | 2012 | 2,4 | 16 | 2016 | 4,4 |
| 6 | 2012 | 2,8 | 17 | 2016 | 7,2 |
| 7 | 2012 | 5,4 | 18 | 2016 | 17,8 |
| 8 | 2013 | 4,0 | 19 | 2017 | 2,6 |
| 9 | 2013 | 4,2 | 20 | 2017 | 6,8 |
| 10 | 2013 | 5,2 | 21 | 2017 | 8,4 |
| 11 | 2013 | 7,2 | 22 | 2017 | 17,2 |
| $N_1$ | = | 11 | $N_2$ | = | 11 |
| $S_1$ | = | 3,473 | $S_2$ | = | 5,403 |
| $dk_1$ | = | 10 | $dk_2$ | = | 10 |
| Rerata$_1$ | | 5,164 | Rerata$_2$ | | 7,745 |

$$F = \frac{N_1 S_1^{\,2}(N_2 - 1)}{N_2 S_2^{\,2}(N_1 - 1)} = \textbf{0,413}$$

Berdasarkan Tabel Nilai Kritis *Fc* didapatkan:

| 5% | = | 2,980 | 1% | = | 4,850 |
|---|---|---|---|---|---|

Fhitung < Fcr, Maka

| 5% | = | **DITERIMA** | 1% | = | **DITERIMA** |
|---|---|---|---|---|---|

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya

## Lampiran 1.4 Uji Stasioner (Uji-t)

Tabel Perhitungan Uji-t Durasi 120 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Kelompok I: Tahun | Kelompok I: Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | No | Kelompok II: Tahun | Kelompok II: Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 13 | 12 | 2015 | 22 |
| 2 | 2011 | 21,5 | 13 | 2015 | 24 |
| 3 | 2011 | 28,5 | 14 | 2016 | 12,5 |
| 4 | 2011 | 34,5 | 15 | 2016 | 16 |
| 5 | 2012 | 11,5 | 16 | 2016 | 24,5 |
| 6 | 2013 | 12 | 17 | 2016 | 39,5 |
| 7 | 2013 | 13 | 18 | 2017 | 15 |
| 8 | 2014 | 11,5 | 19 | 2017 | 20 |
| 9 | 2014 | 13 | 20 | 2017 | 21,5 |
| 10 | 2015 | 13,5 | 21 | 2017 | 35 |
| 11 | 2015 | 16,5 | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $N_1$ | = | 11 | $N_2$ | = | 10 |
| $S_1$ | = | 7,775 | $S_2$ | = | 8,531 |
| $S_1^2$ | = | 60,455 | $S_2^2$ | = | 72,778 |
| dk | = | 19 | | | |
| $Rerata_1$ | | 17,136 | $Rerata_2$ | | 23,000 |

$$\sigma = \left| \frac{N_1 S_1^{\,2} + N_2 S_2^{\,2}}{N_1 + N_2 - 2} \right|^{0,5} = \mathbf{8,562}$$

$$t = \frac{\left| X_{rerata.1} - X_{rerata.2} \right|}{\sigma \left| \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right|^{0,5}} = \mathbf{1,567}$$

Berdasarkan Tabel Nilai Kritis *tc* didapatkan:

| Uji Dua Sisi | | | Uji satu Sisi | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5% | = | 2,093 | 5% | = | 1,729 |
| 1% | = | 2,861 | 1% | = | 2,539 |
| | | t hitung < tcr, Maka | | | |
| 5% | = | **DITERIMA** | 5% | = | **DITERIMA** |
| 1% | = | **DITERIMA** | 1% | = | **DITERIMA** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Perhitungan Uji-t Durasi 180 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Kelompok I: Tahun | Kelompok I: Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | No | Kelompok II: Tahun | Kelompok II: Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 9,3 | 12 | 2015 | 14,3 |
| 2 | 2011 | 15 | 13 | 2015 | 16 |
| 3 | 2011 | 18 | 14 | 2016 | 12,7 |
| 4 | 2011 | 23,7 | 15 | 2016 | 16,3 |
| 5 | 2012 | 8,3 | 16 | 2016 | 16,7 |
| 6 | 2013 | 10 | 17 | 2016 | 26,7 |
| 7 | 2014 | 9,3 | 18 | 2017 | 10,7 |
| 8 | 2014 | 10 | 19 | 2017 | 11,7 |
| 9 | 2014 | 10,7 | 20 | 2017 | 13 |
| 10 | 2015 | 11 | 21 | 2017 | 24 |
| 11 | 2015 | 11,3 | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $N_1$ | = | 11 | $N_2$ | = | 10 |
| $S_1$ | = | 4,669 | $S_2$ | = | 5,250 |
| $S_1^2$ | = | 21,802 | $S_2^2$ | = | 27,560 |
| dk | = | 19 | | | |
| $Rerata_1$ | | 12,424 | $Rerata_2$ | | 16,200 |

$$\sigma = \left| \frac{N_1 S_1^{\,2} + N_2 S_2^{\,2}}{N_1 + N_2 - 2} \right|^{0,5} = \mathbf{5,208}$$

$$t = \frac{\left| X_{rerata.1} - X_{rerata.2} \right|}{\sigma \left| \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right|^{0,5}} = \mathbf{1,659}$$

Berdasarkan Tabel Nilai Kritis *tc* didapatkan:

| Uji Dua Sisi | | | Uji satu Sisi | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5% | = | 2,093 | 5% | = | 1,729 |
| 1% | = | 2,861 | 1% | = | 2,539 |
| | | t hitung < tcr, Maka | | | |
| 5% | = | **DITERIMA** | 5% | = | **DITERIMA** |
| 1% | = | **DITERIMA** | 1% | = | **DITERIMA** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya

Tabel Perhitungan Uji-t Durasi 240 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Kelompok I Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | No | Kelompok II Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 11,5 | 8 | 2016 | 7,5 |
| 2 | 2011 | 13,8 | 9 | 2016 | 13 |
| 3 | 2011 | 18,3 | 10 | 2016 | 15,8 |
| 4 | 2012 | 7,3 | 11 | 2016 | 20,5 |
| 5 | 2013 | 8 | 12 | 2017 | 8,3 |
| 6 | 2014 | 10,3 | 13 | 2017 | 10,3 |
| 7 | 2015 | 8,8 | 14 | 2017 | 19,5 |
| $N_1$ | = | 7 | $N_2$ | = | 7 |
| $S_1$ | = | 3,851 | $S_2$ | = | 5,235 |
| $S_1^2$ | = | 14,830 | $S_2^2$ | = | 27,405 |
| dk | = | 12 | | | |
| $Rerata_1$ | | 11,107 | $Rerata_2$ | | 13,536 |

$$\sigma = \left| \frac{N_1 S_1^{\ 2} + N_2 S_2^{\ 2}}{N_1 + N_2 - 2} \right|^{0,5} = \mathbf{4,964}$$

$$t = \frac{\left| X_{rerata.1} - X_{rerata.2} \right|}{\sigma \left| \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right|^{0,5}} = \mathbf{0,915}$$

Berdasarkan Tabel Nilai Kritis *tc* didapatkan:

| | | Uji Dua Sisi | | | Uji satu Sisi |
|---|---|---|---|---|---|
| 5% | = | 2,179 | 5% | = | 1,782 |
| 1% | = | 3,055 | 1% | = | 2,681 |
| | | t hitung < tcr, Maka | | | |
| 5% | = | **DITERIMA** | 5% | = | **DITERIMA** |
| 1% | = | **DITERIMA** | 1% | = | **DITERIMA** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Perhitungan Uji-t Durasi 300 Menit Stasiun Hujan Jabung

| No | Kelompok I Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | No | Kelompok II Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 3,0 | 12 | 2014 | 4,8 |
| 2 | 2011 | 3,6 | 13 | 2014 | 10,2 |
| 3 | 2011 | 4,2 | 14 | 2015 | 2,4 |
| 4 | 2011 | 14,8 | 15 | 2016 | 3,4 |
| 5 | 2012 | 2,4 | 16 | 2016 | 4,4 |
| 6 | 2012 | 2,8 | 17 | 2016 | 7,2 |
| 7 | 2012 | 5,4 | 18 | 2016 | 17,8 |
| 8 | 2013 | 4,0 | 19 | 2017 | 2,6 |
| 9 | 2013 | 4,2 | 20 | 2017 | 6,8 |
| 10 | 2013 | 5,2 | 21 | 2017 | 8,4 |
| 11 | 2013 | 7,2 | 22 | 2017 | 17,2 |
| $N_1$ | = | 11 | $N_2$ | = | 11 |
| $S_1$ | = | 3,473 | $S_2$ | = | 5,403 |
| $S_1^2$ | = | 12,063 | $S_2^2$ | = | 29,193 |
| dk | = | 20 | | | |
| $Rerata_1$ | | 5,164 | $Rerata_2$ | | 7,745 |

$$\sigma = \left| \frac{N_1 S_1^{\ 2} + N_2 S_2^{\ 2}}{N_1 + N_2 - 2} \right|^{0,5} = \mathbf{4,763}$$

$$t = \frac{\left| X_{rerata.1} - X_{rerata.2} \right|}{\sigma \left| \frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2} \right|^{0,5}} = \mathbf{1,271}$$

Berdasarkan Tabel Nilai Kritis *tc* didapatkan:

| | | Uji Dua Sisi | | | Uji satu Sisi |
|---|---|---|---|---|---|
| 5% | = | 2,086 | 5% | = | 1,725 |
| 1% | = | 2,845 | 1% | = | 2,528 |
| | | t hitung < tcr, Maka | | | |
| 5% | = | **DITERIMA** | 5% | = | **DITERIMA** |
| 1% | = | **DITERIMA** | 1% | = | **DITERIMA** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya

**Lampiran 1.5 Uji Persistensi**

Tabel Perhitungan Uji Persistensi Durasi 120 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | Peringkat (Rt) | dt | dt² |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 13 | 15 | - | - |
| 2 | 2011 | 21,5 | 8 | 7 | 49 |
| 3 | 2011 | 28,5 | 4 | 4 | 16 |
| 4 | 2011 | 34,5 | 3 | 1 | 1 |
| 5 | 2012 | 11,5 | 20 | -17 | 289 |
| 6 | 2013 | 12 | 19 | 1 | 1 |
| 7 | 2013 | 13 | 15 | 4 | 16 |
| 8 | 2014 | 11,5 | 21 | -6 | 36 |
| 9 | 2014 | 13 | 15 | 6 | 36 |
| 10 | 2015 | 13,5 | 14 | 1 | 1 |
| 11 | 2015 | 16,5 | 11 | 3 | 9 |
| 12 | 2015 | 22 | 7 | 4 | 16 |
| 13 | 2015 | 24 | 6 | 1 | 1 |
| 14 | 2016 | 12,5 | 18 | -12 | 144 |
| 15 | 2016 | 16 | 12 | 6 | 36 |
| 16 | 2016 | 24,5 | 5 | 7 | 49 |
| 17 | 2016 | 39,5 | 1 | 4 | 16 |
| 18 | 2017 | 15 | 13 | -12 | 144 |
| 19 | 2017 | 20 | 10 | 3 | 9 |
| 20 | 2017 | 21,5 | 8 | 2 | 4 |
| 21 | 2017 | 35 | 2 | 6 | 36 |
| Jumlah | | = | | | 909 |
| N | | = | | | 21 |
| m | | = | | | 20 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

$$KS = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{m}(di)^2}{m^3 - m} = 0{,}317$$

$$t = KS - \left[\frac{m-2}{1-KS^2}\right]^{0,5} = \mathbf{1{,}416}$$

m - 2 = 18

Berdasarkan Tabel Nilai Kritis *tc* didapatkan:

| Uji Dua Sisi | | | Uji satu Sisi | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5% | = | 2,101 | 5% | = | 1,734 |
| 1% | = | 2,878 | 1% | = | 2,552 |
| t hitung < tcr, Maka | | | | | |
| 5% | = | **DITERIMA** | 5% | = | **DITERIMA** |
| 1% | = | **DITERIMA** | 1% | = | **DITERIMA** |

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository



Tabel Perhitungan Uji Persistensi Durasi 180 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | Peringkat (Rt) | dt | dt² |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 9,3 | 19 | - | - |
| 2 | 2011 | 15,0 | 8 | 11 | 121 |
| 3 | 2011 | 18,0 | 4 | 4 | 16 |
| 4 | 2011 | 23,7 | 3 | 1 | 1 |
| 5 | 2012 | 8,3 | 21 | -18 | 324 |
| 6 | 2013 | 10,0 | 17 | 4 | 16 |
| 7 | 2014 | 9,3 | 20 | -3 | 9 |
| 8 | 2014 | 10,0 | 18 | 2 | 4 |
| 9 | 2014 | 10,7 | 15 | 3 | 9 |
| 10 | 2015 | 11,0 | 14 | 1 | 1 |
| 11 | 2015 | 11,3 | 13 | 1 | 1 |
| 12 | 2015 | 14,3 | 9 | 4 | 16 |
| 13 | 2015 | 16,0 | 7 | 2 | 4 |
| 14 | 2016 | 12,7 | 11 | -4 | 16 |
| 15 | 2016 | 16,3 | 6 | 5 | 25 |
| 16 | 2016 | 16,7 | 5 | 1 | 1 |
| 17 | 2016 | 26,7 | 1 | 4 | 16 |
| 18 | 2017 | 10,7 | 16 | -15 | 225 |
| 19 | 2017 | 11,7 | 12 | 4 | 16 |
| 20 | 2017 | 13,0 | 10 | 2 | 4 |
| 21 | 2017 | 24,0 | 2 | 8 | 64 |
| Jumlah | | = | | | 889 |
| N | | = | | | 21 |
| m | | = | | | 20 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

$$KS = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{m}(di)^2}{m^3 - m} = 0{,}332$$

$$t = KS - \left[\frac{m-2}{1-KS^2}\right]^{0,5} = \mathbf{1{,}491}$$

m - 2 = 18

Berdasarkan Tabel Nilai Kritis *tc* didapatkan:

| Uji Dua Sisi | | | Uji satu Sisi | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5% | = | 2,101 | 5% | = | 1,734 |
| 1% | = | 2,878 | 1% | = | 2,552 |
| t hitung < tcr, Maka | | | | | |
| 5% | = | **DITERIMA** | 5% | = | **DITERIMA** |
| 1% | = | **DITERIMA** | 1% | = | **DITERIMA** |

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository

Repository Universitas Brawijaya

Tabel Perhitungan Uji Persistensi Durasi 240 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | Peringkat (Rt) | dt | dt² |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 11,5 | 7 | - | - |
| 2 | 2011 | 13,8 | 5 | 2 | 4 |
| 3 | 2011 | 18,3 | 3 | 2 | 4 |
| 4 | 2012 | 7,3 | 14 | -11 | 121 |
| 5 | 2013 | 8,0 | 12 | 2 | 4 |
| 6 | 2014 | 10,3 | 8 | 4 | 16 |
| 7 | 2015 | 8,8 | 10 | -2 | 4 |
| 8 | 2016 | 7,5 | 13 | -3 | 9 |
| 9 | 2016 | 13,0 | 6 | 7 | 49 |
| 10 | 2016 | 15,8 | 4 | 2 | 4 |
| 11 | 2016 | 20,5 | 1 | 3 | 9 |
| 12 | 2017 | 8,3 | 11 | -10 | 100 |
| 13 | 2017 | 10,3 | 9 | 2 | 4 |
| 14 | 2017 | 19,5 | 2 | 7 | 49 |
| Jumlah | | = | | | 377 |
| N | | = | | | 14 |
| m | | = | | | 13 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

$$KS = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{m}(di)^2}{m^3 - m} \quad = \quad -0{,}036$$

$$t = KS - \left[\frac{m-2}{1-KS^2}\right]^{0,5} \quad = \quad \mathbf{-0{,}119}$$

m - 2 = 11

Berdasarkan Tabel Nilai Kritis *tc* didapatkan:

| Uji Dua Sisi | | | Uji satu Sisi | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5% | = | 2,201 | 5% | = | 1,796 |
| 1% | = | 3,106 | 1% | = | 2,718 |
| t hitung < tcr, Maka | | | | | |
| 5% | = | **DITERIMA** | 5% | = | **DITERIMA** |
| 1% | = | **DITERIMA** | 1% | = | **DITERIMA** |

REPOSITORY.UB.AC.ID

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository



Tabel Perhitungan Uji Persistensi Durasi 300 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) | Peringkat (Rt) | dt | dt² |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 3 | 18 | - | - |
| 2 | 2011 | 3,6 | 16 | 2 | 4 |
| 3 | 2011 | 4,2 | 13 | 3 | 9 |
| 4 | 2011 | 14,8 | 3 | 10 | 100 |
| 5 | 2012 | 2,4 | 21 | -18 | 324 |
| 6 | 2012 | 2,8 | 19 | 2 | 4 |
| 7 | 2012 | 5,4 | 9 | 10 | 100 |
| 8 | 2013 | 4 | 15 | -6 | 36 |
| 9 | 2013 | 4,2 | 14 | 1 | 1 |
| 10 | 2013 | 5,2 | 10 | 4 | 16 |
| 11 | 2013 | 7,2 | 6 | 4 | 16 |
| 12 | 2014 | 4,8 | 11 | -5 | 25 |
| 13 | 2014 | 10,2 | 4 | 7 | 49 |
| 14 | 2015 | 2,4 | 22 | -18 | 324 |
| 15 | 2016 | 3,4 | 17 | 5 | 25 |
| 16 | 2016 | 4,4 | 12 | 5 | 25 |
| 17 | 2016 | 7,2 | 7 | 5 | 25 |
| 18 | 2016 | 17,8 | 1 | 6 | 36 |
| 19 | 2017 | 2,6 | 20 | -19 | 361 |
| 20 | 2017 | 6,8 | 8 | 12 | 144 |
| 21 | 2017 | 8,4 | 5 | 3 | 9 |
| 22 | 2017 | 17,2 | 2 | 3 | 9 |
| Jumlah | | = | | | 1642 |
| N | | = | | | 22 |
| m | | = | | | 21 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

$$KS = 1 - \frac{6\sum_{i=1}^{m}(di)^2}{m^3 - m} = -0{,}066$$

$$t = KS - \left[\frac{m-2}{1-KS^2}\right]^{0,5} = \mathbf{-0{,}289}$$

m - 2 = 19

Berdasarkan Tabel Nilai Kritis *tc* didapatkan:

| Uji Dua Sisi | | | Uji satu Sisi | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 5% | = | 2,093 | 5% | = | 1,729 |
| 1% | = | 2,861 | 1% | = | 2,539 |
| t hitung < tcr, Maka | | | | | |
| 5% | = | **DITERIMA** | 5% | = | **DITERIMA** |
| 1% | = | **DITERIMA** | 1% | = | **DITERIMA** |

