

Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) di Wilayah Lampung

Dr. Susilowati, S.T., M.T

Editor : Dr. Dyah Indriana K., S.T., M. Sc.

Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) di Wilayah Lampung

© Dr. Susilowati, S.T., M.T

Editor:

Dr. Dyah Indriana K, S.T., M. Sc

Desain Cover:

Abdullah Rasyid Ridha

Tata letak isi:

Zaini Adroi

Cetakan I, 2022

14,8 x 21 cm., vi + 146 hlm

ISBN : 978-623-5294-25-4

SULUR PUSTAKA

Jl. Jogja-Solo, Km. 14, Candisari RT.01/RW.22,
Tirtomartani, Kec. Kalasan, Kab. Sleman, Yogyakarta
www.sulur.co.id

CV. Tripe Konsultan - JOURNAL CORNER AND PUBLISHING

Jl. R. Fatah, No.50, Bakung, Sidamulya, RT.3/4, Sidamulya,

Wanareja, Cilacap

Phone: 0812-1526-3928

<https://jcopublishing.com/>

Hak cipta dilindungi oleh Undang-undang
Dilarang memberbanyak sebagian atau seluruh isi buku
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

PRAKATA

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan buku ini dengan baik. Buku ini diharapkan mampu membantu para pembaca khususnya mahasiswa dalam memperdalam kajian curah hujan. Selain itu, buku ini diharapkan dapat menjadi referensi para pembaca agar mengetahui dan mendalami tentang kajian analisis IDF pada *ungauged basin* dengan pendugaan nilai intensitas hujan berdasarkan peta intensitas hujan hasil pengolahan data curah hujan di wilayah Lampung.

Permasalahan-permasalahan terkait dengan terbatasnya ketersediaan data hujan serta kelengkapan data, baik itu secara temporal maupun spasial; penyebaran stasiun observasi maupun pos hujan masih belum merata dan walaupun stasiun maupun pos hujan sudah tersedia, terkadang stasiun dan pos hujan tersebut masih baru sehingga ketersediaan *data time series* tidak terlalu lengkap dan panjang, dan kebijakan dari instansi terkait (stasiun

klimatologi) tentang terbatasnya akses mendapatkan data hujan dari alat pengukur hujan otomatis. Dalam buku ini akan dipaparkan analisa IDF data hujan yang berasal dari pos-pos hujan pengukur manual menggunakan persamaan intensitas Mononobe. Besaran intensitas hujan dari pos-pos hujan pengukur manual tersebut, kemudian dibuatkan peta menggunakan *Arc Gis*. Berdasarkan peta intensitas hujan inilah, salah satu alternatif cara pendugaan intensitas hujan dari pada suatu daerah tangkapan apabila memiliki pos hujan yang tidak memenuhi kriteria analisis hidrologi (karena pos hujan baru atau pos hujan yang minim data).

Akhir kata, penulis ucapkan terima kasih kepada para mentor, editor, serta penerbit CV. Tripe Konsultan – Journal Corner and Publishing yang telah membantu dalam proses penerbitan buku ini.

Semoga buku ini dapat bermanfaat, khususnya bagi para pembaca sekalian. Aamiin.

Bandar Lampung, Agustus 2022

Penulis

DAFTAR ISI

PRAKATA	iii
DAFTAR ISI.....	v
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	2
BAB II HUJAN DAN ANALISIS FREKUENSI	9
A. Hujan	10
B. Analisis Frekuensi.....	14
BAB III DISTRIBUSI FREKUENSI	19
A. Distribusi Gumbel	20
B. Distribusi Normal	25
C. Distribusi Log Normal.....	28
D. Distribusi Log Person-III.....	29
BAB IV PENGUJIAN.....	33
A. Uji Kecocokan	34
B. Uji Chi-Kuadrat	34
C. Uji Smirnov-Kolmogorov.....	35
BAB V ANALISIS INTENSITAS HUJAN DAN ANALISIS HUBUNGAN	41
A. Analisis Intensitas Hujan.....	42
B. Analisis Hubungan	45

BAB VI	PERAMALAN	51
	A. Peramalan (<i>Forecasting</i>).....	52
BAB VII	ANALISA DATA HUJAN	55
	A. Analisa Data Hujan	56
BAB VIII	ANALISIS FREKUENSI	65
	A. Analisis Frekuensi.....	66
BAB IX	ANALISA INTENSITAS HUJAN DAN PETA INTENSITAS HUJAN.....	83
	A. Analisa Intensitas Hujan	84
	B. Peta Intensitas Hujan.....	89
BAB X	ANALISA PENDUGAAN	93
	A. Analisa Pendugaan Intensitas Durasi Frekuensi dengan Metode Peta Intensitas Hujan.....	94
BAB XI	ANALISA INTENSITAS DURASI	123
	A. Analisis Intensitas Durasi Frekuensi untuk pos-pos hujan di <i>ungauged</i> <i>basin</i>	124
	B. Peta intensitas hujan durasi 60 menit dengan berbagai periode ulang	131
	DAFTAR PUSTAKA.....	137
	PROFIL PENULIS.....	142



**BAB
I**

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Bencana hidrometeorologi berupa banjir dan tanah longsor yang menerjang sebagian wilayah di Indonesia (20 Kabupaten atau kota di 7 provinsi) pada pertengahan Januari 2021 yang menyebabkan dampak buruk pada aspek ekonomi, lingkungan, infrastruktur, dan manusia. Perubahan iklim sebagai dampak anomali cuaca (La Nina) menyebabkan curah hujan yang lebih intens serta frekuensi yang lebih tinggi dibandingkan kondisi normal. Fenomena yang tertangkap sebagai bentuk cuaca ekstrim di suatu wilayah atau kawasan akan mengganggu dan mengancam infrastruktur sumber daya air, seperti jaringan drainase perkotaan. Salah satu langkah mitigasi optimal yang dapat dilakukan yaitu bila analisis dan desain hidrologi dirancang menggunakan kurva Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF) yang berasal dari data curah hujan yang panjang dan berkualitas baik. Kurva IDF adalah alat bantu (*tool*) yang dapat dimanfaatkan untuk perkiraan besar banjir (atau hujan) rancangan untuk suatu bangunan hidraulik tertentu. Bangunan hidraulik yang dimaksudkan di sini tidak hanya bangunan-bangunan yang berkaitan langsung dengan pengembangan sumber daya air, akan tetapi bangunan-bangunan lain yang dalam perancangannya terkait dengan kebutuhan patokan-rancangan (*design criteria*), misalnya penetapan tinggi

lantai jembatan, penetapan ukuran gorong-gorong jalan raya. Pembuatan kurva IDF melibatkan proses statistik: peristiwa ekstrim berbanding terbalik dengan frekuensi kejadiannya. Analisis frekuensi dilakukan berdasarkan sifat statistik data hujan masa lalu untuk mendapatkan probabilitas besaran hujan di masa depan dengan anggapan bahwa sifat statistik hujan masa depan sama dengan sifat statistik hujan masa lalu (Suripin, 2004). Dari kurva IDF yang telah disusun dapat diduga jumlah volume air larian yang dihasilkan oleh intensitas hujan terduga dalam beberapa periode ulang hujan dan durasi hujan. Hasil pendugaan volume air larian ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan pembangunan atau revisi infrastruktur fasilitas drainase. Mengingat saat ini perubahan fenomena iklim sering terjadi, analisis kurva IDF ini perlu dilakukan untuk skenario iklim yang akan datang (Paolo drr, 2014).

Kurva IDF mendapat perhatian besar dalam hidrologi teknik selama beberapa dekade terakhir. Pembentukan hubungan IDF dimulai pada 1930-an (Sherman, 1931; Bernard, 1932) dan sejak saat itu berbagai bentuk hubungan IDF telah dipelajari, diterbitkan dari waktu ke waktu di beberapa negara. Bentuk klasik empiris untuk membangun kurva IDF berdasarkan analisis statistik telah diturunkan dan diterapkan di Amerika Serikat oleh Chen (1983). Penghitungan curah hujan umumnya dilakukan

menggunakan peta isopluvial dan kurva intensitas-durasi-frekuensi (IDF) (Chow et al., 1988). Hershfield (1961) mengembangkan berbagai peta kontur curah hujan berdasarkan kedalaman hujan dari berbagai variasi kala ulang dan durasi. Hubungan IDF merupakan hubungan matematis antara curah hujan intensitas i , durasi d , dan periode ulang T (frekuensi). Koutsoyiannis et al. (1998) mengusulkan pendekatan generalisasi dalam perumusan kurva IDF yang konsisten dengan teori probabilitas. Nhat dkk. (2006) telah menetapkan kurva IDF untuk wilayah muson (monsoon) di Vietnam dalam dua prosedur. Prosedur pertama menghasilkan kurva IDF di 7 stasiun dengan menggunakan fungsi empiris. Prosedur kedua menghasilkan persamaan umum kurva IDF berdasarkan luas lokasi. Raiford dkk. (2007) telah memperbarui kurva IDF yang ada di wilayah Carolina Selatan, Carolina Utara dan Georgia serta memperoleh kurva IDF di DAS tak terukur di seluruh wilayah dengan pengembangan analisis frekuensi curah hujan. Kim dkk. (2008) meningkatkan akurasi Kurva IDF dengan menggunakan teknik pemisahan durasi panjang dan pendek. Kurva intensitas-durasi-frekuensi (IDF) dibentuk dengan menggunakan *cumulative distribution function* (CDF) dan *multi-objective genetic algorithm* (MOGA). Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kurva IDF yang dikembangkan lebih akurat daripada kurva IDF yang disarankan sebelumnya. Ben-Zvi (2009) mengusulkan sebuah

prosedur dasar untuk kurva intensitas-durasi-frekuensi (IDF) berdasarkan *partial duration series* (PDS) yang secara substansial lebih besar dari yang biasa digunakan. Ben-Zi menyimpulkan bahwa prosedur yang diusulkan lebih unggul karena penggunaan sampel besar akan mengurangi kepekaan intensitas yang diprediksi terhadap variasi pengambilan sampel. Bara dkk. (2009) menerapkan teori skala sederhana pada karakteristik intensitas-durasi-frekuensi (IDF) curah hujan durasi pendek. Hubungan IDF, yang disimpulkan dari curah hujan harian, menunjukkan hasil yang dapat diterima setelah dibandingkan dengan kurva IDF yang diperoleh dari data curah hujan berdurasi pendek di daerah penelitian. Okonkwo dan Mbajiorgu (2010) telah mengembangkan kurva IDF untuk Nigeria bagian Tenggara menggunakan dua metode Grafik dan Statistik dan kemudian hasilnya dibandingkan. Data IDF yang dikembangkan dari metode grafik dan metode statistik hasilnya sangat mendekati untuk periode kala ulang 2 Tahun hingga kala ulang 10 tahun, tetapi sangat berbeda untuk periode kala ulang 50 tahun hingga kala ulang 100 tahun, tetapi perbedaannya tidak signifikan pada level 5%.

Ada beberapa penelitian yang telah dilakukan di Indonesia terkait hubungan intensitas durasi frekuensi (IDF). Sri Harto (1993) menyebutkan bahwa analisis IDF memerlukan analisis frekuensi dengan menggunakan

seri data yang diperoleh dari rekaman data hujan. Untuk membentuk kurva IDF diperlukan data hujan durasi pendek, misalnya 5, 10, 15, 30, 45, 60, 120 menit dan data hujan jam jaman (Suroso, 2006). Data hujan durasi pendek diperoleh dari data hujan stasiun pencatat hujan otomatis. Penelitian terkait kurva IDF di Provinsi Lampung telah dilakukan oleh Susilowati dan Kusumastuti, D.I (2010) berdasarkan data hujan durasi pendek di 4 stasiun pencatat hujan otomatis (data pengamatan tahun 1998 – 2008). Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa kurva IDF yang dibentuk berdasarkan perhitungan intensitas hujan metode Van Breen, sedangkan intensitas hujan yang mendekati daerah perencanaan berdasarkan persamaan Talbot.