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository

Repository Universitas Brawijaya

# LAMPIRAN II

# ANALISA FREKUENSI

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

**Lampiran 2.1 Distribusi Gumbel**

Tabel Perhitungan Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Gumbel Durasi 120 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) |
|---|---|---|
| 1 | 2011 | 13 |
| 2 | 2011 | 22 |
| 3 | 2011 | 29 |
| 4 | 2011 | 35 |
| 5 | 2012 | 12 |
| 6 | 2013 | 12 |
| 7 | 2013 | 13 |
| 8 | 2014 | 12 |
| 9 | 2014 | 13 |
| 10 | 2015 | 14 |
| 11 | 2015 | 17 |
| 12 | 2015 | 22 |
| 13 | 2015 | 24 |
| 14 | 2016 | 13 |
| 15 | 2016 | 16 |
| 16 | 2016 | 25 |
| 17 | 2016 | 40 |
| 18 | 2017 | 15 |
| 19 | 2017 | 20 |
| 20 | 2017 | 22 |
| 21 | 2017 | 35 |
| *X* | | 419 |
| *X rerata* | | 19,929 |
| *Sd* | | 8,484 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| *n* | = | 21 |
| *Cs* | = | 1,017 |
| *Ck* | = | 0,092 |
| *Yn* | = | 0,5252 |
| *Sn* | = | 1,0696 |

Tabel Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Gumbel Durasi 120 Menit

| Kala Ulang (*Tr*) | Probabilitas (*Pr*) | *Yt* | *K* (Yt-Yn)/Sn | Intensitas Hujan Rancangan (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 50 | 0,3665 | -0,148 | 18,670 |
| 5 | 20 | 1,4999 | 0,911 | 27,660 |
| 10 | 10 | 2,2504 | 1,613 | 33,613 |
| 20 | 5 | 2,9702 | 2,286 | 39,323 |
| 25 | 4 | 3,1985 | 2,499 | 41,134 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya

Tabel Perhitungan Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Gumbel Durasi 180 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) |
|---|---|---|
| 1 | 2011 | 9,3 |
| 2 | 2011 | 15 |
| 3 | 2011 | 18 |
| 4 | 2011 | 23,7 |
| 5 | 2012 | 8,3 |
| 6 | 2013 | 10 |
| 7 | 2014 | 9,3 |
| 8 | 2014 | 10 |
| 9 | 2014 | 10,7 |
| 10 | 2015 | 11 |
| 11 | 2015 | 11,3 |
| 12 | 2015 | 14,3 |
| 13 | 2015 | 16 |
| 14 | 2016 | 12,7 |
| 15 | 2016 | 16,3 |
| 16 | 2016 | 16,7 |
| 17 | 2016 | 26,7 |
| 18 | 2017 | 10,7 |
| 19 | 2017 | 11,7 |
| 20 | 2017 | 13 |
| 21 | 2017 | 24 |
| *X* | | 299 |
| *X rerata* | | 14,222 |
| *Sd* | | 5,200 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| *n* | = | 21 |
| *Cs* | = | 1,191 |
| *Ck* | = | 0,638 |
| *Yn* | = | 0,5252 |
| *Sn* | = | 1,0696 |

Tabel Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Gumbel Durasi 180 Menit

| Kala Ulang (*Tr*) | Probabilitas (*Pr*) | *Yt* | *K* (Yt-Yn)/Sn | Intensitas Hujan Rancangan (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 50 | 0,3665 | -0,148 | 13,451 |
| 5 | 20 | 1,4999 | 0,911 | 18,961 |
| 10 | 10 | 2,2504 | 1,613 | 22,609 |
| 20 | 5 | 2,9702 | 2,286 | 26,108 |
| 25 | 4 | 3,1985 | 2,499 | 27,218 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Perhitungan Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Gumbel Durasi 240 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) |
|---|---|---|
| 1 | 2011 | 11,5 |
| 2 | 2011 | 13,75 |
| 3 | 2011 | 18,25 |
| 4 | 2012 | 7,25 |
| 5 | 2013 | 8 |
| 6 | 2014 | 10,25 |
| 7 | 2015 | 8,75 |
| 8 | 2016 | 7,5 |
| 9 | 2016 | 13 |
| 10 | 2016 | 15,75 |
| 11 | 2016 | 20,5 |
| 12 | 2017 | 8,25 |
| 13 | 2017 | 10,25 |
| 14 | 2017 | 19,5 |
| *X* | | 173 |
| *X rerata* | | 12,321 |
| *Sd* | | 4,591 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| *n* | = | 14 |
| *Cs* | = | 0,662 |
| *Ck* | = | -0,940 |
| *Yn* | = | 0,5100 |
| *Sn* | = | 1,0095 |

Tabel Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Gumbel Durasi 240 Menit

| Kala Ulang (*Tr*) | Probabilitas (*Pr*) | *Yt* | *K* (Yt-Yn)/Sn | Intensitas Hujan Rancangan (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 50 | 0,3665 | -0,142 | 13,483 |
| 5 | 20 | 1,4999 | 0,981 | 19,321 |
| 10 | 10 | 2,2504 | 1,724 | 23,187 |
| 20 | 5 | 2,9702 | 2,437 | 26,894 |
| 25 | 4 | 3,1985 | 2,663 | 28,070 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019



Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository



Tabel Perhitungan Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Gumbel Durasi 300 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (mm/jam) |
|---|---|---|
| 1 | 2011 | 3 |
| 2 | 2011 | 3,6 |
| 3 | 2011 | 4,2 |
| 4 | 2011 | 14,8 |
| 5 | 2012 | 2,4 |
| 6 | 2012 | 2,8 |
| 7 | 2012 | 5,4 |
| 8 | 2013 | 4 |
| 9 | 2013 | 4,2 |
| 10 | 2013 | 5,2 |
| 11 | 2013 | 7,2 |
| 12 | 2014 | 4,8 |
| 13 | 2014 | 10,2 |
| 14 | 2015 | 2,4 |
| 15 | 2016 | 3,4 |
| 16 | 2016 | 4,4 |
| 17 | 2016 | 7,2 |
| 18 | 2016 | 17,8 |
| 19 | 2017 | 2,6 |
| 20 | 2017 | 6,8 |
| 21 | 2017 | 8,4 |
| 22 | 2017 | 17,2 |
| *X* | | 142 |
| *X rerata* | | 6,455 |
| *Sd* | | 4,625 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| *n* | = | 22 |
| *Cs* | = | 1,565 |
| *Ck* | = | 1,551 |
| *Yn* | = | 0,5268 |
| *Sn* | = | 1,0754 |

Tabel Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Gumbel Durasi 300 Menit

| Kala Ulang (*Tr*) | Probabilitas (*Pr*) | *Yt* | *K* (Yt-Yn)/Sn | Intensitas Hujan Rancangan (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|
| 2 | 50 | 0,3665 | -0,149 | 5,765 |
| 5 | 20 | 1,4999 | 0,905 | 10,640 |
| 10 | 10 | 2,2504 | 1,603 | 13,867 |
| 20 | 5 | 2,9702 | 2,272 | 16,963 |
| 25 | 4 | 3,1985 | 2,484 | 17,945 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository

Repository Universitas Brawijaya

## Lampiran 2.2 Distribusi Log Pearson III

| | | | |
|---|---|---|---|
| peluang | = | (m/n+1)*100% | m = no urut data |
| n | = | 21 | n = jumlah data |

Tabel Perhitungan Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Log Pearson III Durasi 120 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (Xi) | Log Xi | (Log Xi - Log Xrt) | (Log Xi - Log Xrt)² | (Log Xi - Log Xrt)³ | Peluang (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2016 | 39,5 | 1,597 | 0,133 | 0,018 | 0,002 | 4,545 |
| 2 | 2017 | 35 | 1,544 | 0,080 | 0,006 | 0,001 | 9,091 |
| 3 | 2011 | 34,5 | 1,538 | 0,074 | 0,005 | 0,000 | 13,636 |
| 4 | 2011 | 28,5 | 1,455 | -0,009 | 0,000 | 0,000 | 18,182 |
| 5 | 2016 | 24,5 | 1,389 | -0,075 | 0,006 | 0,000 | 22,727 |
| 6 | 2015 | 24 | 1,380 | -0,083 | 0,007 | -0,001 | 27,273 |
| 7 | 2015 | 22 | 1,342 | -0,121 | 0,015 | -0,002 | 31,818 |
| 8 | 2011 | 21,5 | 1,332 | -0,131 | 0,017 | -0,002 | 36,364 |
| 9 | 2017 | 21,5 | 1,332 | -0,131 | 0,017 | -0,002 | 40,909 |
| 10 | 2017 | 20 | 1,301 | -0,163 | 0,026 | -0,004 | 45,455 |
| 11 | 2015 | 16,5 | 1,217 | -0,246 | 0,061 | -0,015 | 50,000 |
| 12 | 2016 | 16 | 1,204 | -0,260 | 0,067 | -0,017 | 54,545 |
| 13 | 2017 | 15 | 1,176 | -0,288 | 0,083 | -0,024 | 59,091 |
| 14 | 2015 | 13,5 | 1,130 | -0,333 | 0,111 | -0,037 | 63,636 |
| 15 | 2011 | 13 | 1,114 | -0,350 | 0,122 | -0,043 | 68,182 |
| 16 | 2013 | 13 | 1,114 | -0,350 | 0,122 | -0,043 | 72,727 |
| 17 | 2014 | 13 | 1,114 | -0,350 | 0,122 | -0,043 | 77,273 |
| 18 | 2016 | 12,5 | 1,097 | -0,367 | 0,135 | -0,049 | 81,818 |
| 19 | 2013 | 12 | 1,079 | -0,385 | 0,148 | -0,057 | 86,364 |
| 20 | 2012 | 11,5 | 1,061 | -0,403 | 0,162 | -0,065 | 90,909 |
| 21 | 2014 | 11,5 | 1,061 | -0,403 | 0,162 | -0,065 | 95,455 |
| | Jumlah | | 26,578 | | 1,414 | -0,467 | |
| | Log Xi Rerata (Xrt) | | 1,266 | | | | |
| | Standar Deviasi (Sd) | | 0,172 | | | | |
| | Skewness (Cs) | | 0,510 | | | | |
| | Koef. Kurtosis (Ck) | | -0,963 | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Log Pearson III Durasi 120 Menit

| Kala Ulang (*Tr*) | Probabilitas % (*Pr*) | G (Tabel) | Log Xi Rerata (Xrt) | Log Rt | Intensitas Hujan Rancangan (Rt) (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 50 | -0,085 | 1,266 | 1,251 | 17,828 |
| 5 | 20 | 0,807 | 1,266 | 1,404 | 25,371 |
| 10 | 10 | 1,324 | 1,266 | 1,493 | 31,118 |
| 20 | 5 | 1,777 | 1,266 | 1,571 | 37,222 |
| 25 | 4 | 1,913 | 1,266 | 1,594 | 39,288 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

REPOSITORY.UB.AC.ID

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| peluang | = | (m/n+1)*100% | m = no urut data | |
| n | = | 21 | n = jumlah data | |

Tabel Perhitungan Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Log Pearson III Durasi 180 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (Xi) | Log Xi | (Log Xi - Log Xrt) | (Log Xi - Log Xrt)² | (Log Xi - Log Xrt)³ | Peluang (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2011 | 9,3 | 0,970 | -0,494 | 0,244 | -0,120 | 4,545 |
| 2 | 2011 | 15 | 1,176 | -0,288 | 0,083 | -0,024 | 9,091 |
| 3 | 2011 | 18 | 1,255 | -0,208 | 0,043 | -0,009 | 13,636 |
| 4 | 2011 | 23,7 | 1,374 | -0,090 | 0,008 | -0,001 | 18,182 |
| 5 | 2012 | 8,3 | 0,921 | -0,543 | 0,295 | -0,160 | 22,727 |
| 6 | 2013 | 10 | 1,000 | -0,464 | 0,215 | -0,100 | 27,273 |
| 7 | 2014 | 9,3 | 0,970 | -0,494 | 0,244 | -0,120 | 31,818 |
| 8 | 2014 | 10 | 1,000 | -0,464 | 0,215 | -0,100 | 36,364 |
| 9 | 2014 | 10,7 | 1,028 | -0,436 | 0,190 | -0,083 | 40,909 |
| 10 | 2015 | 11 | 1,041 | -0,422 | 0,178 | -0,075 | 45,455 |
| 11 | 2015 | 11,3 | 1,054 | -0,409 | 0,168 | -0,069 | 50,000 |
| 12 | 2015 | 14,3 | 1,156 | -0,307 | 0,094 | -0,029 | 54,545 |
| 13 | 2015 | 16 | 1,204 | -0,260 | 0,067 | -0,017 | 59,091 |
| 14 | 2016 | 12,7 | 1,103 | -0,361 | 0,130 | -0,047 | 63,636 |
| 15 | 2016 | 16,3 | 1,213 | -0,251 | 0,063 | -0,016 | 68,182 |
| 16 | 2016 | 16,7 | 1,222 | -0,242 | 0,058 | -0,014 | 72,727 |
| 17 | 2016 | 26,7 | 1,426 | -0,038 | 0,001 | 0,000 | 77,273 |
| 18 | 2017 | 10,7 | 1,028 | -0,436 | 0,190 | -0,083 | 81,818 |
| 19 | 2017 | 11,7 | 1,067 | -0,397 | 0,157 | -0,062 | 86,364 |
| 20 | 2017 | 13 | 1,114 | -0,350 | 0,122 | -0,043 | 90,909 |
| 21 | 2017 | 24 | 1,380 | -0,083 | 0,007 | -0,001 | 95,455 |
| Jumlah | | | 23,703 | | 2,773 | -1,172 | |
| Log Xi Rerata (Xrt) | | | 1,129 | | | | |
| Standar Deviasi (Sd) | | | 0,144 | | | | |
| Skewness (Cs) | | | 0,666 | | | | |
| Koef. Kurtosis (Ck) | | | -0,428 | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Log Pearson III Durasi 180 Menit

| Kala Ulang (*Tr*) | Probabilitas % (*Pr*) | G (Tabel) | Log Xi Rerata (Xrt) | Log Rt | Intensitas Hujan Rancangan (Rt) (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 50 | -0,110 | 1,129 | 1,113 | 12,966 |
| 5 | 20 | 0,793 | 1,129 | 1,243 | 17,511 |
| 10 | 10 | 1,332 | 1,129 | 1,321 | 20,943 |
| 20 | 5 | 1,811 | 1,129 | 1,390 | 24,567 |
| 25 | 4 | 1,957 | 1,129 | 1,411 | 25,789 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

REPOSITORY.UB.AC.ID
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository

Repository Universitas Brawijaya

| | | | |
|---|---|---|---|
| peluang | = | (m/n+1)*100% | m = no urut data |
| n | = | 14 | n = jumlah data |

Tabel Perhitungan Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Log Pearson III Durasi 240 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (Xi) | Log Xi | (Log Xi - Log Xrt) | (Log Xi - Log Xrt)² | (Log Xi - Log Xrt)³ | Peluang (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2016 | 20,50 | 1,312 | -0,152 | 0,023 | -0,004 | 6,667 |
| 2 | 2017 | 19,50 | 1,290 | -0,174 | 0,030 | -0,005 | 13,333 |
| 3 | 2011 | 18,25 | 1,261 | -0,202 | 0,041 | -0,008 | 20,000 |
| 4 | 2016 | 15,75 | 1,197 | -0,266 | 0,071 | -0,019 | 26,667 |
| 5 | 2011 | 13,75 | 1,138 | -0,325 | 0,106 | -0,034 | 33,333 |
| 6 | 2016 | 13 | 1,114 | -0,350 | 0,122 | -0,043 | 40,000 |
| 7 | 2011 | 11,50 | 1,061 | -0,403 | 0,162 | -0,065 | 46,667 |
| 8 | 2014 | 10,25 | 1,011 | -0,453 | 0,205 | -0,093 | 53,333 |
| 9 | 2017 | 10,25 | 1,011 | -0,453 | 0,205 | -0,093 | 60,000 |
| 10 | 2015 | 8,75 | 0,942 | -0,522 | 0,272 | -0,142 | 66,667 |
| 11 | 2017 | 8,25 | 0,916 | -0,547 | 0,299 | -0,164 | 73,333 |
| 12 | 2013 | 8 | 0,903 | -0,561 | 0,314 | -0,176 | 80,000 |
| 13 | 2016 | 7,50 | 0,875 | -0,589 | 0,346 | -0,204 | 86,667 |
| 14 | 2012 | 7,25 | 0,860 | -0,603 | 0,364 | -0,220 | 93,333 |
| Jumlah | | | 14,892 | | 2,563 | -1,270 | |
| Log Xi Rerata (Xrt) | | | 1,064 | | | | |
| Standar Deviasi (Sd) | | | 0,158 | | | | |
| Skewness (Cs) | | | 0,297 | | | | |
| Koef. Kurtosis (Ck) | | | -1,329 | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Log Pearson III Durasi 240 Menit

| Kala Ulang (*Tr*) | Probabilitas % (*Pr*) | G (Tabel) | Log Xi Rerata (Xrt) | Log Rt | Intensitas Hujan Rancangan (Rt) (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 50 | -0,049 | 1,064 | 1,056 | 11,374 |
| 5 | 20 | 0,824 | 1,064 | 1,193 | 15,613 |
| 10 | 10 | 1,309 | 1,064 | 1,270 | 18,617 |
| 20 | 5 | 1,725 | 1,064 | 1,335 | 21,647 |
| 25 | 4 | 1,849 | 1,064 | 1,355 | 22,640 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