Mengembangkan kurva IDF untuk iklim yang akan datang dapat menjadi hal yang menarik khususnya pada DAS tak terukur. Saat ini untuk mendapatkan kurva IDF pada DAS tak terukur adalah dengan meminjam atau menginterpolasi data dari wilayah dengan karakteristik klimatologi yang serupa. San Chuin Liew, Srivatsan V Raghavan & Shie-Yui Liong (2014) menggunakan metode Model Iklim Regional (Regional Climate Model/RCM) resolusi spasial yang tinggi dengan mengekstraksi data curah hujan luaran dari ERA-40 pada DAS tak terukur di Jawa dan hasilnya cukup menjanjikan. Selanjutnya para penulis memperluas penerapan pendekatan ini ke DAS tak terukur (ungauged basin) khususnya di Semenanjung Malaysia.

Hasil studi ini tidak diragukan lagi memiliki kontribusi yang signifikan dalam hal hidrologi lokal dan regional (Malaysia dan negara-negara Asia Tenggara).

Maksud dari penulisan buku ini menghasilkan analisis IDF untuk pos-pos pengukur hujan pada *ungauged basin* di Provinsi Lampung dengan metode pendekatan menggunakan peta intensitas hujan.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis distribusi frekuensi dari data curah hujan harian tiap-tiap pos pengukur hujan.
2. Menganalisis intensitas hujan dengan persamaan Mononobe di masing-masing pos pengukur hujan untuk periode ulang tertentu.
3. Mengembangkan metode pendekatan IDF pada pos-pos hujan di *ungauged basin* menggunakan peta intensitas hujan persamaan Mononobe.



**BAB
II**

**HUJAN DAN
ANALISIS FREKUENSI**

A. Hujan

Hujan merupakan faktor terpenting dalam analisis hidrologi. Intensitas hujan yang tinggi pada suatu kawasan hunian yang kecil dapat mengakibatkan genangan pada jalan-jalan, tempat parkir, dan tempat-tempat lainnya karena fasilitas drainase tidak didesain untuk mengalirkan air akibat intensitas hujan yang tinggi. Sebaliknya, tidak ada hujan untuk jangka waktu yang lama dapat mengakibatkan bencana kekeringan.

Analisis dan desain hidrologi tidak hanya memerlukan volume atau ketinggian hujan, tetapi juga distribusi hujan terhadap waktu dan tempat. Kejadian dapat dipisahkan menjadi dua bagian, yaitu hujan aktual dan hujan rencana. Kejadian hujan aktual adalah rangkaian data pengukuran di stasiun hujan selama periode tertentu. Hujan rencana adalah hyetograph hujan yang mempunyai karakteristik terpilih. Hujan rencana bukan kejadian hujan yang diukur secara aktual dan kenyataannya, hujan yang identik dengan hujan rencana tidak pernah dan tidak akan pernah terjadi. Namun demikian, kebanyakan hujan rencana mempunyai karakteristik yang secara umum sama dengan karakteristik hujan yang terjadi pada masa lalu. Dengan demikian, menggambarkan karakteristik umum kejadian hujan yang diharapkan terjadi pada masa mendatang.

Karakteristik hujan yang perlu ditinjau dalam analisis dan perencanaan hidrologi meliputi:

- ❖ Intensitas (i) adalah laju hujan = tinggi air persatuan waktu, misalnya mm/menit, mm/jam, atau mm/hari.
- ❖ Lama waktu atau durasi (t) adalah waktu yang dihitung dari saat hujan mulai turun sampai berhenti, biasanya dinyatakan dalam jam.
- ❖ Tinggi hujan (d), adalah jumlah atau kedalaman hujan yang terjadi selama durasi hujan, dan dinyatakan dalam ketebalan air diatas permukaan datar, dalam mm.
- ❖ Frekuensi adalah frekuensi kejadian dan biasanya dinyatakan dengan kala ulang (return period), misalnya frekuensi sekali dalam 2 tahun.
- ❖ Luas, adalah luas geografis daerah sebaran hujan.

Hubungan antara intensitas, durasi dan tinggi hujan dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut

$$d = \int_0^t i dt \approx \sum_0^t i \cdot \Delta t \dots\dots (2.1)$$

Sedangkan intensitas rata-rata \bar{i} dapat dirumuskan sebagai berikut

$$\bar{i} = \frac{d}{t} \dots\dots (2.2)$$

Tabel 2.1 adalah keadaan hujan dan intensitas hujan. Tabel tersebut menunjukkan bahwa curah hujan tidak bertambah sebanding dengan waktu. Jika durasi waktu lebih lama, penambahan curah hujan adalah lebih kecil dibanding dengan penambahan waktu, karena hujan tersebut bisa berkurang atau berhenti.

Tabel 2.1. Keadaan hujan dan intensitas curah hujan

Keadaan hujan	Intensitas curah Hujan (mm)	
	1 jam	24 jam
Hujan sangat ringan	< 1	< 5
Hujan ringan	1 – 5	5 - 20
Hujan normal	5 - 10	20 - 50
Hujan lebat	10 - 20	50 - 100
Hujan sangat lebat	> 20	> 100

1) Pengukuran hujan

Di Indonesia, pengukuran hujan dilakukan oleh beberapa instansi, antara lain Dinas Pengairan Departemen Pekerjaan Umum, Dinas Pertanian, Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) dan beberapa instansi lain baik pemerintah maupun swasta yang berkepentingan

dengan hujan. Alat penakar hujan dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu penakar hujan biasa (*manual raingauge*) dan penakar hujan otomatis (*automatic raingauge*). Adapun frekuensi pengukuran bisa dilakukan sekali dalam sehari atau sekali dalam seminggu atau sebulan, yang dilakukan dengan alat pencatat otomatis. Alat ukur hujan manual dan otomatis digambarkan pada Gambar 2.1.



(a) Manual



(b) Otomatis

2.1 Alat pengukur hujan

B. Analisis frekuensi

Dalam melakukan analisis hidrologi sering dihadapkan pada kejadian-kejadian ekstrim seperti banjir dan kekeringan. Banjir mempengaruhi bangunan-bangunan air seperti bendung, bendungan, tanggul, jembatan, gorong-gorong, dan sebagainya. Bangunan-bangunan tersebut harus direncanakan untuk dapat melewati debit banjir maksimum yang mungkin terjadi dan keamanan bangunan itu sendiri (potensi runtuh atau jebol).

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Besarnya kejadian ekstrim mempunyai hubungan terbalik dengan probabilitas kejadian, misalnya frekuensi kejadian debit banjir besar adalah lebih kecil dibanding dengan frekuensi debit-debit sedang atau kecil. Dengan analisis frekuensi akan diperkirakan besarnya banjir dengan interval kejadian tertentu seperti 10 tahunan, 100 tahunan hingga 1000 tahunan.

Analisis frekuensi dapat diterapkan untuk data debit sungai atau data hujan. Analisis frekuensi pada data hujan menggunakan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis frekuensi ini didasarkan pada

sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan di masa yang akan datang, dengan anggapan bahwa bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu.

Ada dua macam seri data yang dipergunakan dalam analisis frekuensi yaitu:

1. Seri data maksimum (*maximum annual series*)
 - a) Dilakukan dengan mengambil satu data maksimum setiap tahun, berarti:
 - ❖ Hanya besaran maksimum saja yang dianggap berpengaruh dalam analisa selanjutnya
 - ❖ Jumlah data dalam seri = panjang data yang tersedia.
 - b) Akibatnya besaran hujan atau banjir kedua (terbesar kedua) dalam suatu tahun yang mungkin lebih besar dari hujan atau banjir maksimum dalam tahun yang lain tidak diperhitungkan pengaruhnya dalam analisa.
2. Seri partial (*partial series/PAT = Peak Above Treshold*)
 - a) Menentukan batas bawah tertentu (threshold) dengan pertimbangan tertentu dan spesifik seperti alas an fisik hidrologis, hidraulis, dan lain-lain.

- b) Semua besaran hujan atau debit yang lebih besar dari batas bawah tersebut diambil dalam satu seri, bisa lebih dari 1 data, tetapi dalam praktek dianjurkan rata-rata jumlah data dalam satu seri (satu tahun) tidak lebih dari lima.

Kualitas data juga sangat menentukan hasil analisa yang dilakukan, antara lain:

1. Semakin pendek data yang tersedia, maka penyimpangan yang terjadi akan semakin besar.
2. Semakin kecil kerapatan stasiun hujan, maka penyimpangan yang terjadi akan semakin besar pula.

Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi adalah:

- 1) Distribusi Gumbel
- 2) Distribusi Normal
- 3) Distribusi Log Normal
- 4) Distribusi Log Pearson III

Dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi:

1. Nilai rata-rata (\bar{X}) merupakan nilai yang cukup representatif satu distribusi. Nilai rerata dapat digunakan untuk pengukuran suatu distribusi.

2. Varian (s^2) adalah besarnya derajat sebaran variat di sekitar nilai reratanya.
3. Simpangan baku (s) adalah pengukuran dalam penyebaran data untuk mengetahui variabilitas dari distribusi.
4. Koefisien varian (Cv) adalah nilai perbandingan antara deviasi standard dan nilai rerata.
5. Koefisien skewnes (Cs) yaitu kecondongan atau kemencengan data dapat digunakan untuk mengetahui derajat ketidak-simetrisan (*asymmetry*) dari suatu bentuk distribusi.
6. Koefisien kurtosis (Ck) merupakan ukuran kepuncakan (*peakedness*) distribusi.

Tabel 2.2 Persyaratan Pemilihan Jenis Distribusi/Sebaran Frekuensi

No.	Sebaran	Syarat
1.	Normal	$Cs = 0$
2.	Log Normal	$Cs = 3 Cv$
3.	Gumbel	$Cs = 1,1396$ $Ck = 5,4002$
4.	Bila tidak ada yang memenuhi syarat digunakan sebaran Log Person III	

Sumber : Sri Harto, 1993



**BAB
III**

DISTRIBUSI FREKUENSI

A. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel banyak digunakan untuk analisis data maksimum, seperti untuk analisis frekuensi banjir. Gumbel menggunakan harga ekstrim untuk menunjukkan bahwa dalam deret harga-harga ekstrim $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ mempunyai fungsi distribusi eksponensial ganda.

$$P(X) = e^{-a(X-b)} \dots\dots (2.3)$$

Jika diambil $Y = a(X-b)$, dengan Y disebut reduced varied, maka persamaan (2.3) dapat ditulis:

$$P(X) = e^{-e^{-y}} \dots\dots (2.4)$$

di mana e = bilangan alam = 2,7182818...

Dengan mengambil dua kali harga logaritma dengan bilangan dasar e terhadap persamaan (2.3) diperoleh persamaan berikut ini

$$X = \frac{1}{a} [ab - \ln\{-\ln P(X)\}] \dots\dots (2.5)$$

Kala ulang (return period) merupakan nilai banyaknya tahun rata-rata di mana suatu besaran disamai atau dilampaui oleh suatu harga, sebanyak satu kali. Hubungan antara periode ulang dan probabilitas dapat dinyatakan dalam persamaan berikut ini

$$T_r(X) = \frac{1}{1-P(X)} \dots\dots (2.6)$$

Subtitusikan persamaan (2.6) ke dalam persamaan (2.3) akan diperoleh persamaan berikut ini

$$X_{T_r} = b - \frac{1}{a} \ln \left\{ -\ln \frac{T_r(x)-1}{T_r(x)} \right\} \dots\dots (2.7)$$

dengan $Y = a(X-b)$, maka diperoleh persamaan berikut ini

$$Y_{T_r} = -\ln \left\{ -\ln \frac{T_r(x)-1}{T_r(x)} \right\} \dots\dots 2.8)$$

Dalam penggambaran pada kertas probabilitas, Chow (1984) menyarankan penggunaan rumus berikut ini

$$X = \mu + \sigma K \dots\dots (2.9)$$

di mana

μ : harga rata-rata populasi

σ : standar deviasi

K : faktor probabilitas

Apabila jumlah populasi yang terbatas (sampel), maka persamaan (2.9) dapat didekati dengan persamaan

$$X = \bar{X} + sK \dots\dots (2.10)$$

\bar{X} = harga rata-rata sampel

s = standar deviasi (simpangan baku) sampel

Faktor probabilitas K untuk harga-harga ekstrim Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan

$$K = \frac{Y_{T_r} - Y_n}{S_n} \dots\dots (2.11)$$

di mana

Y_n = *reduced mean*, yang tergantung jumlah sampel/data n (Tabel 2.3)

S_n = *reduced standard deviation* yang juga tergantung pada jumlah sampel/data n (Tabel 2.4)

Y_{T_r} = *reduced variate*, yang dapat dihitung dengan persamaan berikut ini

$$Y_{T_r} = - \ln \left\{ - \ln \frac{T_r - 1}{T_r} \right\} \dots\dots 2.12)$$

Distribusi Gumbel mempunyai sifat bahwa koefisien skewness $C_v = 1,1396$ dan koefisien kurtosis $C_k = 5,4002$ (Sri Harto, 1993).