REPOSITORY.UB.AC.ID

Repository Universitas Brawijaya



| | | | |
|---|---|---|---|
| peluang | = | (m/n+1)*100% | m = no urut data |
| n | = | 22 | n = jumlah data |

Tabel Perhitungan Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Log Pearson III Durasi 300 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (Xi) | Log Xi | (Log Xi - Log Xrt) | (Log Xi - Log Xrt)² | (Log Xi - Log Xrt)³ | Peluang (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2016 | 17,8 | 1,250 | -0,213 | 0,045 | -0,010 | 4,348 |
| 2 | 2017 | 17,2 | 1,236 | -0,228 | 0,052 | -0,012 | 8,696 |
| 3 | 2011 | 14,8 | 1,170 | -0,293 | 0,086 | -0,025 | 13,043 |
| 4 | 2014 | 10,2 | 1,009 | -0,455 | 0,207 | -0,094 | 17,391 |
| 5 | 2017 | 8,4 | 0,924 | -0,539 | 0,291 | -0,157 | 21,739 |
| 6 | 2013 | 7,2 | 0,857 | -0,606 | 0,368 | -0,223 | 26,087 |
| 7 | 2016 | 7,2 | 0,857 | -0,606 | 0,368 | -0,223 | 30,435 |
| 8 | 2017 | 6,8 | 0,833 | -0,631 | 0,398 | -0,251 | 34,783 |
| 9 | 2012 | 5,4 | 0,732 | -0,731 | 0,535 | -0,391 | 39,130 |
| 10 | 2013 | 5,2 | 0,716 | -0,748 | 0,559 | -0,418 | 43,478 |
| 11 | 2014 | 4,8 | 0,681 | -0,782 | 0,612 | -0,479 | 47,826 |
| 12 | 2016 | 4,4 | 0,643 | -0,820 | 0,673 | -0,552 | 52,174 |
| 13 | 2011 | 4,2 | 0,623 | -0,840 | 0,706 | -0,594 | 56,522 |
| 14 | 2013 | 4,2 | 0,623 | -0,840 | 0,706 | -0,594 | 60,870 |
| 15 | 2013 | 4 | 0,602 | -0,862 | 0,742 | -0,640 | 65,217 |
| 16 | 2011 | 3,6 | 0,556 | -0,907 | 0,823 | -0,747 | 69,565 |
| 17 | 2016 | 3,4 | 0,531 | -0,932 | 0,869 | -0,810 | 73,913 |
| 18 | 2011 | 3 | 0,477 | -0,987 | 0,973 | -0,960 | 78,261 |
| 19 | 2012 | 2,8 | 0,447 | -1,017 | 1,033 | -1,050 | 82,609 |
| 20 | 2017 | 2,6 | 0,415 | -1,049 | 1,100 | -1,153 | 86,957 |
| 21 | 2012 | 2,4 | 0,380 | -1,083 | 1,174 | -1,272 | 91,304 |
| 22 | 2015 | 2,4 | 0,380 | -1,083 | 1,174 | -1,272 | 95,652 |
| Jumlah | | | 15,945 | | 13,496 | -11,927 | |
| Log Xi Rerata (Xrt) | | | 0,725 | | | | |
| Standar Deviasi (Sd) | | | 0,266 | | | | |
| Skewness (Cs) | | | 0,666 | | | | |
| Koef. Kurtosis (Ck) | | | -0,407 | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Log Pearson III Durasi 300 Menit

| Kala Ulang (*Tr*) | Probabilitas % (*Pr*) | G (Tabel) | Log Xi Rerata (Xrt) | Log Rt | Intensitas Hujan Rancangan (Rt) (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 50 | -0,110 | 0,725 | 0,695 | 4,960 |
| 5 | 20 | 0,793 | 0,725 | 0,936 | 8,624 |
| 10 | 10 | 1,332 | 0,725 | 1,079 | 11,990 |
| 20 | 5 | 1,811 | 0,725 | 1,206 | 16,085 |
| 25 | 4 | 1,957 | 0,725 | 1,245 | 17,588 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

REPOSITORY.UB.AC.ID
Repository Universitas Brawijaya

**Lampiran 2.3 Uji Chi-Square (Distribusi Gumbel)**

Tabel Batas Kelas berdasarkan Distribusi Gumbel Durasi 120 Menit

| Probabilitas (Pr) | Kala Ulang (*Tr*) | Yt | Yn | Sn | K (Yt-Yn)/Sn | Hujan Rancangan (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 80 | 1,25 | -0,476 | 0,5252 | 1,0696 | -0,936 | 11,988 |
| 60 | 1,67 | 0,087 | 0,5252 | 1,0696 | -0,409 | 16,456 |
| 40 | 2,5 | 0,672 | 0,5252 | 1,0696 | 0,137 | 21,091 |
| 20 | 5 | 1,500 | 0,5252 | 1,0696 | 0,911 | 27,660 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Perhitungan Chi Square Distribusi Gumbel Durasi 120 Menit

| No | Batas Kelas | Jumlah Data | | Of - Ef | (Of - Ef)² | (Of - Ef)² / Ef |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Expected Frequency (Ef) | Observed Frequency (Of) | | | |
| 1 | 0 - 11,988 | 4,2 | 2 | -2,2 | 4,84 | 1,15 |
| 2 | 11,988 - 16,456 | 4,2 | 8 | 3,8 | 14,44 | 3,44 |
| 3 | 16,456 - 21,091 | 4,2 | 2 | -2,2 | 4,84 | 1,15 |
| 4 | 21,091 - 27,660 | 4,2 | 5 | 0,8 | 0,64 | 0,15 |
| 5 | 27,660 ~ | 4,2 | 4 | -0,2 | 0,04 | 0,01 |
| | **Jumlah** | **21** | **21** | | | **5,90** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| Data (n) | = | 21 |
| Kelas (K) | = | 5 |
| Derajat Kebebasan (dk) | = | K - m -1 ; m = 2 |
| Derajat Kebebasan (dk) | = | 2 |
| Expected Frequency (Ef) | = | 4,2 |
| Berdasarkan Nilai Kritis X² Dist. Chi Square | | |
| 5% | | 1% |
| 5,991 | | 9,210 |
| Maka X² < X²cr | | |
| **DITERIMA** | | **DITERIMA** |

Tabel Batas Kelas berdasarkan Distribusi Gumbel Durasi 180 Menit

| Probabilitas (Pr) | Kala Ulang (*Tr*) | Yt | Yn | Sn | K (Yt-Yn)/Sn | Hujan Rancangan (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 80 | 1,25 | -0,476 | 0,5252 | 1,0696 | -0,936 | 9,356 |
| 60 | 1,67 | 0,087 | 0,5252 | 1,0696 | -0,409 | 12,094 |
| 40 | 2,5 | 0,672 | 0,5252 | 1,0696 | 0,137 | 14,935 |
| 20 | 5 | 1,500 | 0,5252 | 1,0696 | 0,911 | 18,961 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Perhitungan Chi Square Distribusi Gumbel Durasi 180 Menit

| No | Batas Kelas | Jumlah Data Expected Frequency (Ef) | Observed Frequency (Of) | Of - Ef | (Of - Ef)² | (Of - Ef)² / Ef |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 - 11,988 | 4,2 | 3 | -1,2 | 1,44 | 0,34 |
| 2 | 11,988 - 16,456 | 4,2 | 7 | 2,8 | 7,84 | 1,87 |
| 3 | 16,456 - 21,091 | 4,2 | 3 | -1,2 | 1,44 | 0,34 |
| 4 | 21,091 - 27,660 | 4,2 | 5 | 0,8 | 0,64 | 0,15 |
| 5 | 27,660 ~ | 4,2 | 3 | -1,2 | 1,44 | 0,34 |
| | **Jumlah** | **21** | **21** | | | **3,05** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| Data (n) | = | 21 |
| Kelas (K) | = | 5 |
| Derajat Kebebasan (dk) | = | K - m -1 ; m = 2 |
| Derajat Kebebasan (dk) | = | 2 |
| Expected Frequency (Ef) | = | 4,2 |

| Berdasarkan Nilai Kritis X² Dist. Chi Square | |
|---|---|
| 5% | 1% |
| 5,991 | 9,210 |
| Maka X² < X²cr | |
| **DITERIMA** | **DITERIMA** |

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel Batas Kelas berdasarkan Distribusi Gumbel Durasi 240 Menit

| Probabilitas (Pr) | Kala Ulang (*Tr*) | Yt | Yn | Sn | K (Yt-Yn)/Sn | Hujan Rancangan (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 80 | 1,25 | -0,476 | 0,5100 | 1,0095 | -0,977 | 7,837 |
| 60 | 1,67 | 0,087 | 0,5100 | 1,0095 | -0,419 | 10,399 |
| 40 | 2,5 | 0,672 | 0,5100 | 1,0095 | 0,160 | 13,057 |
| 20 | 5 | 1,500 | 0,5100 | 1,0095 | 0,981 | 16,824 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Perhitungan Chi Square Distribusi Gumbel Durasi 240 Menit

| No | Batas Kelas | Jumlah Data Expected Frequency (Ef) | Observed Frequency (Of) | Of - Ef | (Of - Ef)² | (Of - Ef)² / Ef |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0 - 11,988 | 2,8 | 2 | -0,8 | 0,64 | 0,23 |
| 2 | 11,988 - 16,456 | 2,8 | 5 | 2,2 | 4,84 | 1,73 |
| 3 | 16,456 - 21,091 | 2,8 | 2 | -0,8 | 0,64 | 0,23 |
| 4 | 21,091 - 27,660 | 2,8 | 2 | -0,8 | 0,64 | 0,23 |
| 5 | 27,660 ~ | 2,8 | 3 | 0,2 | 0,04 | 0,01 |
| | **Jumlah** | **14** | **14** | | | **2,43** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| Data (n) | = | 14 |
| Kelas (K) | = | 5 |
| Derajat Kebebasan (dk) | = | K - m -1 ; m = 2 |
| Derajat Kebebasan (dk) | = | 2 |
| Expected Frequency (Ef) | = | 2,8 |

| Berdasarkan Nilai Kritis X² Dist. Chi Square | |
|---|---|
| 5% | 1% |
| 5,991 | 9,210 |
| Maka X² < X²cr | |
| **DITERIMA** | **DITERIMA** |

Tabel Batas Kelas berdasarkan Distribusi Gumbel Durasi 300 Menit

| Probabilitas (Pr) | Kala Ulang (*Tr*) | Yt | Yn | Sn | K (Yt-Yn)/Sn | Hujan Rancangan (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 80 | 1,25 | -0,476 | 0,5268 | 1,0754 | -0,932 | 2,142 |
| 60 | 1,67 | 0,087 | 0,5268 | 1,0754 | -0,409 | 4,565 |
| 40 | 2,5 | 0,672 | 0,5268 | 1,0754 | 0,135 | 7,078 |
| 20 | 5 | 1,500 | 0,5268 | 1,0754 | 0,905 | 10,640 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Perhitungan Chi Square Distribusi Gumbel Durasi 300 Menit

| No | Batas Kelas | Jumlah Data | | Of - Ef | (Of - Ef)² | (Of - Ef)² / Ef |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Expected Frequency (Ef) | Observed Frequency (Of) | | | |
| 1 | 0 - 2,142 | 4,4 | 0 | -4,4 | 19,36 | 4,40 |
| 2 | 2,142 - 4,565 | 4,4 | 11 | 6,6 | 43,6 | 9,90 |
| 3 | 4,565 -7,078 | 4,4 | 4 | -0,4 | 0,16 | 0,04 |
| 4 | 7,078 - 10,640 | 4,4 | 4 | -0,4 | 0,16 | 0,04 |
| 5 | 10,640 ~ | 4,4 | 3 | -1,4 | 1,96 | 0,45 |
| | **Jumlah** | **22** | **22** | | | **14,82** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| Data (n) | = | 22 |
| Kelas (K) | = | 5 |
| Derajat Kebebasan (dk) | = | K - m -1 ; m = 2 |
| Derajat Kebebasan (dk) | = | 2 |
| Expected Frequency (Ef) | = | 4,4 |

| Berdasarkan Nilai Kritis X² Dist. Chi Square | |
|---|---|
| 5% | 1% |
| 5,991 | 9,210 |
| Maka X² < X²cr | |
| **DITOLAK** | **DITOLAK** |

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

**Lampiran 2.3 Uji Chi-Square (Distribusi Log Pearson III)**

Tabel Batas Kelas berdasarkan Distribusi Log Pearson III Durasi 120 Menit

| Probabilitas (Pr) | Log Xi Rerata (Xrt) | Cs | Sd | G (Tabel) | Log Rt | Hujan Rancangan (Rt) (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 80 | 1,266 | 0,510 | 0,172 | -0,857 | 1,118 | 13,137 |
| 60 | 1,266 | 0,510 | 0,172 | -0,329 | 1,209 | 16,183 |
| 40 | 1,266 | 0,510 | 0,172 | 0,171 | 1,295 | 19,724 |
| 20 | 1,266 | 0,510 | 0,172 | 0,807 | 1,404 | 25,371 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Perhitungan Chi Square Distribusi Log Pearson III Durasi 120 Menit

| No | Batas Kelas | Jumlah Data | | Of - Ef | (Of - Ef)² | (Of - Ef)² / Ef |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Expected Frequency (Ef) | Observed Frequency (Of) | | | |
| 1 | 0 - 13,137 | 4 | 7 | 3 | 8 | 1,87 |
| 2 | 13,137 - 16,183 | 4 | 3 | -1,2 | 1,44 | 0,34 |
| 3 | 16,183 - 19,724 | 4 | 1 | -3,2 | 10,24 | 2,44 |
| 4 | 19,724 - 25,371 | 4 | 6 | 1,8 | 3,24 | 0,77 |
| 5 | 25,371 ~ | 4 | 4 | -0,2 | 0,04 | 0,01 |
| | **Jumlah** | **21** | **21** | | | **5,43** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| Data (n) | = | 21 |
| Kelas (K) | = | 5 |
| Derajat Kebebasan (dk) | = | K - m -1 ; m = 2 |
| Derajat Kebebasan (dk) | = | 2 |
| Expected Frequency (Ef) | = | 4 |

| Berdasarkan Nilai Kritis X² Dist. Chi Square | |
|---|---|
| 5% | 1% |
| 5,991 | 9,210 |
| Maka X² < X²cr | |
| **DITERIMA** | **DITERIMA** |

Tabel Batas Kelas berdasarkan Distribusi Log Pearson III Durasi 180 Menit

| Probabilitas (Pr) | Log Xi Rerata (Xrt) | Cs | Sd | G (Tabel) | Log Rt | Hujan Rancangan (Rt) (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 80 | 1,129 | 0,666 | 0,144 | -0,857 | 1,005 | 10,114 |
| 60 | 1,129 | 0,666 | 0,144 | -0,351 | 1,078 | 11,968 |
| 40 | 1,129 | 0,666 | 0,144 | 0,145 | 1,150 | 14,114 |
| 20 | 1,129 | 0,666 | 0,144 | 0,793 | 1,243 | 17,511 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Perhitungan Chi Square Distribusi Log Pearson III Durasi 180 Menit

| No | Batas Kelas | Jumlah Data | | Of - Ef | (Of - Ef)² | (Of - Ef)² / Ef |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Expected Frequency (Ef) | Observed Frequency (Of) | | | |
| 1 | 0 - 10,114 | 4 | 5 | 1 | 1 | 0,15 |
| 2 | 10,114 - 11,968 | 4 | 5 | 0,8 | 0,64 | 0,15 |
| 3 | 11,968 - 14,114 | 4 | 2 | -2,2 | 4,84 | 1,15 |
| 4 | 14,114 - 17,511 | 4 | 5 | 0,8 | 0,64 | 0,15 |
| 5 | 17,511 ~ | 4 | 4 | -0,2 | 0,04 | 0,01 |
| | **Jumlah** | **21** | **21** | | | **1,62** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| Data (n) | = | 21 |
| Kelas (K) | = | 5 |
| Derajat Kebebasan (dk) | = | K - m -1 ; m = 2 |
| Derajat Kebebasan (dk) | = | 2 |
| Expected Frequency (Ef) | = | 4 |

| Berdasarkan Nilai Kritis X² Dist. Chi Square | |
|---|---|
| 5% | 1% |
| 5,991 | 9,210 |
| Maka X² < X²cr | |
| **DITERIMA** | **DITERIMA** |