Tabel 2.3 Hubungan reduksi variant rata-rata (Y_n) dengan jumlah data (n)

n	Y_n	n	Y_n	n	Y_n	n	Y_n
10	0,4952	33	0,5388	56	0,5508	79	0,5567
11	0,4996	34	0,5396	57	0,5511	80	0,5569
12	0,5053	35	0,5403	58	0,5515	81	0,5570
13	0,5070	36	0,5410	59	0,5518	82	0,5572
14	0,5100	37	0,5418	60	0,5521	83	0,5574
15	0,5128	38	0,5424	61	0,5524	84	0,5576
16	0,5157	39	0,5430	62	0,5527	85	0,5578
17	0,5181	40	0,5436	63	0,5530	86	0,5580
18	0,5202	41	0,5442	64	0,5533	87	0,5581
19	0,5220	42	0,5448	65	0,5535	88	0,5583
20	0,5235	43	0,5453	66	0,5538	89	0,5585
21	0,5252	44	0,5258	67	0,5540	90	0,5586
22	0,5268	45	0,5463	68	0,5543	91	0,5587
23	0,5238	46	0,5468	69	0,5545	92	0,5589
24	0,5296	47	0,5473	70	0,5548	93	0,5591
25	0,5309	48	0,5447	71	0,5550	94	0,5592
26	0,5320	49	0,5481	72	0,5552	95	0,5593
27	0,5332	50	0,5485	73	0,5555	96	0,5595
28	0,5343	51	0,5489	74	0,5557	97	0,5596
29	0,5353	52	0,5493	75	0,5559	98	0,5598
30	0,5362	53	0,5497	76	0,5561	99	0,5599
31	0,5371	54	0,5501	77	0,5563	100	0,5600
32	0,5380	55	0,5504	78	0,5565		

Sumber: Soewarno, 1995.

Tabel 2.4. Tabel Hubungan antara deviasi standar dari reduksi variat (S_n) dengan jumlah data (n)

n	S_n	n	S_n	n	S_n	n	S_n
10	0,9497	33	1,1226	56	1,1696	79	1,1930
11	0,9676	34	1,1255	57	1,1708	80	1,1938
12	0,9833	35	1,1285	58	1,1721	81	1,1945
13	0,9972	36	1,1313	59	1,1734	82	1,1953
14	1,0098	37	1,1339	60	1,1747	83	1,1953
15	1,0206	38	1,1363	61	1,1759	84	1,1967
16	1,0316	39	1,1388	62	1,1770	85	1,1973
17	1,0411	40	1,1413	63	1,1782	86	1,1980
18	1,0493	41	1,1436	64	1,1793	87	1,1987
19	1,0566	42	1,1458	65	1,1803	88	1,1994
20	1,0629	43	1,1480	66	1,1814	89	1,2001
21	1,0696	44	1,1490	67	1,1824	90	1,2007
22	1,0754	45	1,1518	68	1,1834	91	1,2013
23	1,0811	46	1,1538	69	1,1844	92	1,2020
24	1,0864	47	1,1557	70	1,1854	93	1,2026
25	1,0914	48	1,1574	71	1,1863	94	1,2032
26	1,0961	49	1,1590	72	1,1873	95	1,2038
27	1,1004	50	1,1607	73	1,1881	96	1,2044
28	1,1047	51	1,1590	74	1,1890	97	1,2049
29	1,1086	52	1,1638	75	1,1898	98	1,2055
30	1,1124	53	1,1653	76	1,1906	99	1,2060
31	1,1159	54	1,1667	77	1,1915	100	1,2065
32	1,1193	55	1,1681	78	1,1923		

Sumber: Soewarno, 1995.

B. Distribusi Normal

Distribusi normal adalah simetris terhadap sumbu vertikal dan berbentuk lonceng yang juga disebut distribusi Gauss. Distribusi normal mempunyai dua parameter yaitu rerata μ dan deviasi standar σ dari populasi. Dalam prakteknya, nilai rerata \bar{x} dan deviasi standar s diturunkan dari data sampel untuk menggantikan μ dan σ . Fungsi distribusi normal mempunyai bentuk:

$$p(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(X-\mu)^2}{2\sigma^2}} \dots\dots (2.13)$$

dengan X adalah variabel random dan $p(X)$ adalah fungsi probabilitas kontinyu. Apabila variabel X ditulis dalam bentuk berikut:

$$z = \frac{X-\mu}{\sigma} \dots\dots (2.14)$$

Maka persamaan (2.13) menjadi :

$$p(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-z^2/2} \dots\dots (2.15)$$

Dengan z adalah satuan standar, yang terdistribusi normal dengan rerata nol dan deviasi standar satu. Persamaan (2.15) dapat ditulis dalam bentuk:

$$X = \mu + z\sigma$$

di mana z adalah faktor frekuensi dari distribusi normal. Pada umumnya faktor frekuensi dari distribusi statistik diberi notasi K .

Fungsi densitas kumulatif (CDF) dapat diturunkan dengan integrasi dari fungsi densitas probabilitas (Persamaan 2.15), yang menghasilkan:

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-z^2/2} \dots\dots 2.16)$$

Dengan $F(z)$ adalah probabilitas kumulatif. Distribusi normal adalah simetris terhadap sumbu vertikal. Dalam pemakaian praktis, biasanya hitungan dilakukan dengan tidak menggunakan persamaa-persamaan tersebut, tetapi telah dibuat tabel seperti diberikan dalam Tabel 2.5.

Sri Harto (1993) memberikan sifat-sifat distribusi normal, yaitu nilai koefisien kemencengan (*skewness*) sama dengan nol ($C_s \approx 0$) dan nilai koefisien kurtosis $C_k \approx 3$. Selain itu terdapat sifat-sifat distribusi frekuensi kumulatif berikut ini.

$$P(\bar{x} - s) = 15,87\%$$

$$P(\bar{x}) = 50\%$$

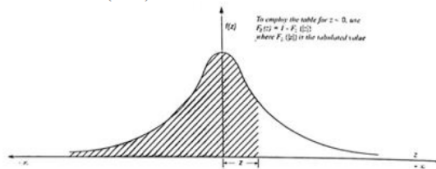
$$P(\bar{x} + s) = 84,14\%$$

Kemungkinan variat berada pada daerah $(\bar{x} - s)$ dan $(\bar{x} + s)$ adalah 68,27% dan yang berada antara $(\bar{x} - 2s)$ dan $(\bar{x} + 2s)$ adalah 95,44%.

Tabel 2.5 Probabilitas kumulatif distribusi normal standar

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7641	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7910	0.7939	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8186	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621
1.1	0.8643	0.8665	0.8686	0.8708	0.8729	0.8749	0.8770	0.8790	0.8810	0.8830
1.2	0.8849	0.8869	0.8888	0.8907	0.8925	0.8944	0.8962	0.8980	0.8997	0.9015
1.3	0.9032	0.9049	0.9066	0.9082	0.9099	0.9115	0.9131	0.9147	0.9162	0.9177
1.4	0.9192	0.9207	0.9222	0.9236	0.9251	0.9265	0.9279	0.9292	0.9306	0.9319
1.5	0.9332	0.9345	0.9357	0.9370	0.9382	0.9394	0.9406	0.9418	0.9429	0.9441
1.6	0.9452	0.9463	0.9474	0.9484	0.9484	0.9505	0.9515	0.9525	0.9535	0.9545
1.7	0.9954	0.9564	0.9573	0.9582	0.9591	0.9599	0.9608	0.9616	0.9625	0.9633
1.8	0.9641	0.9649	0.9656	0.9664	0.9671	0.9671	0.9686	0.9693	0.9699	0.9706
1.9	0.9713	0.9719	0.9726	0.9732	0.9738	0.9738	0.9750	0.9756	0.9761	0.9767
2.0	0.9772	0.9778	0.9783	0.9788	0.9793	0.9798	0.9803	0.9809	0.9812	0.9817
2.1	0.9821	0.9826	0.9830	0.9834	0.9838	0.9842	0.9846	0.9850	0.9854	0.9857
2.2	0.9861	0.9864	0.9868	0.9871	0.9875	0.9878	0.9881	0.9884	0.9887	0.9890
2.3	0.9893	0.9896	0.9898	0.9901	0.9904	0.9906	0.9909	0.9911	0.9913	0.9916
2.4	0.9918	0.9920	0.9922	0.9925	0.9927	0.9929	0.9931	0.9932	0.9934	0.9936
2.5	0.9938	0.9940	0.9941	0.9943	0.9945	0.9946	0.9948	0.9949	0.9951	0.9952
2.6	0.9953	0.9955	0.9956	0.9957	0.9959	0.9960	0.9961	0.9962	0.9963	0.9964
2.7	0.9965	0.9966	0.9967	0.9968	0.9969	0.9970	0.9971	0.9972	0.9973	0.9974
2.8	0.9974	0.9975	0.9976	0.9977	0.9977	0.9978	0.9979	0.9979	0.9980	0.9981
2.9	0.9981	0.9982	0.9982	0.9983	0.9984	0.9984	0.9985	0.9985	0.9986	0.9986
3.0	0.9987	0.9987	0.9987	0.9988	0.9988	0.9989	0.9989	0.9989	0.9990	0.9990
3.1	0.9990	0.9991	0.9991	0.9991	0.9992	0.9992	0.9992	0.9992	0.9993	0.9993
3.2	0.9993	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9994	0.9995	0.9995	0.9995
3.3	0.9995	0.9995	0.9995	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9996	0.9997
3.4	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9997	0.9998

Sumber: Grant, E. L., and R.S. Leavenworth, *Statistical Quality and Control*, Tabel A, p.643. Mc Graw-Hill, New York, 1972. Dimuat dalam Chow et. Al (1988)



C. Distribusi Log Normal

Distribusi log normal digunakan apabila nilai-nilai dari variabel random tidak mengikuti distribusi normal, tetapi nilai logaritmanya memenuhi distribusi normal. Dalam hal ini, Fungsi densitas probabilitas (PDF) diperoleh dengan melakukan transformasi, yang dalam hal ini digunakan persamaan transformasi berikut:

$$y = \ln x \text{ Atau } y = \log x$$

Parameter dari distribusi log normal adalah rerata dan deviasi standar dari y yaitu μ_y dan σ_y . Dengan menggunakan transformasi tersebut maka:

$$p(X) = \frac{1}{\sigma_y \sqrt{2\pi}} e^{-(y-\mu_y)^2/(2\sigma_y^2)} \dots\dots (2.17)$$

Fungsi densitas kumulatif (CDF) dapat diturunkan dengan integrasi dari fungsi densitas probabilitas, yang menghasilkan:

$$F(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_y} \int_{-\infty}^y e^{-(y-\mu_y)^2/(2\sigma_y^2)} dy \dots\dots (2.18)$$

dengan $F(z)$ adalah probabilitas kumulatif.

Hitungan distribusi log normal dilakukan dengan menggunakan tabel yang sama dengan distribusi normal, yaitu Tabel 2.5.

Sri Harto (1993) memberikan sifat-sifat distribusi log normal, berikut:

$$\text{Nilai kemencengan : } C_s = C_v^3 + 3C_v$$

$$\text{Nilai kurtosis : } C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$$

D. Distribusi Log Person – III

Pearson telah mengembangkan banyak model matematik fungsi distribusi untuk membuat persamaan empiris dari suatu distribusi. Ada 12 tipe distribusi Pearson, namun hanya distribusi log Pearson III yang banyak digunakan dalam hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum. Bentuk distribusi log Pearson III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson III dengan transformasi variat menjadi nilai log. PDF dari distribusi log Pearson III mempunyai bentuk berikut:

$$p(x) = \frac{x^{\gamma-1} e^{-x/\beta}}{\beta^\gamma \Gamma(\gamma)} \dots\dots (2.19)$$

dengan β dan γ adalah parameter.