Repository Universitas Brawijaya

Tabel Batas Kelas berdasarkan Distribusi Log Pearson III Durasi 240 Menit

| Probabilitas (Pr) | Log Xi Rerata (Xrt) | Cs | Sd | G (Tabel) | Log Rt | Hujan Rancangan (Rt) (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 80 | 1,064 | 0,297 | 0,158 | -0,853 | 0,929 | 8,499 |
| 60 | 1,064 | 0,297 | 0,158 | -0,299 | 1,017 | 10,391 |
| 40 | 1,064 | 0,297 | 0,158 | 0,206 | 1,096 | 12,478 |
| 20 | 1,064 | 0,297 | 0,158 | 0,824 | 1,193 | 15,613 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Perhitungan Chi Square Distribusi Log Pearson III Durasi 240 Menit

| No | Batas Kelas | Jumlah Data | | Of - Ef | (Of - Ef)² | (Of - Ef)² / Ef |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Expected Frequency (Ef) | Observed Frequency (Of) | | | |
| 1 | 0 - 8,499 | 3 | 4 | 1 | 1 | 0,51 |
| 2 | 8,499 - 10,391 | 3 | 3 | 0,2 | 0,04 | 0,01 |
| 3 | 10,391 - 12,478 | 3 | 1 | -1,8 | 3,24 | 1,16 |
| 4 | 12,478 - 15,613 | 3 | 2 | -0,8 | 0,64 | 0,23 |
| 5 | 15,613 ~ | 3 | 4 | 1,2 | 1,44 | 0,51 |
| | **Jumlah** | **14** | **14** | | | **2,43** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| Data (n) | = | 14 |
| Kelas (K) | = | 5 |
| Derajat Kebebasan (dk) | = | K - m -1 ; m = 2 |
| Derajat Kebebasan (dk) | = | 2 |
| Expected Frequency (Ef) | = | 3 |

| Berdasarkan Nilai Kritis X² Dist. Chi Square | |
|---|---|
| 5% | 1% |
| 5,991 | 9,210 |
| Maka X² < X²cr | |
| **DITERIMA** | **DITERIMA** |

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Tabel Batas Kelas berdasarkan Distribusi Log Pearson III Durasi 300 Menit

| Probabilitas (Pr) | Log Xi Rerata (Xrt) | Cs | Sd | G (Tabel) | Log Rt | Hujan Rancangan (Rt) (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 80 | 0,725 | 0,666 | 0,266 | -0,857 | 0,497 | 3,140 |
| 60 | 0,725 | 0,666 | 0,266 | -0,351 | 0,631 | 4,280 |
| 40 | 0,725 | 0,666 | 0,266 | 0,145 | 0,763 | 5,798 |
| 20 | 0,725 | 0,666 | 0,266 | 0,793 | 0,936 | 8,624 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Perhitungan Chi Square Distribusi Log Pearson III Durasi 300 Menit

| No | Batas Kelas | Jumlah Data | | Of - Ef | $(Of - Ef)^2$ | $(Of - Ef)^2 / Ef$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Expected Frequency (Ef) | Observed Frequency (Of) | | | |
| 1 | 0 - 3,140 | 4 | 5 | 1 | 0 | 0,08 |
| 2 | 3,140 - 4,280 | 4 | 5 | 0,6 | 0,36 | 0,08 |
| 3 | 4,280 - 5,798 | 4 | 4 | -0,4 | 0,16 | 0,04 |
| 4 | 5,798 - 8,8624 | 4 | 4 | -0,4 | 0,16 | 0,04 |
| 5 | 8,624 ~ | 4 | 4 | -0,4 | 0,16 | 0,04 |
| | **Jumlah** | **22** | **22** | | | **0,27** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| Data (n) | = | 22 |
| Kelas (K) | = | 5 |
| Derajat Kebebasan (dk) | = | K - m -1 ; m = 2 |
| Derajat Kebebasan (dk) | = | 2 |
| Expected Frequency (Ef) | = | 4 |

| Berdasarkan Nilai Kritis $X^2$ Dist. Chi Square | |
|---|---|
| 5% | 1% |
| 5,991 | 9,210 |
| Maka $X^2 < X^2cr$ | |
| **DITERIMA** | **DITERIMA** |

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository

**Lampiran 2.4 Uji Smirnov Kolmogorof (Distribusi Gumbel)**

Tabel Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Gumbel Durasi 120 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (Xi) (mm/jam) | Pe | K | Yt | Kala Ulang (Tr) | Probabilitas (Pr) | Pt | \|Pe-Pt\| |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2012 | 11,5 | 0,05 | -0,993 | -0,537 | 1,220 | 0,819 | 0,181 | 0,135 |
| 2 | 2014 | 11,5 | 0,09 | -0,993 | -0,537 | 1,220 | 0,819 | 0,181 | 0,090 |
| 3 | 2013 | 12 | 0,14 | -0,935 | -0,474 | 1,251 | 0,800 | 0,200 | 0,064 |
| 4 | 2016 | 12,5 | 0,18 | -0,876 | -0,411 | 1,284 | 0,779 | 0,221 | 0,039 |
| 5 | 2011 | 13 | 0,23 | -0,817 | -0,348 | 1,320 | 0,757 | 0,243 | 0,015 |
| 6 | 2013 | 13 | 0,27 | -0,817 | -0,348 | 1,320 | 0,757 | 0,243 | 0,030 |
| 7 | 2014 | 13 | 0,32 | -0,817 | -0,348 | 1,320 | 0,757 | 0,243 | 0,076 |
| 8 | 2015 | 13,5 | 0,36 | -0,758 | -0,285 | 1,360 | 0,736 | 0,264 | 0,099 |
| 9 | 2017 | 15 | 0,41 | -0,581 | -0,096 | 1,498 | 0,667 | 0,333 | 0,077 |
| 10 | 2016 | 16 | 0,45 | -0,463 | 0,030 | 1,610 | 0,621 | 0,379 | 0,076 |
| 11 | 2015 | 16,5 | 0,50 | -0,404 | 0,093 | 1,672 | 0,598 | 0,402 | 0,098 |
| 12 | 2017 | 20 | 0,55 | 0,008 | 0,534 | 2,255 | 0,444 | 0,556 | 0,011 |
| 13 | 2011 | 21,5 | 0,59 | 0,185 | 0,723 | 2,602 | 0,384 | 0,616 | 0,025 |
| 14 | 2017 | 21,5 | 0,64 | 0,185 | 0,723 | 2,602 | 0,384 | 0,616 | 0,021 |
| 15 | 2015 | 22 | 0,68 | 0,244 | 0,786 | 2,733 | 0,366 | 0,634 | 0,048 |
| 16 | 2015 | 24 | 0,73 | 0,480 | 1,038 | 3,354 | 0,298 | 0,702 | 0,025 |
| 17 | 2016 | 24,5 | 0,77 | 0,539 | 1,102 | 3,536 | 0,283 | 0,717 | 0,056 |
| 18 | 2011 | 28,5 | 0,82 | 1,010 | 1,606 | 5,499 | 0,182 | 0,818 | 0,000 |
| 19 | 2011 | 34,5 | 0,86 | 1,717 | 2,362 | 11,122 | 0,090 | 0,910 | 0,046 |
| 20 | 2017 | 35 | 0,91 | 1,776 | 2,425 | 11,812 | 0,085 | 0,915 | 0,006 |
| 21 | 2016 | 39,5 | 0,95 | 2,307 | 2,993 | 20,441 | 0,049 | 0,951 | 0,003 |
| | Jumlah | 419 | | | | | | | |
| | Rerata | 19,929 | | | **Dmaks =** | | | | **0,135** |
| | Sd | 8,484 | | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| n | = | 21 |
| Cs | = | 1,017 |
| Ck | = | 0,092 |
| Yn | = | 0,5252 |
| Sn | = | 1,0696 |

| Berdasarkan Nilai Dkritis Uji Smirnov-Kolmogorof | |
|---|---|
| 5% | 1% |
| **0,286** | **0,352** |
| Maka Dmaks < Dkritis | |
| **DITERIMA** | **DITERIMA** |

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository

Repository Universitas Brawijaya



Tabel Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Gumbel Durasi 180 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (Xi) (mm/jam) | Pe | K | Yt | Kala Ulang (Tr) | Probabilitas (Pr) | Pt | \|Pe-Pt\| |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2012 | 8,3 | 0,05 | -1,133 | -0,686 | 1,159 | 0,863 | 0,137 | 0,092 |
| 2 | 2011 | 9,3 | 0,09 | -0,940 | -0,480 | 1,248 | 0,801 | 0,199 | 0,108 |
| 3 | 2014 | 9,3 | 0,14 | -0,940 | -0,480 | 1,248 | 0,801 | 0,199 | 0,062 |
| 4 | 2013 | 10 | 0,18 | -0,812 | -0,343 | 1,323 | 0,756 | 0,244 | 0,062 |
| 5 | 2014 | 10 | 0,23 | -0,812 | -0,343 | 1,323 | 0,756 | 0,244 | 0,017 |
| 6 | 2014 | 10,7 | 0,27 | -0,684 | -0,206 | 1,414 | 0,707 | 0,293 | 0,020 |
| 7 | 2017 | 10,7 | 0,32 | -0,684 | -0,206 | 1,414 | 0,707 | 0,293 | 0,026 |
| 8 | 2015 | 11 | 0,36 | -0,620 | -0,138 | 1,465 | 0,683 | 0,317 | 0,046 |
| 9 | 2015 | 11,3 | 0,41 | -0,556 | -0,069 | 1,521 | 0,658 | 0,342 | 0,067 |
| 10 | 2017 | 11,7 | 0,45 | -0,491 | 0,000 | 1,582 | 0,632 | 0,368 | 0,087 |
| 11 | 2016 | 12,7 | 0,50 | -0,299 | 0,205 | 1,795 | 0,557 | 0,443 | 0,057 |
| 12 | 2017 | 13 | 0,55 | -0,235 | 0,274 | 1,878 | 0,533 | 0,467 | 0,078 |
| 13 | 2015 | 14,3 | 0,59 | 0,021 | 0,548 | 2,278 | 0,439 | 0,561 | 0,030 |
| 14 | 2011 | 15 | 0,64 | 0,150 | 0,685 | 2,526 | 0,396 | 0,604 | 0,032 |
| 15 | 2015 | 16 | 0,68 | 0,342 | 0,891 | 2,971 | 0,337 | 0,663 | 0,018 |
| 16 | 2016 | 16,3 | 0,73 | 0,406 | 0,959 | 3,142 | 0,318 | 0,682 | 0,046 |
| 17 | 2016 | 16,7 | 0,77 | 0,470 | 1,028 | 3,325 | 0,301 | 0,699 | 0,073 |
| 18 | 2011 | 18 | 0,82 | 0,727 | 1,302 | 4,200 | 0,238 | 0,762 | 0,056 |
| 19 | 2011 | 23,7 | 0,86 | 1,816 | 2,468 | 12,305 | 0,081 | 0,919 | 0,055 |
| 20 | 2017 | 24 | 0,91 | 1,880 | 2,537 | 13,142 | 0,076 | 0,924 | 0,015 |
| 21 | 2016 | 26,7 | 0,95 | 2,393 | 3,085 | 22,373 | 0,045 | 0,955 | 0,001 |
| Jumlah | | 299 | | | | | | | |
| Rerata | | 14,222 | | | | **Dmaks =** | | | **0,108** |
| Sd | | 5,200 | | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| n | = | 21 |
| Cs | = | 1,191 |
| Ck | = | 0,638 |
| Yn | = | 0,5252 |
| Sn | = | 1,0696 |

Berdasarkan Nilai Dkritis Uji Smirnov-Kolmogorof

| 5% | 1% |
|---|---|
| **0,286** | **0,352** |

Maka Dmaks < Dkritis

| | |
|---|---|
| **DITERIMA** | **DITERIMA** |

REPOSITORY.UB.AC.ID

Repository Universitas Brawijaya

Tabel Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Gumbel Durasi 240 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (Xi) (mm/jam) | Pe | K | Yt | Kala Ulang (Tr) | Probabilitas (Pr) | Pt | \|Pe-Pt\| |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2012 | 7,25 | 0,07 | -1,105 | -0,605 | 1,191 | 0,840 | 0,160 | 0,094 |
| 2 | 2016 | 7,50 | 0,13 | -1,050 | -0,550 | 1,215 | 0,823 | 0,177 | 0,043 |
| 3 | 2013 | 8,0 | 0,20 | -0,941 | -0,440 | 1,268 | 0,788 | 0,212 | 0,012 |
| 4 | 2017 | 8,25 | 0,27 | -0,887 | -0,385 | 1,299 | 0,770 | 0,230 | 0,037 |
| 5 | 2015 | 8,75 | 0,33 | -0,778 | -0,275 | 1,366 | 0,732 | 0,268 | 0,065 |
| 6 | 2014 | 10,25 | 0,40 | -0,451 | 0,055 | 1,634 | 0,612 | 0,388 | 0,012 |
| 7 | 2017 | 10,25 | 0,47 | -0,451 | 0,055 | 1,634 | 0,612 | 0,388 | 0,079 |
| 8 | 2011 | 11,50 | 0,53 | -0,179 | 0,329 | 1,950 | 0,513 | 0,487 | 0,046 |
| 9 | 2016 | 13,0 | 0,60 | 0,148 | 0,659 | 2,476 | 0,404 | 0,596 | 0,004 |
| 10 | 2011 | 13,75 | 0,67 | 0,311 | 0,824 | 2,816 | 0,355 | 0,645 | 0,022 |
| 11 | 2016 | 15,75 | 0,73 | 0,747 | 1,264 | 4,062 | 0,246 | 0,754 | 0,021 |
| 12 | 2011 | 18,25 | 0,80 | 1,291 | 1,813 | 6,645 | 0,150 | 0,850 | 0,050 |
| 13 | 2017 | 19,50 | 0,87 | 1,563 | 2,088 | 8,582 | 0,117 | 0,883 | 0,017 |
| 14 | 2016 | 20,50 | 0,93 | 1,781 | 2,308 | 10,565 | 0,095 | 0,905 | 0,028 |
| Jumlah | | 173 | | | | | | | |
| Rerata | | 12,321 | | | | **Dmaks =** | | | **0,094** |
| Sd | | 4,591 | | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| n | = | 14 |
| Cs | = | 0,662 |
| Ck | = | -0,940 |
| Yn | = | 0,5100 |
| Sn | = | 1,0095 |

Berdasarkan Nilai Dkritis Uji Smirnov-Kolmogorof

| 5% | 1% |
|---|---|
| **0,350** | **0,408** |

Maka Dmaks < Dkritis

| | |
|---|---|
| **DITERIMA** | **DITERIMA** |

REPOSITORY.UB.AC.ID

Repository Universitas Brawijaya



Tabel Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Gumbel Durasi 300 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (Xi) (mm/jam) | Pe | K | Yt | Kala Ulang (Tr) | Probabilitas (Pr) | Pt | \|Pe-Pt\| |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2012 | 2,4 | 0,04 | -0,877 | -0,416 | 1,281 | 0,780 | 0,220 | 0,176 |
| 2 | 2015 | 2,4 | 0,09 | -0,877 | -0,416 | 1,281 | 0,780 | 0,220 | 0,133 |
| 3 | 2017 | 2,6 | 0,13 | -0,833 | -0,369 | 1,308 | 0,765 | 0,235 | 0,105 |
| 4 | 2012 | 2,8 | 0,17 | -0,790 | -0,323 | 1,336 | 0,749 | 0,251 | 0,077 |
| 5 | 2011 | 3 | 0,22 | -0,747 | -0,276 | 1,365 | 0,732 | 0,268 | 0,050 |
| 6 | 2016 | 3,4 | 0,26 | -0,660 | -0,183 | 1,430 | 0,699 | 0,301 | 0,040 |
| 7 | 2011 | 3,6 | 0,30 | -0,617 | -0,137 | 1,466 | 0,682 | 0,318 | 0,013 |
| 8 | 2013 | 4 | 0,35 | -0,531 | -0,044 | 1,543 | 0,648 | 0,352 | 0,004 |
| 9 | 2011 | 4,2 | 0,39 | -0,487 | 0,003 | 1,584 | 0,631 | 0,369 | 0,022 |
| 10 | 2013 | 4,2 | 0,43 | -0,487 | 0,003 | 1,584 | 0,631 | 0,369 | 0,066 |
| 11 | 2016 | 4,4 | 0,48 | -0,444 | 0,049 | 1,628 | 0,614 | 0,386 | 0,092 |
| 12 | 2014 | 4,8 | 0,52 | -0,358 | 0,142 | 1,724 | 0,580 | 0,420 | 0,102 |
| 13 | 2013 | 5,2 | 0,57 | -0,271 | 0,235 | 1,830 | 0,546 | 0,454 | 0,112 |
| 14 | 2012 | 5,4 | 0,61 | -0,228 | 0,282 | 1,888 | 0,530 | 0,470 | 0,138 |
| 15 | 2017 | 6,8 | 0,65 | 0,075 | 0,607 | 2,380 | 0,420 | 0,580 | 0,072 |
| 16 | 2013 | 7,2 | 0,70 | 0,161 | 0,700 | 2,555 | 0,391 | 0,609 | 0,087 |
| 17 | 2016 | 7,2 | 0,74 | 0,161 | 0,700 | 2,555 | 0,391 | 0,609 | 0,130 |
| 18 | 2017 | 8,4 | 0,78 | 0,421 | 0,979 | 3,193 | 0,313 | 0,687 | 0,096 |
| 19 | 2014 | 10,2 | 0,83 | 0,810 | 1,398 | 4,566 | 0,219 | 0,781 | 0,045 |
| 20 | 2011 | 14,8 | 0,87 | 1,804 | 2,467 | 12,297 | 0,081 | 0,919 | 0,049 |
| 21 | 2017 | 17,2 | 0,91 | 2,323 | 3,025 | 21,104 | 0,047 | 0,953 | 0,040 |
| 22 | 2016 | 17,8 | 0,96 | 2,453 | 3,165 | 24,188 | 0,041 | 0,959 | 0,002 |
| | Jumlah | 142 | | | | | | | |
| | Rerata | 6,455 | | | | **Dmaks =** | | | **0,176** |
| | Sd | 4,625 | | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | |
|---|---|---|
| n | = | 22 |
| Cs | = | 1,565 |
| Ck | = | 1,551 |
| Yn | = | 0,5268 |
| Sn | = | 1,0754 |

| Berdasarkan Nilai Dkritis Uji Smirnov-Kolmogorof | |
|---|---|
| 5% | 1% |
| **0,282** | **0,344** |
| Maka Dmaks < Dkritis | |
| **DITERIMA** | **DITERIMA** |

REPOSITORY.UB.AC.ID
Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository

Tabel Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Log Pearson III Durasi 120 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (Xi) (mm/jam) | Log Xi | G | Probabilitas (Pr) (%) | Probabilitas (Pr) | Pe | Pt | Pe - Pt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2012 | 11,5 | 1,061 | -1,193 | 89,399 | 0,894 | 0,045 | 0,106 | -0,061 |
| 2 | 2014 | 11,5 | 1,061 | -1,193 | 89,399 | 0,894 | 0,091 | 0,106 | -0,015 |
| 3 | 2013 | 12 | 1,079 | -1,085 | 86,393 | 0,864 | 0,136 | 0,136 | 0,000 |
| 4 | 2016 | 12,5 | 1,097 | -0,982 | 83,510 | 0,835 | 0,182 | 0,165 | 0,017 |
| 5 | 2011 | 13 | 1,114 | -0,883 | 80,740 | 0,807 | 0,227 | 0,193 | 0,035 |
| 6 | 2013 | 13 | 1,114 | -0,883 | 80,740 | 0,807 | 0,273 | 0,193 | 0,080 |
| 7 | 2014 | 13 | 1,114 | -0,883 | 80,740 | 0,807 | 0,318 | 0,193 | 0,126 |
| 8 | 2015 | 13,5 | 1,130 | -0,788 | 77,514 | 0,775 | 0,364 | 0,225 | 0,139 |
| 9 | 2017 | 15 | 1,176 | -0,521 | 67,678 | 0,677 | 0,409 | 0,323 | 0,086 |
| 10 | 2016 | 16 | 1,204 | -0,358 | 61,150 | 0,612 | 0,455 | 0,388 | 0,066 |
| 11 | 2015 | 16,5 | 1,217 | -0,280 | 57,996 | 0,580 | 0,500 | 0,420 | 0,080 |
| 12 | 2017 | 20 | 1,301 | 0,206 | 38,771 | 0,388 | 0,545 | 0,612 | -0,067 |
| 13 | 2011 | 21,5 | 1,332 | 0,389 | 32,372 | 0,324 | 0,591 | 0,676 | -0,085 |
| 14 | 2017 | 21,5 | 1,332 | 0,389 | 32,372 | 0,324 | 0,636 | 0,676 | -0,040 |
| 15 | 2015 | 22 | 1,342 | 0,447 | 30,338 | 0,303 | 0,682 | 0,697 | -0,015 |
| 16 | 2015 | 24 | 1,380 | 0,667 | 24,003 | 0,240 | 0,727 | 0,760 | -0,033 |
| 17 | 2016 | 24,5 | 1,389 | 0,719 | 22,517 | 0,225 | 0,773 | 0,775 | -0,002 |
| 18 | 2011 | 28,5 | 1,455 | 1,102 | 14,303 | 0,143 | 0,818 | 0,857 | -0,039 |
| 19 | 2011 | 34,5 | 1,538 | 1,585 | 7,120 | 0,071 | 0,864 | 0,929 | -0,065 |
| 20 | 2017 | 35 | 1,544 | 1,621 | 6,718 | 0,067 | 0,909 | 0,933 | -0,024 |
| 21 | 2016 | 39,5 | 1,597 | 1,927 | 3,932 | 0,039 | 0,955 | 0,961 | -0,006 |
| | Jumlah | | 26,578 | | | | | | |
| | Log Xi Rerata (Xrt) | | 1,266 | | | | | | |
| | Standar Deviasi (Sd) | | 0,172 | | **Dmaks** | | | = | **0,139** |
| | Skewness (Cs) | | 0,510 | | | | | | |
| | Data (n) | | 21 | | | | | | |

| Berdasarkan Nilai Dkritis Uji Smirnov-Kolmogorov | |
|---|---|
| 5% | 1% |
| **0,286** | **0,352** |
| Maka Dmaks < Dkritis | |
| **DITERIMA** | **DITERIMA** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository
Repository Universitas Brawijaya Repository Universitas Brawijaya Repository

Repository Universitas Brawijaya



Tabel Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Log Pearson III Durasi 180 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (Xi) (mm/jam) | Log Xi | G | Probabilitas (Pr) (%) | Probabilitas (Pr) | Pe | Pt | Pe - Pt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2012 | 8,3 | 0,921 | -1,440 | 95,044 | 0,950 | 0,045 | 0,050 | -0,004 |
| 2 | 2011 | 9,3 | 0,970 | -1,099 | 87,274 | 0,873 | 0,091 | 0,127 | -0,036 |
| 3 | 2014 | 9,3 | 0,970 | -1,099 | 87,274 | 0,873 | 0,136 | 0,127 | 0,009 |
| 4 | 2013 | 10 | 1,000 | -0,891 | 81,027 | 0,810 | 0,182 | 0,190 | -0,008 |
| 5 | 2014 | 10 | 1,000 | -0,891 | 81,027 | 0,810 | 0,227 | 0,190 | 0,038 |
| 6 | 2014 | 10,7 | 1,028 | -0,697 | 73,939 | 0,739 | 0,273 | 0,261 | 0,012 |
| 7 | 2017 | 10,7 | 1,028 | -0,697 | 73,939 | 0,739 | 0,318 | 0,261 | 0,058 |
| 8 | 2015 | 11 | 1,041 | -0,605 | 70,432 | 0,704 | 0,364 | 0,296 | 0,068 |
| 9 | 2015 | 11,3 | 1,054 | -0,515 | 66,765 | 0,668 | 0,409 | 0,332 | 0,077 |
| 10 | 2017 | 11,7 | 1,067 | -0,428 | 63,167 | 0,632 | 0,455 | 0,368 | 0,086 |
| 11 | 2016 | 12,7 | 1,103 | -0,180 | 52,917 | 0,529 | 0,500 | 0,471 | 0,029 |
| 12 | 2017 | 13 | 1,114 | -0,102 | 49,692 | 0,497 | 0,545 | 0,503 | 0,042 |
| 13 | 2015 | 14,3 | 1,156 | 0,191 | 38,392 | 0,384 | 0,591 | 0,616 | -0,025 |
| 14 | 2011 | 15 | 1,176 | 0,328 | 33,660 | 0,337 | 0,636 | 0,663 | -0,027 |
| 15 | 2015 | 16 | 1,204 | 0,522 | 27,544 | 0,275 | 0,682 | 0,725 | -0,043 |
| 16 | 2016 | 16,3 | 1,213 | 0,584 | 25,820 | 0,258 | 0,727 | 0,742 | -0,015 |
| 17 | 2016 | 16,7 | 1,222 | 0,645 | 24,131 | 0,241 | 0,773 | 0,759 | 0,014 |
| 18 | 2011 | 18 | 1,255 | 0,876 | 18,461 | 0,185 | 0,818 | 0,815 | 0,003 |
| 19 | 2011 | 23,7 | 1,374 | 1,699 | 6,170 | 0,062 | 0,864 | 0,938 | -0,075 |
| 20 | 2017 | 24 | 1,380 | 1,741 | 5,732 | 0,057 | 0,909 | 0,943 | -0,034 |
| 21 | 2016 | 26,7 | 1,426 | 2,058 | 3,535 | 0,035 | 0,955 | 0,965 | -0,010 |
| | Jumlah | | 23,703 | | | | | | |
| | Log Xi Rerata (Xrt) | | 1,129 | | | | | | |
| | Standar Deviasi (Sd) | | 0,144 | | **Dmaks** | | | = | **0,086** |
| | Skewness (Cs) | | 0,666 | | | | | | |
| | Data (n) | | 21 | | | | | | |

| Berdasarkan Nilai Dkritis Uji Smirnov-Kolmogorov | |
|---|---|
| 5% | 1% |
| **0,286** | **0,352** |
| Maka Dmaks < Dkritis | |
| **DITERIMA** | **DITERIMA** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Tabel Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Log Pearson III Durasi 240 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (Xi) (mm/jam) | Log Xi | G | Probabilitas (Pr) (%) | Probabilitas (Pr) | Pe | Pt | Pe - Pt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2012 | 7,25 | 0,860 | -1,291 | 90,731 | 0,907 | 0,067 | 0,093 | -0,026 |
| 2 | 2016 | 7,5 | 0,875 | -1,197 | 88,776 | 0,888 | 0,133 | 0,112 | 0,021 |
| 3 | 2013 | 8 | 0,903 | -1,020 | 84,246 | 0,842 | 0,200 | 0,158 | 0,042 |
| 4 | 2017 | 8,25 | 0,916 | -0,935 | 82,086 | 0,821 | 0,267 | 0,179 | 0,088 |
| 5 | 2015 | 8,75 | 0,942 | -0,772 | 77,276 | 0,773 | 0,333 | 0,227 | 0,106 |
| 6 | 2014 | 10,25 | 1,011 | -0,336 | 61,453 | 0,615 | 0,400 | 0,385 | 0,015 |
| 7 | 2017 | 10,25 | 1,011 | -0,336 | 61,453 | 0,615 | 0,467 | 0,385 | 0,081 |
| 8 | 2011 | 11,5 | 1,061 | -0,019 | 48,809 | 0,488 | 0,533 | 0,512 | 0,021 |
| 9 | 2016 | 13 | 1,114 | 0,319 | 35,970 | 0,360 | 0,600 | 0,640 | -0,040 |
| 10 | 2011 | 13,75 | 1,138 | 0,474 | 30,455 | 0,305 | 0,667 | 0,695 | -0,029 |
| 11 | 2016 | 15,75 | 1,197 | 0,848 | 19,503 | 0,195 | 0,733 | 0,805 | -0,072 |
| 12 | 2011 | 18,25 | 1,261 | 1,254 | 11,131 | 0,111 | 0,800 | 0,889 | -0,089 |
| 13 | 2017 | 19,5 | 1,290 | 1,437 | 8,463 | 0,085 | 0,867 | 0,915 | -0,049 |
| 14 | 2016 | 20,5 | 1,312 | 1,575 | 6,805 | 0,068 | 0,933 | 0,932 | 0,001 |
| | Jumlah | | 14,892 | | | | | | |
| | Log Xi Rerata (Xrt) | | 1,064 | | | | | | |
| | Standar Deviasi (Sd) | | 0,158 | | **Dmaks** | | | = | **0,106** |
| | Skewness (Cs) | | 0,297 | | | | | | |
| | Data (n) | | 14 | | | | | | |

| Berdasarkan Nilai Dkritis Uji Smirnov-Kolmogorov | |
|---|---|
| 5% | 1% |
| **0,350** | **0,408** |
| Maka Dmaks < Dkritis | |
| **DITERIMA** | **DITERIMA** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID

Repository Universitas Brawijaya



Tabel Perhitungan Uji Smirnov Kolmogorov Distribusi Log Pearson III Durasi 300 Menit

| No | Tahun | Intensitas Hujan Maks Tahunan (Xi) (mm/jam) | Log Xi | G | Probabilitas (Pr) (%) | Probabilitas (Pr) | Pe | Pt | Pe - Pt |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2012 | 2,4 | 0,380 | -1,296 | 92,169 | 0,922 | 0,043 | 0,078 | -0,035 |
| 2 | 2015 | 2,4 | 0,380 | -1,296 | 92,169 | 0,922 | 0,087 | 0,078 | 0,009 |
| 3 | 2017 | 2,6 | 0,415 | -1,165 | 89,275 | 0,893 | 0,130 | 0,107 | 0,023 |
| 4 | 2012 | 2,8 | 0,447 | -1,044 | 85,630 | 0,856 | 0,174 | 0,144 | 0,030 |
| 5 | 2011 | 3 | 0,477 | -0,931 | 82,237 | 0,822 | 0,217 | 0,178 | 0,040 |
| 6 | 2016 | 3,4 | 0,531 | -0,727 | 75,068 | 0,751 | 0,261 | 0,249 | 0,012 |
| 7 | 2011 | 3,6 | 0,556 | -0,634 | 71,530 | 0,715 | 0,304 | 0,285 | 0,020 |
| 8 | 2013 | 4 | 0,602 | -0,462 | 64,563 | 0,646 | 0,348 | 0,354 | -0,007 |
| 9 | 2011 | 4,2 | 0,623 | -0,382 | 61,273 | 0,613 | 0,391 | 0,387 | 0,004 |
| 10 | 2013 | 4,2 | 0,623 | -0,382 | 61,273 | 0,613 | 0,435 | 0,387 | 0,048 |
| 11 | 2016 | 4,4 | 0,643 | -0,306 | 58,126 | 0,581 | 0,478 | 0,419 | 0,060 |
| 12 | 2014 | 4,8 | 0,681 | -0,164 | 52,224 | 0,522 | 0,522 | 0,478 | 0,044 |
| 13 | 2013 | 5,2 | 0,716 | -0,033 | 46,973 | 0,470 | 0,565 | 0,530 | 0,035 |
| 14 | 2012 | 5,4 | 0,732 | 0,029 | 44,555 | 0,446 | 0,609 | 0,554 | 0,054 |
| 15 | 2017 | 6,8 | 0,833 | 0,405 | 30,988 | 0,310 | 0,652 | 0,690 | -0,038 |
| 16 | 2013 | 7,2 | 0,857 | 0,498 | 28,197 | 0,282 | 0,696 | 0,718 | -0,022 |
| 17 | 2016 | 7,2 | 0,857 | 0,498 | 28,197 | 0,282 | 0,739 | 0,718 | 0,021 |
| 18 | 2017 | 8,4 | 0,924 | 0,750 | 21,197 | 0,212 | 0,783 | 0,788 | -0,005 |
| 19 | 2014 | 10,2 | 1,009 | 1,067 | 14,908 | 0,149 | 0,826 | 0,851 | -0,025 |
| 20 | 2011 | 14,8 | 1,170 | 1,675 | 6,417 | 0,064 | 0,870 | 0,936 | -0,066 |
| 21 | 2017 | 17,2 | 1,236 | 1,921 | 4,250 | 0,042 | 0,913 | 0,958 | -0,044 |
| 22 | 2016 | 17,8 | 1,250 | 1,977 | 3,910 | 0,039 | 0,957 | 0,961 | -0,004 |
| | Jumlah | | 15,945 | | | | | | |
| | Log Xi Rerata (Xrt) | | 0,725 | | | | | | |
| | Standar Deviasi (Sd) | | 0,266 | | **Dmaks** | | | = | **0,060** |
| | Skewness (Cs) | | 0,666 | | | | | | |
| | Data (n) | | 22 | | | | | | |

| Berdasarkan Nilai Dkritis Uji Smirnov-Kolmogorov | |
|---|---|
| 5% | 1% |
| **0,282** | **0,344** |
| Maka Dmaks < Dkritis | |
| **DITERIMA** | **DITERIMA** |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

# LAMPIRAN III

# PERHITUNGAN

# METODE EMPIRIS

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

**Lampiran 3.1 Metode Talbot**

Tabel Perhitungan Intensitas Hujan Metode Talbot Kala Ulang 5 tahun Stasiun Hujan Jabung

| No | I rancangan (mm/jam) | t (menit) | I.t | I² | I².t | a | b | I talbot (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 40,823 | 60 | 2449,37 | 1666,51 | 99990,61 | 3358,65 | 16,80 | 43,734 |
| 2 | 25,371 | 120 | 3044,47 | 643,67 | 77240,20 | 3358,65 | 16,80 | 24,552 |
| 3 | 17,511 | 180 | 3151,96 | 306,63 | 55193,75 | 3358,65 | 16,80 | 17,067 |
| 4 | 15,613 | 240 | 3747,12 | 243,77 | 58503,70 | 3358,65 | 16,80 | 13,079 |
| 5 | 8,624 | 300 | 2587,29 | 74,38 | 22313,60 | 3358,65 | 16,80 | 10,602 |
| Jumlah N | 107,942 5 | | 14980,222 | 2934,955 | 313241,864 | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Perhitungan Intensitas Hujan Metode Talbot Kala Ulang 10 tahun Stasiun Hujan Jabung

| No | I rancangan (mm/jam) | t (menit) | I.t | I² | I².t | a | b | I talbot (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 49,130 | 60 | 2947,80 | 2413,75 | 144825,01 | 4390,38 | 26,06 | 51,014 |
| 2 | 31,118 | 120 | 3734,11 | 968,30 | 116196,29 | 4390,38 | 26,06 | 30,058 |
| 3 | 20,943 | 180 | 3769,78 | 438,62 | 78951,40 | 4390,38 | 26,06 | 21,306 |
| 4 | 18,617 | 240 | 4468,06 | 346,59 | 83181,54 | 4390,38 | 26,06 | 16,501 |
| 5 | 11,990 | 300 | 3597,10 | 143,77 | 43130,33 | 4390,38 | 26,06 | 13,465 |
| Jumlah N | 131,798 5 | | 18516,841 | 4311,029 | 466284,565 | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019