Rerata dari distribusi gamma adalah $\beta\gamma$, varians adalah $\beta^2\gamma$, dan kemencengan adalah $2/(\gamma)^{1/2}$. Persamaan CDF mempunyai bentuk:

$$\Gamma(\gamma) = \int_0^\infty x^{\gamma-1} e^{-x} dx \dots\dots (2.20)$$

Bentuk kumulatif dari distribusi log Pearson III dengan nilai variant X apabila digambarkan pada kertas probabilitas logaritmik akan membentuk persamaan garis lurus. Persamaan tersebut mempunyai bentuk berikut:

$$y_T = \bar{y} + K_T s_y \dots\dots (2.21)$$

Dengan:

y_T : nilai logaritmik dari x dengan periode ulang T

\bar{y} : nilai rerata dari y_i

s_y : deviasi standar dari y_i

K_T : faktor frekuensi, yang merupakan fungsi dari probabilitas (atau periode ulang) dan koefisien kementingan C_{sy} yang diberikankan dalam Tabel 2.6.

Distribusi log Pearson III digunakan apabila parameter statistik C_s dan C_k mempunyai nilai selain dari parameter statistik untuk distribusi yang lain (normal, log normal, dan Gumbel). Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log Pearson III

1. Data debit banjir maksimum tahunan disusun dalam tabel.
2. Hitung nilai logaritma dari data debit banjir tersebut dengan transformasi:

$$y_i = \ln x_i \text{ Atau } y_i = \log x_i$$

3. Hitung nilai rerata \bar{y} , deviasi standar s_y , koefisien kemencengan C_{sy} dari nilai logaritma y_i
4. Dihitung nilai y_j untuk berbagai periode ulang yang dikehendaki dengan menggunakan Persamaan (2.10).
5. Hitung debit banjir untuk setiap periode ulang dengan menghitung nilai anti-lognya:

$$x_T = \text{arc ln } y \text{ Atau } x_T = \text{arc log } y$$

Tabel 2.6. Nilai K untuk distribusi Log Pearson III

Kemencengan (CS)	Periode Ulang							
	2	5	10	25	50	100	500	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
3.0	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250
2.5	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.2	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444	6.200
2.0	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
1.8	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.6	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990	5.390
1.4	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.2	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.0	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
0.9	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
0.8	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312	4.250
0.7	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.6	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.3	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.2	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.1	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0.0	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
-0.1	0.017	0.836	1.270	1.761	2.000	2.252	2.482	3.950
-0.2	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.3	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.5	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400
-0.6	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.7	0.166	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.150
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.488	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910
-1.0	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.200	1.216	1.280
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.089	1.097	1.130
-2.0	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	1.095	1.000
-2.2	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910
-2.5	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800	0.802
-3.0	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

Sumber: Soewarno, 1995



**BAB
IV**

PENGUJIAN

A. Uji kecocokan

Diperlukan pengujian parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah (1) chi-kuadrat dan (2) Smirnov-Kolmogorov.

B. Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi yang telah dipilih mewakili distribusi statistik sampel data yang dianalisis. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter χ^2 , yang dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots (2.22)$$

Dengan:

χ^2 = parameter chi-kuadrat terhitung

G = jumlah sub kelompok

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok i

Nilai χ^2 yang diperoleh harus lebih kecil dari nilai χ_{cr}^2 (Chi-Kuadrat kritik), untuk suatu derajat nyata tertentu, yang sering diambil 5%. Derajat kebebasan dihitung dengan persamaan:

$$DK = K - (\alpha + 1) \dots\dots (2.23)$$

dengan:

DK = derajat kebebasan

K = banyaknya kelas

α = banyaknya keterikatan (banyaknya parameter), untuk uji Chi-Kuadrat adalah 2

nilai χ_{cr}^2 (Chi-Kuadrat kritik) dapat dilihat pada Tabel 2.7. Disarankan agar banyaknya kelas tidak kurang dari 5 dan frekuensi absolut tiap kelas tidak kurang dari 5 pula.

C. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov sering disebut juga uji kecocokan non-parametik, karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

1. Urutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$X_3 = P(X_3)$, dan seterusnya.

2. Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).

$$X_1 = P'(X_1)$$

$$X_2 = P'(X_2)$$

$X_3 = P'(X_3)$, dan seterusnya.

3. Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).

$$X_1 = P'(X_1)$$

$$X_2 = P'(X_2)$$

$X_3 = P'(X_3)$, dan seterusnya.

Tabel 2.7. Nilai Chi-Kuadrat kritik

dk	Taraf Signifikansi					
	50%	30%	20%	10%	5%	1%
1	0,455	1,074	1,642	2,706	3,841	6,635
2	1,386	2,408	,219	4,605	5,991	9,210
3	2,366	3,665	4,642	6,251	7,815	11,341
4	3,357	4,878	5,989	7,779	9,488	13,277
5	4,351	6,064	7,289	9,236	11,070	15,086
6	5,348	7,231	8,558	10,645	12,592	16,812
7	6,346	8,383	9,803	12,017	14,067	18,475
8	7,344	9,524	11,030	13,362	15,507	20,090
9	8,343	10,656	12,242	14,684	16,919	21,666
10	9,342	11,781	13,442	15,987	18,307	23,209
11	10,341	12,889	14,631	17,275	19,675	24,725
12	11,340	14,011	15,812	18,549	21,026	26,217
13	12,340	15,119	16,985	19,812	22,362	27,688
14	13,339	16,222	18,151	21,064	23,685	29,141
15	14,339	17,222	19,311	22,307	24,996	30,578
16	15,338	18,418	20,465	23,542	26,296	32,000
17	16,338	19,511	21,615	24,769	27,587	33,409
18	17,338	20,601	22,760	25,989	28,869	34,805
19	18,338	21,689	23,900	27,204	30,144	36,191
20	19,337	22,775	25,038	28,412	31,410	37,566
21	20,337	23,858	26,171	29,615	32,671	38,932
22	21,337	24,939	27,301	30,813	33,924	40,289
23	22,337	26,018	28,429	32,007	35,172	41,638
24	23,337	27,096	29,553	33,196	35,415	42,980
25	24,337	28,172	30,675	34,382	37,652	44,314
26	25,336	29,246	31,795	35,563	38,885	45,642
27	26,336	30,319	32,912	36,741	40,113	46,963
28	27,336	31,391	34,027	37,916	41,337	48,278
29	28,336	32,461	35,139	39,087	42,557	49,588
30	29,336	33,530	36,250	40,256	43,773	50,892

4. Urutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya).

$$X_1 = P'(X_1)$$

$$X_2 = P'(X_2)$$

$$X_3 = P'(X_3), \text{ dan seterusnya.}$$

5. Dari kedua nilai peluang tersebut, tentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D \text{ maksimum} = (P(X_n) - P'(X_n)) \dots\dots (2.24)$$

6. Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*) tentukan harga D_0 dari Tabel 2.8.