Repository Universitas Brawijaya

Tabel Perhitungan Intensitas Hujan Metode Talbot Kala Ulang 20 tahun Stasiun Hujan Jabung

| No | I rancangan (mm/jam) | t (menit) | I.t | I² | I².t | a | b | I talbot (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 57,376 | 60 | 3442,54 | 3291,97 | 197517,94 | 5595,41 | 35,85 | 58,376 |
| 2 | 37,222 | 120 | 4466,68 | 1385,50 | 166260,18 | 5595,41 | 35,85 | 35,902 |
| 3 | 24,567 | 180 | 4422,05 | 603,53 | 108636,25 | 5595,41 | 35,85 | 25,922 |
| 4 | 21,647 | 240 | 5195,24 | 468,59 | 112460,55 | 5595,41 | 35,85 | 20,284 |
| 5 | 16,085 | 300 | 4825,52 | 258,73 | 77618,76 | 5595,41 | 35,85 | 16,660 |
| Jumlah | 156,897 | | 22352,028 | 6008,317 | 662493,677 | | | |
| N | 5 | | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Perhitungan Intensitas Hujan Metode Talbot Kala Ulang 25 tahun Stasiun Hujan Jabung

| No | I rancangan (mm/jam) | t (menit) | I.t | I² | I².t | a | b | I talbot (mm/jam) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60,051 | 60 | 3603,04 | 3606,08 | 216364,78 | 6026,63 | 39,09 | 60,820 |
| 2 | 39,288 | 120 | 4714,53 | 1543,53 | 185223,10 | 6026,63 | 39,09 | 37,882 |
| 3 | 25,789 | 180 | 4641,93 | 665,05 | 119708,54 | 6026,63 | 39,09 | 27,508 |
| 4 | 22,640 | 240 | 5433,62 | 512,57 | 123017,81 | 6026,63 | 39,09 | 21,594 |
| 5 | 17,588 | 300 | 5276,46 | 309,34 | 92803,34 | 6026,63 | 39,09 | 17,773 |
| Jumlah | 165,355 | | 23669,581 | 6636,572 | 737117,572 | | | |
| N | 5 | | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya

**Lampiran 3.2 Metode Mononobe**

| | | |
|---|---|---|
| | yH | 2,063 |
| | yL | 1,320 |

Tabel Data *Partial Series* CH Harian Maksimum Tahunan setelah Uji *Outliers*

| Tahun | Ranking Data Curah Hujan Maks (mm) | y | Keterangan |
|---|---|---|---|
| 2016 | 94 | 1,973 | Diterima |
| 2017 | 93 | 1,968 | Diterima |
| 2016 | 82 | 1,914 | Diterima |
| 2011 | 77 | 1,886 | Diterima |
| 2011 | 63 | 1,799 | Diterima |
| 2015 | 63 | 1,799 | Diterima |
| 2011 | 57 | 1,756 | Diterima |
| 2014 | 57 | 1,756 | Diterima |
| 2016 | 53 | 1,724 | Diterima |
| 2013 | 52 | 1,716 | Diterima |
| 2016 | 50 | 1,699 | Diterima |
| 2015 | 49 | 1,690 | Diterima |
| 2011 | 47 | 1,672 | Diterima |
| 2017 | 45 | 1,653 | Diterima |
| 2015 | 43 | 1,633 | Diterima |
| 2017 | 41 | 1,613 | Diterima |
| 2015 | 40 | 1,602 | Diterima |
| 2013 | 36 | 1,556 | Diterima |
| 2017 | 34 | 1,531 | Diterima |
| 2013 | 32 | 1,505 | Diterima |
| 2013 | 31 | 1,491 | Diterima |
| 2012 | 30 | 1,477 | Diterima |
| 2014 | 30 | 1,477 | Diterima |
| Rerata | 52,130 | 1,691 | |
| Sd | 19,170 | 0,152 | |
| Kn | 2,448 | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya

Repository Universitas Brawijaya

Tabel Perhitungan Distribusi Log Pearson III Data *Partial Series* CH Harian Maksimum Tahunan

| No | Tahun | Curah Hujan Maks (Xi) (mm) | Log Xi | (Log Xi - Log Xrt) | (Log Xi - Log Xrt)² | (Log Xi - Log Xrt)³ | Peluang (%) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2016 | 94 | 1,973 | 0,282 | 0,0796 | 0,0224 | 4,167 |
| 2 | 2017 | 93 | 1,968 | 0,277 | 0,0770 | 0,0214 | 8,333 |
| 3 | 2016 | 82 | 1,914 | 0,223 | 0,0496 | 0,0111 | 12,500 |
| 4 | 2011 | 77 | 1,886 | 0,195 | 0,0382 | 0,0075 | 16,667 |
| 5 | 2011 | 63 | 1,799 | 0,108 | 0,0117 | 0,0013 | 20,833 |
| 6 | 2015 | 63 | 1,799 | 0,108 | 0,0117 | 0,0013 | 25,000 |
| 7 | 2011 | 57 | 1,756 | 0,065 | 0,0042 | 0,0003 | 29,167 |
| 8 | 2014 | 57 | 1,756 | 0,065 | 0,0042 | 0,0003 | 33,333 |
| 9 | 2016 | 53 | 1,724 | 0,033 | 0,0011 | 0,0000 | 37,500 |
| 10 | 2013 | 52 | 1,716 | 0,025 | 0,0006 | 0,0000 | 41,667 |
| 11 | 2016 | 50 | 1,699 | 0,008 | 0,0001 | 0,0000 | 45,833 |
| 12 | 2015 | 49 | 1,690 | -0,001 | 0,0000 | 0,0000 | 50,000 |
| 13 | 2011 | 47 | 1,672 | -0,019 | 0,0004 | 0,0000 | 54,167 |
| 14 | 2017 | 45 | 1,653 | -0,038 | 0,0014 | -0,0001 | 58,333 |
| 15 | 2015 | 43 | 1,633 | -0,058 | 0,0033 | -0,0002 | 62,500 |
| 16 | 2017 | 41 | 1,613 | -0,078 | 0,0061 | -0,0005 | 66,667 |
| 17 | 2015 | 40 | 1,602 | -0,089 | 0,0079 | -0,0007 | 70,833 |
| 18 | 2013 | 36 | 1,556 | -0,135 | 0,0182 | -0,0024 | 75,000 |
| 19 | 2017 | 34 | 1,531 | -0,160 | 0,0255 | -0,0041 | 79,167 |
| 20 | 2013 | 32 | 1,505 | -0,186 | 0,0346 | -0,0064 | 83,333 |
| 21 | 2013 | 31 | 1,491 | -0,200 | 0,0399 | -0,0080 | 87,500 |
| 22 | 2012 | 30 | 1,477 | -0,214 | 0,0458 | -0,0098 | 91,667 |
| 23 | 2014 | 30 | 1,477 | -0,214 | 0,0458 | -0,0098 | 95,833 |
| | Jumlah | | 38,894 | | 0,507 | 0,024 | |
| | Log Xi Rerata (Xrt) | | 1,691 | | | | |
| | Standar Deviasi (Sd) | | 0,152 | | | | |
| | Skewness (Cs) | | 0,335 | | | | |
| | Koef. Kurtosis (Ck) | | -0,692 | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

| | | | |
|---|---|---|---|
| peluang | = | (m/n+1)*100% | m = no urut data |
| n | = | 23 | n = jumlah data |

Tabel Intensitas Hujan Rancangan Distribusi Log Pearson III

| Kala Ulang (*Tr*) | Probabilitas % (*Pr*) | G (Tabel) | Log Xi Rerata (Xrt) | Log Rt | Curah Hujan Rancangan (Rt) (mm) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1,01 | 99,01 | -2,078 | 1,691 | 1,376 | 23,751 |
| 2 | 50,00 | -0,056 | 1,691 | 1,683 | 48,148 |
| 5 | 20,00 | 0,821 | 1,691 | 1,816 | 65,416 |
| 10 | 10,00 | 1,312 | 1,691 | 1,890 | 77,655 |
| 20 | 5,00 | 1,734 | 1,691 | 1,954 | 90,007 |
| 25 | 4,00 | 1,860 | 1,691 | 1,973 | 94,058 |
| 50 | 2,00 | 2,229 | 1,691 | 2,029 | 106,973 |
| 100 | 1,00 | 2,569 | 1,691 | 2,081 | 120,494 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019



REPOSITORY.UB.AC.ID

**Lampiran 3.3 Rekapitulasi Metode Empiris**

Tabel Nilai Intensitas Hujan berbagai Metode Kala Ulang 5 Tahun

| Durasi | I rancangan | I talbot | I mononobe | I hasper | I van breen |
|---|---|---|---|---|---|
| (menit) | | | (mm/jam) | | |
| 60 | 40,823 | 43,734 | 22,678 | 34,259 | 44,375 |
| 120 | 25,371 | 24,552 | 14,286 | 21,831 | 25,395 |
| 180 | 17,511 | 17,067 | 10,903 | 16,329 | 17,787 |
| 240 | 15,613 | 13,079 | 9,000 | 13,121 | 13,687 |
| 300 | 8,624 | 10,602 | 7,756 | 10,995 | 11,123 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Intensitas Hujan berbagai Metode Kala Ulang 10 Tahun

| Durasi | I rancangan | I talbot | I mononobe | I hasper | I van breen |
|---|---|---|---|---|---|
| (menit) | | | (mm/jam) | | |
| 60 | 49,130 | 51,014 | 26,921 | 40,669 | 50,380 |
| 120 | 31,118 | 30,058 | 16,959 | 26,044 | 29,399 |
| 180 | 20,943 | 21,306 | 12,943 | 19,514 | 20,755 |
| 240 | 18,617 | 16,501 | 10,684 | 15,694 | 16,039 |
| 300 | 11,990 | 13,465 | 9,207 | 13,158 | 13,070 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Intensitas Hujan berbagai Metode Kala Ulang 20 Tahun

| Durasi | I rancangan | I talbot | I mononobe | I hasper | I van breen |
|---|---|---|---|---|---|
| (menit) | | | (mm/jam) | | |
| 60 | 57,376 | 58,376 | 31,204 | 47,137 | 55,938 |
| 120 | 37,222 | 35,902 | 19,657 | 30,338 | 33,245 |
| 180 | 24,567 | 25,922 | 15,001 | 22,772 | 23,651 |
| 240 | 21,647 | 20,284 | 12,383 | 18,330 | 18,354 |
| 300 | 16,085 | 16,660 | 10,671 | 15,376 | 14,996 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Intensitas Hujan berbagai Metode Kala Ulang 25 Tahun

| Durasi | I rancangan | I talbot | I mononobe | I hasper | I van breen |
|---|---|---|---|---|---|
| (menit) | | | (mm/jam) | | |
| 60 | 60,051 | 60,820 | 32,608 | 49,259 | 57,662 |
| 120 | 39,288 | 37,882 | 20,542 | 31,756 | 34,467 |
| 180 | 25,789 | 27,508 | 15,676 | 23,850 | 24,580 |
| 240 | 22,640 | 21,594 | 12,941 | 19,204 | 19,101 |
| 300 | 17,588 | 17,773 | 11,152 | 16,112 | 15,619 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya

Halaman ini sengaja dikosongkan

Repository Universitas Brawijaya

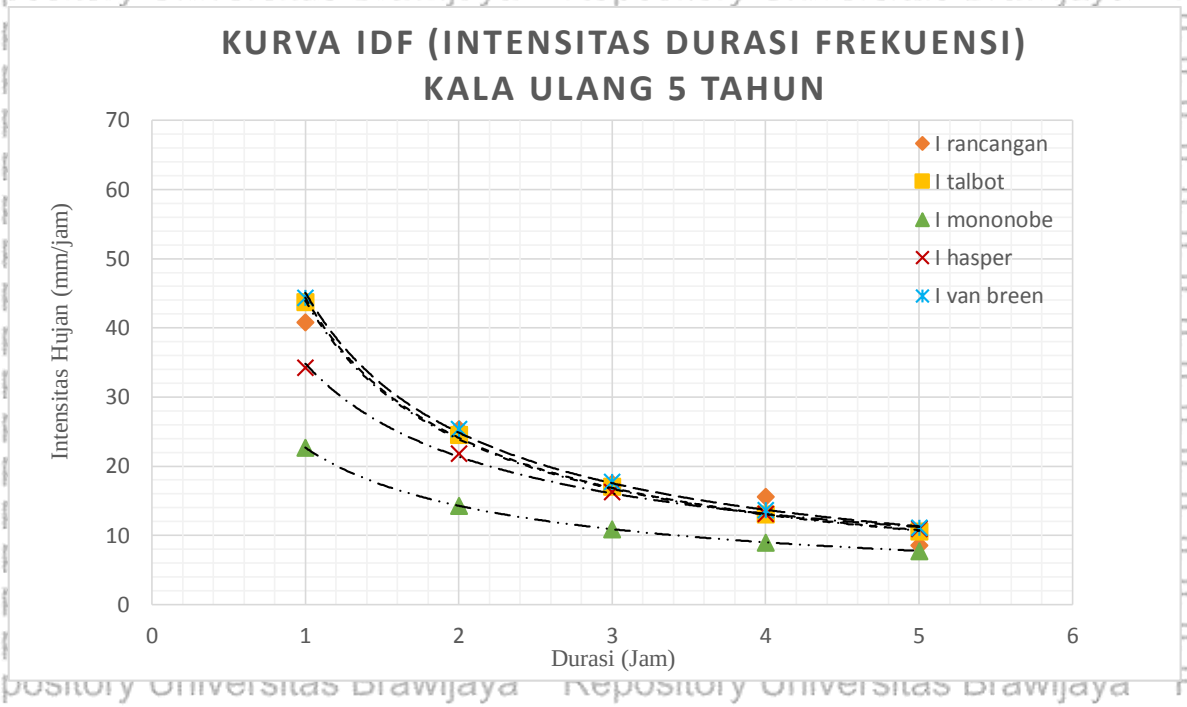
Repository Universitas Brawijaya

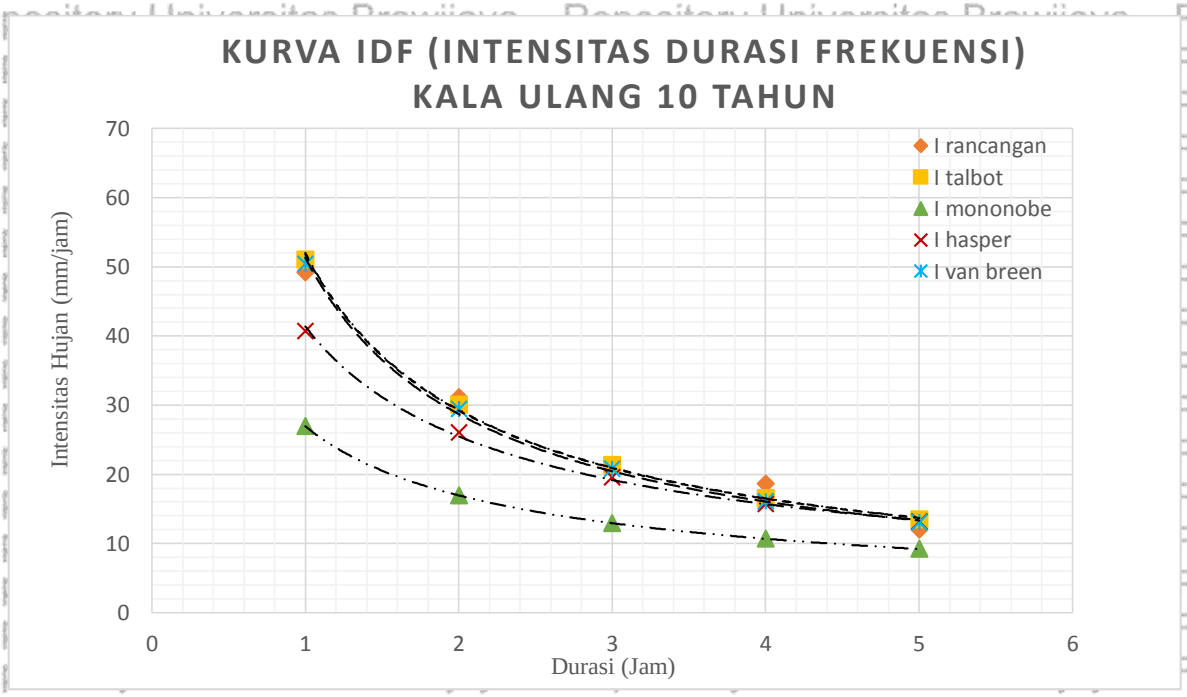
# LAMPIRAN IV

## KURVA IDF

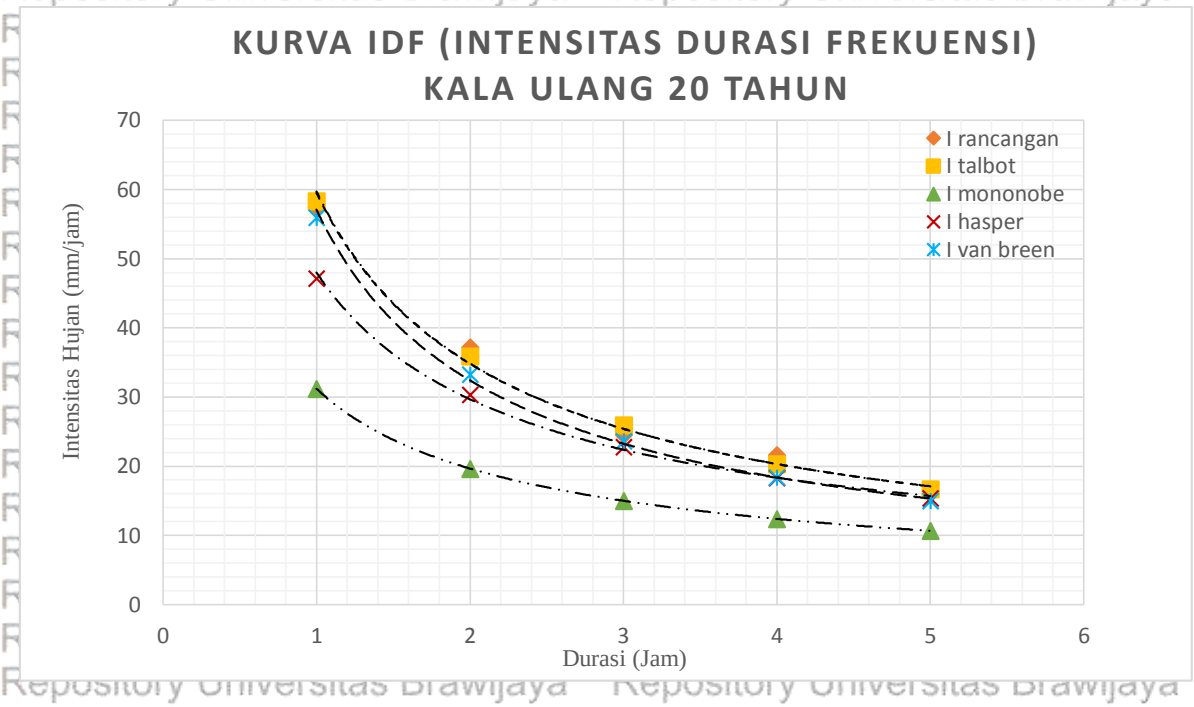
## METODE EMPIRIS

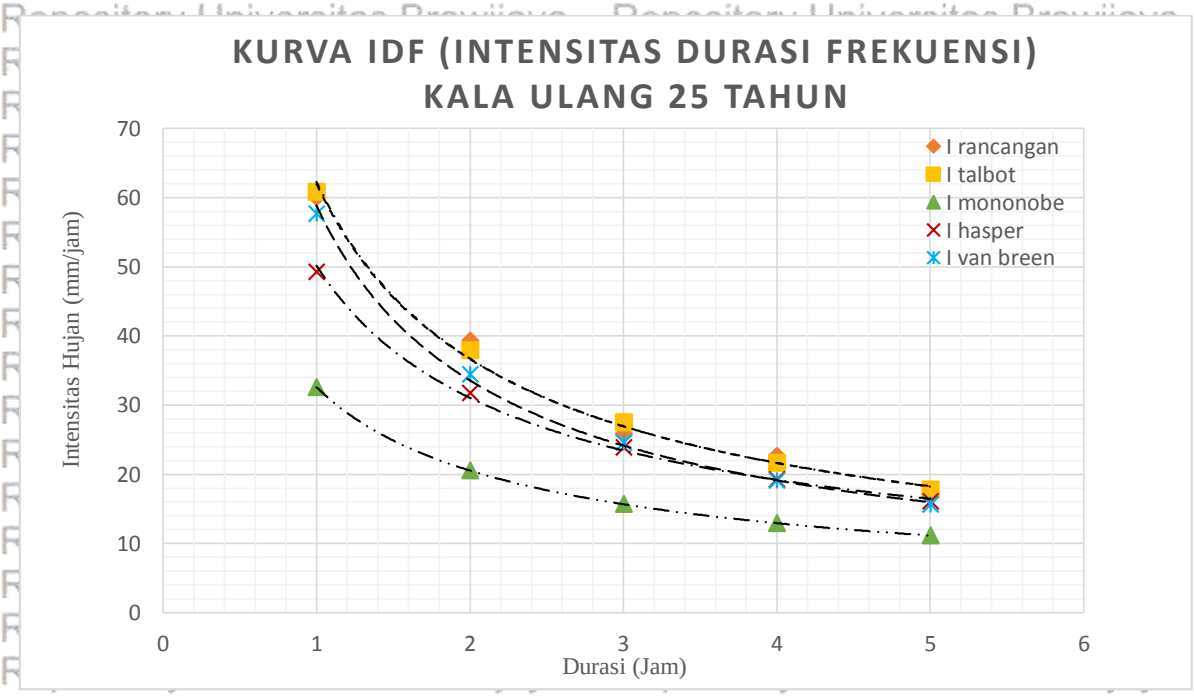
Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA




Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA




Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

# LAMPIRAN V

# UJI KESESUAIAN METODE

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

Repository Universitas Brawijaya

## Lampiran 5.1 Deviasi Rata-rata Metode Talbot

Tabel Nilai Deviasi Rata-rata Metode Talbot Tr 5th

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I talbot (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 40,823 | 43,734 | 2,912 |
| 2 | 120 | 25,371 | 24,552 | 0,818 |
| 3 | 180 | 17,511 | 17,067 | 0,444 |
| 4 | 240 | 15,613 | 13,079 | 2,534 |
| 5 | 300 | 8,624 | 10,602 | 1,978 |
| | Jumlah | = | | 8,686 |
| | Rerata | = | | 1,737 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Deviasi Rata-rata Metode Talbot Tr 10th

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I talbot (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 49,130 | 51,014 | 1,884 |
| 2 | 120 | 31,118 | 30,058 | 1,059 |
| 3 | 180 | 20,943 | 21,306 | 0,363 |
| 4 | 240 | 18,617 | 16,501 | 2,116 |
| 5 | 300 | 11,990 | 13,465 | 1,474 |
| | Jumlah | = | | 6,896 |
| | Rerata | = | | 1,379 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Deviasi Rata-rata Metode Talbot Tr 20th

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I talbot (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 57,376 | 58,376 | 1,000 |
| 2 | 120 | 37,222 | 35,902 | 1,320 |
| 3 | 180 | 24,567 | 25,922 | 1,356 |
| 4 | 240 | 21,647 | 20,284 | 1,363 |
| 5 | 300 | 16,085 | 16,660 | 0,575 |
| | Jumlah | = | | 5,614 |
| | Rerata | = | | 1,123 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Deviasi Rata-rata Metode Talbot Tr 25th

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I talbot (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 60,051 | 60,820 | 0,770 |
| 2 | 120 | 39,288 | 37,882 | 1,406 |
| 3 | 180 | 25,789 | 27,508 | 1,719 |
| 4 | 240 | 22,640 | 21,594 | 1,046 |
| 5 | 300 | 17,588 | 17,773 | 0,185 |
| | Jumlah | = | | 5,125 |
| | Rerata | = | | 1,025 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

## Lampiran 5.2 Deviasi Rata-rata Metode Mononobe

Tabel Nilai Deviasi Rata-rata Metode Mononobe Tr 5th

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I mononobe (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 40,823 | 22,678 | 18,145 |
| 2 | 120 | 25,371 | 14,286 | 11,084 |
| 3 | 180 | 17,511 | 10,903 | 6,608 |
| 4 | 240 | 15,613 | 9,000 | 6,613 |
| 5 | 300 | 8,624 | 7,756 | 0,868 |
| | Jumlah | = | | 43,318 |
| | Rerata | = | | 8,664 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Deviasi Rata-rata Metode Mononobe Tr 10th

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I mononobe (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 49,130 | 26,921 | 22,208 |
| 2 | 120 | 31,118 | 16,959 | 14,158 |
| 3 | 180 | 20,943 | 12,943 | 8,001 |
| 4 | 240 | 18,617 | 10,684 | 7,933 |
| 5 | 300 | 11,990 | 9,207 | 2,783 |
| | Jumlah | = | | 55,084 |
| | Rerata | = | | 11,017 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Deviasi Rata-rata Metode Talbot Tr 20th

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I mononobe (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 57,376 | 31,204 | 26,172 |
| 2 | 120 | 37,222 | 19,657 | 17,565 |
| 3 | 180 | 24,567 | 15,001 | 9,566 |
| 4 | 240 | 21,647 | 12,383 | 9,264 |
| 5 | 300 | 16,085 | 10,671 | 5,414 |
| | Jumlah | = | | 67,980 |
| | Rerata | = | | 13,596 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Deviasi Rata-rata Metode Talbot Tr 25th

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I mononobe (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 60,051 | 32,608 | 27,443 |
| 2 | 120 | 39,288 | 20,542 | 18,746 |
| 3 | 180 | 25,789 | 15,676 | 10,112 |
| 4 | 240 | 22,640 | 12,941 | 9,700 |
| 5 | 300 | 17,588 | 11,152 | 6,436 |
| | Jumlah | = | | 72,436 |
| | Rerata | = | | 14,487 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

## Lampiran 5.3 Deviasi Rata-rata Metode Hasper Der Weduwen

Tabel Nilai Deviasi Rata-rata Metode Hasper Tr 5th

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I hasper (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 40,823 | 34,259 | 6,564 |
| 2 | 120 | 25,371 | 21,831 | 3,540 |
| 3 | 180 | 17,511 | 16,329 | 1,182 |
| 4 | 240 | 15,613 | 13,121 | 2,492 |
| 5 | 300 | 8,624 | 10,995 | 2,371 |
| Jumlah | | = | | 16,148 |
| Rerata | | = | | 3,230 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Deviasi Rata-rata Metode Hasper Tr 10th

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I hasper (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 49,130 | 40,669 | 8,461 |
| 2 | 120 | 31,118 | 26,044 | 5,074 |
| 3 | 180 | 20,943 | 19,514 | 1,429 |
| 4 | 240 | 18,617 | 15,694 | 2,923 |
| 5 | 300 | 11,990 | 13,158 | 1,168 |
| Jumlah | | = | | 19,054 |
| Rerata | | = | | 3,811 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Deviasi Rata-rata Metode Hasper Tr 20th

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I hasper (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 57,376 | 47,137 | 10,238 |
| 2 | 120 | 37,222 | 30,338 | 6,884 |
| 3 | 180 | 24,567 | 22,772 | 1,795 |
| 4 | 240 | 21,647 | 18,330 | 3,316 |
| 5 | 300 | 16,085 | 15,376 | 0,709 |
| Jumlah | | = | | 22,943 |
| Rerata | | = | | 4,589 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Deviasi Rata-rata Metode Hasper Tr 25th

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I hasper (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 60,051 | 49,259 | 10,791 |
| 2 | 120 | 39,288 | 31,756 | 7,531 |
| 3 | 180 | 25,789 | 23,850 | 1,939 |
| 4 | 240 | 22,640 | 19,204 | 3,436 |
| 5 | 300 | 17,588 | 16,112 | 1,476 |
| Jumlah | | = | | 25,174 |
| Rerata | | = | | 5,035 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

## Lampiran 5.4 Deviasi Rata-rata Metode Van Breen

Tabel Nilai Deviasi Rata-rata Metode Van Breen Tr 5th

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I van breen (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 40,823 | 44,375 | 3,552 |
| 2 | 120 | 25,371 | 25,395 | 0,025 |
| 3 | 180 | 17,511 | 17,787 | 0,276 |
| 4 | 240 | 15,613 | 13,687 | 1,926 |
| 5 | 300 | 8,624 | 11,123 | 2,499 |
| Jumlah | | = | | 8,278 |
| Rerata | | = | | 1,656 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Deviasi Rata-rata Metode Van Breen Tr 10th

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I van breen (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 49,130 | 50,380 | 1,250 |
| 2 | 120 | 31,118 | 29,399 | 1,719 |
| 3 | 180 | 20,943 | 20,755 | 0,188 |
| 4 | 240 | 18,617 | 16,039 | 2,577 |
| 5 | 300 | 11,990 | 13,070 | 1,080 |
| Jumlah | | = | | 6,814 |
| Rerata | | = | | 1,363 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Deviasi Rata-rata Metode Van Breen Tr 20th

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I van breen (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 57,376 | 55,938 | 1,438 |
| 2 | 120 | 37,222 | 33,245 | 3,977 |
| 3 | 180 | 24,567 | 23,651 | 0,916 |
| 4 | 240 | 21,647 | 18,354 | 3,293 |
| 5 | 300 | 16,085 | 14,996 | 1,090 |
| Jumlah | | = | | 10,713 |
| Rerata | | = | | 2,143 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Deviasi Rata-rata Metode Van Breen Tr 25th

| No | t (menit) | I rancangan (mm/jam) | I hasper (mm/jam) | Deviasi |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 60,051 | 57,662 | 2,388 |
| 2 | 120 | 39,288 | 34,467 | 4,820 |
| 3 | 180 | 25,789 | 24,580 | 1,209 |
| 4 | 240 | 22,640 | 19,101 | 3,540 |
| 5 | 300 | 17,588 | 15,619 | 1,969 |
| Jumlah | | = | | 13,926 |
| Rerata | | = | | 2,785 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

## Lampiran 5.5 Kesalahan Relatif (Kr) Metode Talbot

Tabel Nilai Kesalahan Relatif (Kr) Metode Talbot Tr 5th

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I talbot (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 40,823 | 43,734 | 7,132 |
| 2 | 120 | 25,371 | 24,552 | 3,226 |
| 3 | 180 | 17,511 | 17,067 | 2,537 |
| 4 | 240 | 15,613 | 13,079 | 16,230 |
| 5 | 300 | 8,624 | 10,602 | 22,931 |
| Jumlah | | = | | 52,056 |
| Rerata | | = | | 10,411 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Kesalahan Relatif (Kr) Metode Talbot Tr 10th

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I talbot (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 49,130 | 51,014 | 3,834 |
| 2 | 120 | 31,118 | 30,058 | 3,405 |
| 3 | 180 | 20,943 | 21,306 | 1,732 |
| 4 | 240 | 18,617 | 16,501 | 11,364 |
| 5 | 300 | 11,990 | 13,465 | 12,297 |
| Jumlah | | = | | 32,632 |
| Rerata | | = | | 6,526 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Kesalahan Relatif (Kr) Metode Talbot Tr 20th

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I talbot (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 57,376 | 58,376 | 1,743 |
| 2 | 120 | 37,222 | 35,902 | 3,547 |
| 3 | 180 | 24,567 | 25,922 | 5,518 |
| 4 | 240 | 21,647 | 20,284 | 6,295 |
| 5 | 300 | 16,085 | 16,660 | 3,577 |
| Jumlah | | = | | 20,679 |
| Rerata | | = | | 4,136 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Kesalahan Relatif (Kr) Metode Talbot Tr 25th

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I talbot (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 60,051 | 60,820 | 1,282 |
| 2 | 120 | 39,288 | 37,882 | 3,578 |
| 3 | 180 | 25,789 | 27,508 | 6,666 |
| 4 | 240 | 22,640 | 21,594 | 4,621 |
| 5 | 300 | 17,588 | 17,773 | 1,051 |
| Jumlah | | = | | 17,198 |
| Rerata | | = | | 3,440 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

## Lampiran 5.6 Kesalahan Relatif (Kr) Metode Mononobe

Tabel Nilai Kesalahan Relatif (Kr) Metode Mononobe Tr 5th

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I mononobe (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 40,823 | 22,678 | 44,447 |
| 2 | 120 | 25,371 | 14,286 | 43,689 |
| 3 | 180 | 17,511 | 10,903 | 37,738 |
| 4 | 240 | 15,613 | 9,000 | 42,356 |
| 5 | 300 | 8,624 | 7,756 | 10,069 |
| Jumlah | | = | | 178,299 |
| Rerata | | = | | 35,660 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Kesalahan Relatif (Kr) Metode Mononobe Tr 10th

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I mononobe (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 49,130 | 26,921 | 45,203 |
| 2 | 120 | 31,118 | 16,959 | 45,499 |
| 3 | 180 | 20,943 | 12,943 | 38,202 |
| 4 | 240 | 18,617 | 10,684 | 42,612 |
| 5 | 300 | 11,990 | 9,207 | 23,213 |
| Jumlah | | = | | 194,729 |
| Rerata | | = | | 38,946 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Kesalahan Relatif (Kr) Metode Mononobe Tr 20th

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I mononobe (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 57,376 | 31,204 | 45,615 |
| 2 | 120 | 37,222 | 19,657 | 47,190 |
| 3 | 180 | 24,567 | 15,001 | 38,938 |
| 4 | 240 | 21,647 | 12,383 | 42,795 |
| 5 | 300 | 16,085 | 10,671 | 33,656 |
| Jumlah | | = | | 208,194 |
| Rerata | | = | | 41,639 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Kesalahan Relatif (Kr) Metode Talbot Tr 25th

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I mononobe (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 60,051 | 32,608 | 45,699 |
| 2 | 120 | 39,288 | 20,542 | 47,714 |
| 3 | 180 | 25,789 | 15,676 | 39,212 |
| 4 | 240 | 22,640 | 12,941 | 42,842 |
| 5 | 300 | 17,588 | 11,152 | 36,595 |
| Jumlah | | = | | 212,062 |
| Rerata | | = | | 42,412 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

## Lampiran 5.7 Kesalahan Relatif (Kr) Metode Hasper Der Weduwen

Tabel Nilai Kesalahan Relatif (Kr) Metode Hasper Tr 5th

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I hasper (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 40,823 | 34,259 | 16,079 |
| 2 | 120 | 25,371 | 21,831 | 13,953 |
| 3 | 180 | 17,511 | 16,329 | 6,748 |
| 4 | 240 | 15,613 | 13,121 | 15,958 |
| 5 | 300 | 8,624 | 10,995 | 27,490 |
| Jumlah | | = | | 80,227 |
| Rerata | | = | | 16,045 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Kesalahan Relatif (Kr) Metode Hasper Tr 10th

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I hasper (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 49,130 | 40,669 | 17,222 |
| 2 | 120 | 31,118 | 26,044 | 16,305 |
| 3 | 180 | 20,943 | 19,514 | 6,824 |
| 4 | 240 | 18,617 | 15,694 | 15,699 |
| 5 | 300 | 11,990 | 13,158 | 9,738 |
| Jumlah | | = | | 65,788 |
| Rerata | | = | | 13,158 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Kesalahan Relatif (Kr) Metode Hasper Tr 20th

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I hasper (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 57,376 | 47,137 | 17,844 |
| 2 | 120 | 37,222 | 30,338 | 18,495 |
| 3 | 180 | 24,567 | 22,772 | 7,308 |
| 4 | 240 | 21,647 | 18,330 | 15,320 |
| 5 | 300 | 16,085 | 15,376 | 4,406 |
| Jumlah | | = | | 63,373 |
| Rerata | | = | | 12,675 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Kesalahan Relatif (Kr) Metode Hasper Tr 25th

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I hasper (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 60,051 | 49,259 | 17,971 |
| 2 | 120 | 39,288 | 31,756 | 19,170 |
| 3 | 180 | 25,789 | 23,850 | 7,518 |
| 4 | 240 | 22,640 | 19,204 | 15,177 |
| 5 | 300 | 17,588 | 16,112 | 8,393 |
| Jumlah | | = | | 68,228 |
| Rerata | | = | | 13,646 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

## Lampiran 5.8 Kesalahan Relatif (Kr) Metode Van Breen

Tabel Nilai Kesalahan Relatif (Kr) Metode Van Breen Tr 5th

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I van breen (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 40,823 | 44,375 | 8,702 |
| 2 | 120 | 25,371 | 25,395 | 0,097 |
| 3 | 180 | 17,511 | 17,787 | 1,578 |
| 4 | 240 | 15,613 | 13,687 | 12,336 |
| 5 | 300 | 8,624 | 11,123 | 28,971 |
| Jumlah | | = | | 51,684 |
| Rerata | | = | | 10,337 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Kesalahan Relatif (Kr) Metode Van Breen Tr 10th

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I van breen (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 49,130 | 50,380 | 2,544 |
| 2 | 120 | 31,118 | 29,399 | 5,523 |
| 3 | 180 | 20,943 | 20,755 | 0,898 |
| 4 | 240 | 18,617 | 16,039 | 13,845 |
| 5 | 300 | 11,990 | 13,070 | 9,003 |
| Jumlah | | = | | 31,813 |
| Rerata | | = | | 6,363 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Kesalahan Relatif (Kr) Metode Van Breen Tr 20th

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I van breen (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 57,376 | 55,938 | 2,506 |
| 2 | 120 | 37,222 | 33,245 | 10,684 |
| 3 | 180 | 24,567 | 23,651 | 3,729 |
| 4 | 240 | 21,647 | 18,354 | 15,212 |
| 5 | 300 | 16,085 | 14,996 | 6,773 |
| Jumlah | | = | | 38,904 |
| Rerata | | = | | 7,781 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Kesalahan Relatif (Kr) Metode Van Breen Tr 25th

| No | t (menit) | I rancangan (Xa) (mm/jam) | I hasper (Xb) (mm/jam) | Kesalahan Relatif (%) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 60,051 | 57,662 | 3,977 |
| 2 | 120 | 39,288 | 34,467 | 12,270 |
| 3 | 180 | 25,789 | 24,580 | 4,687 |
| 4 | 240 | 22,640 | 19,101 | 15,634 |
| 5 | 300 | 17,588 | 15,619 | 11,197 |
| Jumlah | | = | | 47,765 |
| Rerata | | = | | 9,553 |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

**Lampiran 5.9 Koefisien *Nash Sutcliffe* Metode Talbot**

Tabel Nilai Nash Sutcliffe Metode Talbot Tr 5th

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) (mm/jam) | I talbot (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 40,823 | 43,734 | 2,912 | 8,477 | 22,146 | 490,450 | |
| 2 | 120 | 25,371 | 24,552 | -0,818 | 0,670 | 2,964 | 8,784 | |
| 3 | 180 | 17,511 | 17,067 | -0,444 | 0,197 | -4,522 | 20,446 | 0,972 |
| 4 | 240 | 15,613 | 13,079 | -2,534 | 6,421 | -8,509 | 72,408 | |
| 5 | 300 | 8,624 | 10,602 | 1,978 | 3,911 | -10,986 | 120,701 | |
| Jumlah | | 107,942 | | | 19,676 | | 712,789 | |
| Rerata (Qm) | | 21,588 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Nash Sutcliffe Metode Talbot Tr 10th

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) (mm/jam) | I talbot (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 49,130 | 51,014 | 1,884 | 3,548 | 24,654 | 607,817 | |
| 2 | 120 | 31,118 | 30,058 | -1,059 | 1,122 | 3,699 | 13,679 | |
| 3 | 180 | 20,943 | 21,306 | 0,363 | 0,132 | -5,054 | 25,539 | 0,987 |
| 4 | 240 | 18,617 | 16,501 | -2,116 | 4,476 | -9,858 | 97,186 | |
| 5 | 300 | 11,990 | 13,465 | 1,474 | 2,174 | -12,895 | 166,275 | |
| Jumlah | | 131,798 | | | 11,452 | | 910,497 | |
| Rerata (Qm) | | 26,360 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Nash Sutcliffe Metode Talbot Tr 20th

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) (mm/jam) | I talbot (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 57,376 | 58,376 | 1,000 | 1,000 | 26,996 | 728,803 | |
| 2 | 120 | 37,222 | 35,902 | -1,320 | 1,743 | 4,523 | 20,456 | |
| 3 | 180 | 24,567 | 25,922 | 1,356 | 1,837 | -5,457 | 29,778 | 0,994 |
| 4 | 240 | 21,647 | 20,284 | -1,363 | 1,857 | -11,095 | 123,105 | |
| 5 | 300 | 16,085 | 16,660 | 0,575 | 0,331 | -14,719 | 216,649 | |
| Jumlah | | 156,897 | | | 6,768 | | 1118,791 | |
| Rerata (Qm) | | 31,379 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Nash Sutcliffe Metode Talbot Tr 25th

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) (mm/jam) | I talbot (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 60,051 | 60,820 | 0,770 | 0,593 | 27,749 | 770,026 | |
| 2 | 120 | 39,288 | 37,882 | -1,406 | 1,976 | 4,811 | 23,147 | |
| 3 | 180 | 25,789 | 27,508 | 1,719 | 2,956 | -5,563 | 30,951 | 0,994 |
| 4 | 240 | 22,640 | 21,594 | -1,046 | 1,094 | -11,477 | 131,724 | |
| 5 | 300 | 17,588 | 17,773 | 0,185 | 0,034 | -15,298 | 234,030 | |
| Jumlah | | 165,355 | | | 6,652 | | 1189,878 | |
| Rerata (Qm) | | 33,071 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya

**Lampiran 5.10 Koefisien *Nash Sutcliffe* Metode Mononobe**

Tabel Nilai Nash Sutcliffe Metode Mononobe Tr 5th

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) (mm/jam) | I mononobe (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 40,823 | 22,678 | -18,145 | 329,223 | 1,090 | 1,188 | |
| 2 | 120 | 25,371 | 14,286 | -11,084 | 122,858 | -7,302 | 53,317 | |
| 3 | 180 | 17,511 | 10,903 | -6,608 | 43,669 | -10,686 | 114,184 | -0,042 |
| 4 | 240 | 15,613 | 9,000 | -6,613 | 43,733 | -12,588 | 158,468 | |
| 5 | 300 | 8,624 | 7,756 | -0,868 | 0,754 | -13,832 | 191,336 | |
| Jumlah | | 107,942 | | | 540,237 | | 518,494 | |
| Rerata (Qm) | | 21,588 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Nash Sutcliffe Metode Mononobe Tr 10th

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) (mm/jam) | I mononobe (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 49,130 | 26,921 | -22,208 | 493,215 | 0,562 | 0,316 | |
| 2 | 120 | 31,118 | 16,959 | -14,158 | 200,451 | -9,400 | 88,362 | |
| 3 | 180 | 20,943 | 12,943 | -8,001 | 64,012 | -13,417 | 180,018 | -0,024 |
| 4 | 240 | 18,617 | 10,684 | -7,933 | 62,934 | -15,676 | 245,730 | |
| 5 | 300 | 11,990 | 9,207 | -2,783 | 7,747 | -17,153 | 294,211 | |
| Jumlah | | 131,798 | | | 828,359 | | 808,638 | |
| Rerata (Qm) | | 26,360 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Nash Sutcliffe Metode Mononobe Tr 20th

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) (mm/jam) | I mononobe (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 57,376 | 31,204 | -26,172 | 684,977 | -0,176 | 0,031 | |
| 2 | 120 | 37,222 | 19,657 | -17,565 | 308,539 | -11,722 | 137,413 | |
| 3 | 180 | 24,567 | 15,001 | -9,566 | 91,505 | -16,378 | 268,247 | -0,004 |
| 4 | 240 | 21,647 | 12,383 | -9,264 | 85,816 | -18,996 | 360,856 | |
| 5 | 300 | 16,085 | 10,671 | -5,414 | 29,307 | -20,708 | 428,817 | |
| Jumlah | | 156,897 | | | 1200,144 | | 1195,363 | |
| Rerata (Qm) | | 31,379 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Nash Sutcliffe Metode Mononobe Tr 25th

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) (mm/jam) | I mononobe (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 60,051 | 32,608 | -27,443 | 753,091 | -0,463 | 0,214 | |
| 2 | 120 | 39,288 | 20,542 | -18,746 | 351,408 | -12,529 | 156,981 | |
| 3 | 180 | 25,789 | 15,676 | -10,112 | 102,256 | -17,395 | 302,575 | 0,002 |
| 4 | 240 | 22,640 | 12,941 | -9,700 | 94,081 | -20,130 | 405,237 | |
| 5 | 300 | 17,588 | 11,152 | -6,436 | 41,427 | -21,919 | 480,452 | |
| Jumlah | | 165,355 | | | 1342,264 | | 1345,458 | |
| Rerata (Qm) | | 33,071 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

**Lampiran 5.11 Koefisien *Nash Sutcliffe* Metode Hasper Der Weduwen**

Tabel Nilai Nash Sutcliffe Metode Hasper Tr 5th

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) (mm/jam) | I hasper (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 40,823 | 34,259 | -6,564 | 43,086 | 12,671 | 160,543 | |
| 2 | 120 | 25,371 | 21,831 | -3,540 | 12,531 | 0,242 | 0,059 | |
| 3 | 180 | 17,511 | 16,329 | -1,182 | 1,396 | -5,259 | 27,657 | 0,815 |
| 4 | 240 | 15,613 | 13,121 | -2,492 | 6,208 | -8,467 | 71,688 | |
| 5 | 300 | 8,624 | 10,995 | 2,371 | 5,621 | -10,593 | 112,217 | |
| Jumlah | | 107,942 | | | 68,842 | | 372,164 | |
| Rerata (Qm) | | 21,588 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Nash Sutcliffe Metode Hasper Tr 10th

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) (mm/jam) | I hasper (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 49,130 | 40,669 | -8,461 | 71,593 | 14,309 | 204,750 | |
| 2 | 120 | 31,118 | 26,044 | -5,074 | 25,743 | -0,316 | 0,100 | |
| 3 | 180 | 20,943 | 19,514 | -1,429 | 2,042 | -6,845 | 46,860 | 0,798 |
| 4 | 240 | 18,617 | 15,694 | -2,923 | 8,542 | -10,665 | 113,749 | |
| 5 | 300 | 11,990 | 13,158 | 1,168 | 1,363 | -13,202 | 174,285 | |
| Jumlah | | 131,798 | | | 109,283 | | 539,745 | |
| Rerata (Qm) | | 26,360 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Nash Sutcliffe Metode Hasper Tr 20th

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) (mm/jam) | I hasper (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 57,376 | 47,137 | -10,238 | 104,822 | 15,758 | 248,316 | |
| 2 | 120 | 37,222 | 30,338 | -6,884 | 47,391 | -1,041 | 1,084 | |
| 3 | 180 | 24,567 | 22,772 | -1,795 | 3,223 | -8,608 | 74,092 | 0,777 |
| 4 | 240 | 21,647 | 18,330 | -3,316 | 10,998 | -13,049 | 170,274 | |
| 5 | 300 | 16,085 | 15,376 | -0,709 | 0,502 | -16,003 | 256,097 | |
| Jumlah | | 156,897 | | | 166,936 | | 749,862 | |
| Rerata (Qm) | | 31,379 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Nash Sutcliffe Metode Hasper Tr 25th

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) (mm/jam) | I hasper (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 60,051 | 49,259 | -10,791 | 116,456 | 16,188 | 262,055 | |
| 2 | 120 | 39,288 | 31,756 | -7,531 | 56,723 | -1,315 | 1,729 | |
| 3 | 180 | 25,789 | 23,850 | -1,939 | 3,758 | -9,221 | 85,030 | 0,770 |
| 4 | 240 | 22,640 | 19,204 | -3,436 | 11,807 | -13,867 | 192,294 | |
| 5 | 300 | 17,588 | 16,112 | -1,476 | 2,179 | -16,959 | 287,609 | |
| Jumlah | | 165,355 | | | 190,924 | | 828,718 | |
| Rerata (Qm) | | 33,071 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

**Lampiran 5.12 Koefisien *Nash Sutcliffe* Metode Van Breen**

Tabel Nilai Nash Sutcliffe Metode Van Breen Tr 5th

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) (mm/jam) | I van breen (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 40,823 | 44,375 | 3,552 | 12,620 | 22,787 | 519,250 | |
| 2 | 120 | 25,371 | 25,395 | 0,025 | 0,001 | 3,807 | 14,492 | |
| 3 | 180 | 17,511 | 17,787 | 0,276 | 0,076 | -3,801 | 14,448 | 0,969 |
| 4 | 240 | 15,613 | 13,687 | -1,926 | 3,710 | -7,901 | 62,433 | |
| 5 | 300 | 8,624 | 11,123 | 2,499 | 6,243 | -10,466 | 109,527 | |
| Jumlah | | 107,942 | | | 22,650 | | 720,151 | |
| Rerata (Qm) | | 21,588 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Nash Sutcliffe Metode Van Breen Tr 10th

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) (mm/jam) | I van breen (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 49,130 | 50,380 | 1,250 | 1,562 | 24,020 | 576,970 | |
| 2 | 120 | 31,118 | 29,399 | -1,719 | 2,954 | 3,039 | 9,237 | |
| 3 | 180 | 20,943 | 20,755 | -0,188 | 0,035 | -5,604 | 31,409 | 0,986 |
| 4 | 240 | 18,617 | 16,039 | -2,577 | 6,643 | -10,320 | 106,506 | |
| 5 | 300 | 11,990 | 13,070 | 1,080 | 1,165 | -13,290 | 176,618 | |
| Jumlah | | 131,798 | | | 12,360 | | 900,739 | |
| Rerata (Qm) | | 26,360 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Nash Sutcliffe Metode Van Breen Tr 20th

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) (mm/jam) | I van breen (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 57,376 | 55,938 | -1,438 | 2,067 | 24,559 | 603,130 | |
| 2 | 120 | 37,222 | 33,245 | -3,977 | 15,815 | 1,866 | 3,482 | |
| 3 | 180 | 24,567 | 23,651 | -0,916 | 0,839 | -7,728 | 59,729 | 0,972 |
| 4 | 240 | 21,647 | 18,354 | -3,293 | 10,843 | -13,025 | 169,660 | |
| 5 | 300 | 16,085 | 14,996 | -1,090 | 1,187 | -16,384 | 268,429 | |
| Jumlah | | 156,897 | | | 30,751 | | 1104,431 | |
| Rerata (Qm) | | 31,379 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Tabel Nilai Nash Sutcliffe Metode Van Breen Tr 25th

| No | t (menit) | I rancangan (Qmi) (mm/jam) | I van breen (Qsi) | (Qsi - Qmi) | (Qsi - Qmi)² | (Qsi - Qm) | (Qsi - Qm)² | ENS |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 60 | 60,051 | 57,662 | -2,388 | 5,704 | 24,591 | 604,737 | |
| 2 | 120 | 39,288 | 34,467 | -4,820 | 23,237 | 1,396 | 1,949 | |
| 3 | 180 | 25,789 | 24,580 | -1,209 | 1,461 | -8,491 | 72,101 | 0,960 |
| 4 | 240 | 22,640 | 19,101 | -3,540 | 12,528 | -13,970 | 195,174 | |
| 5 | 300 | 17,588 | 15,619 | -1,969 | 3,878 | -17,452 | 304,579 | |
| Jumlah | | 165,355 | | | 46,808 | | 1178,540 | |
| Rerata (Qm) | | 33,071 | | | | | | |

Sumber: Hasil Perhitungan, 2019

Repository Universitas Brawijaya
REPOSITORY.UB.AC.ID
UNIVERSITAS BRAWIJAYA