Tabel 2.8 Nilai Kritis D_0 untuk uji Smirnov-Kolmogorov

N	Derajat Kepercayaan, 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	0,19
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	$\frac{1,07}{N^{0,5}}$	$\frac{1,22}{N^{0,5}}$	$\frac{1,36}{N^{0,5}}$	$\frac{1,63}{N^{0,5}}$

Sumber: Suripin, 2004

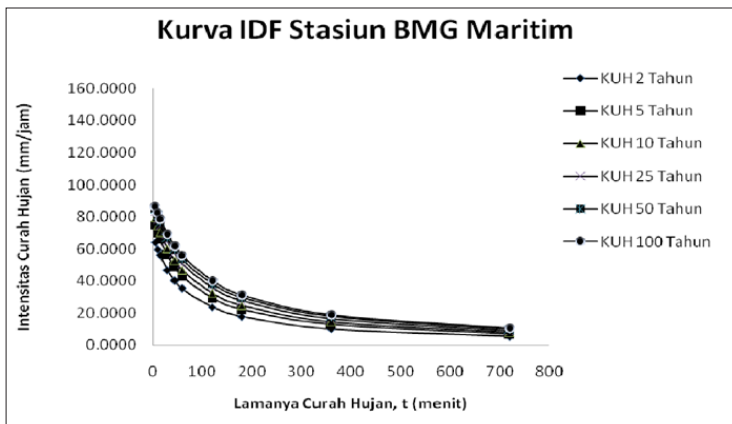


**BAB
V**

**ANALISIS INTENSITAS HUJAN
DAN ANALISIS HUBUNGAN**

A. Analisis Intensitas Hujan

Intensitas hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Hubungan antara intensitas, lama hujan dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi (*Intensity-Duration-Frequency Curve*) seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2. Kurva IDF Stasiun BMG Maritim Lampung (Susilowati, 2010)

Analisis IDF dilakukan untuk memperkirakan debit aliran puncak berdasarkan data hujan titik (satu stasiun pencatat hujan). Data yang digunakan adalah data

hujan jangka pendek , misalnya 5 menit, 10 menit, 30 menit, 60 menit atau lebih. Data hujan jenis ini hanya dapat diperoleh dari pos penakar hujan otomatis. Selanjutnya, berdasarkan data hujan jangka pendek tersebut, lengkung IDF dapat dibuat dengan salah satu dari persamaan berikut:

a. Rumus Talbot (1881)

Rumus ini banyak digunakan karena mudah diterapkan dan tetapan-tetapan a dan b ditentukan dengan harga-harga yang terukur:

$$I = \frac{a}{t+b} \dots\dots (2.25)$$

dimana

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

a dan b = konstanta yang tergantung pada lamanya hujan yang terjadi di DAS.

$$a = \frac{\sum[t \cdot t] \sum[t^2] - \sum[t^2 t] \sum[t]}{N \sum[t^2] - \sum[t][t]} \dots\dots (2.26)$$

$$b = \frac{\sum[t \cdot t] \sum[t] - N \sum[t^2 t]}{N \sum[t^2] - \sum[t][t]} \dots\dots (2.27)$$

b. Rumus Sherman (1905)

Rumus ini mungkin cocok untuk jangka waktu curah hujan yang lamanya lebih dari 2 jam.

$$I = \frac{a}{t^n} \dots\dots (2.28)$$

dimana

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

n = konstanta

$$\log a = \frac{\sum[\log I] \sum[(\log t)^2] - \sum[\log t \cdot \log I] \sum[\log t]}{N \sum[(\log t)^2] - \sum[\log t][\log t]} \dots\dots (2.29)$$

$$n = \frac{\sum[\log I] \sum[\log t] - N \sum[\log t \cdot \log I]}{N \sum[(\log t)^2] - \sum[\log t][\log t]} \dots\dots (2.30)$$

c. Rumus Ishiguro (1953)

Dinyatakan dengan persamaan:

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

dimana

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

a dan b = konstanta

$$a = \frac{\sum[I\sqrt{t}] \sum[t^2] - \sum[t^2\sqrt{t}] \sum[I]}{N \sum[t^2] - \sum[I][t]} \dots\dots (2.31)$$

$$b = \frac{\sum[I] \sum[t\sqrt{t}] - N \sum[t^2\sqrt{t}]}{N \sum[t^2] - \sum[I][t]} \dots\dots (2.32)$$

di mana

[] = jumlah angka-angka dalam tiap suku

N = banyaknya data

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus Mononobe

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots (2.33)$$

di mana

I = intensitas hujan (mm/jam)

t = lamanya hujan (jam)

R₂₄ = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

B. Analisis Hubungan

Analisis hubungan adalah bentuk analisis variabel (data) penelitian untuk mengetahui derajat atau kekuatan hubungan, bentuk atau arah hubungan di antara variabel-variabel, dan besarnya pengaruh variabel yang satu (variabel bebas, variabel independent) terhadap variabel lainnya (variabel terikat, variabel dependen).

Teknik statistik yang digunakan dalam analisis hubungan meliputi analisis korelasi (koefisien korelasi), koefisien penentu atau koefisien determinasi, dan

analisis regresi (persamaan regresi linier), baik untuk hubungan yang melibatkan hanya dua variabel maupun untuk hubungan yang melibatkan lebih dari dua variabel serta uji statistiknya masing-masing.

1. Koefisien Korelasi

Koefisien korelasi adalah indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur derajat hubungan, meliputi kekuatan hubungan dan bentuk/arah hubungan.

Untuk kekuatan hubungan, nilai koefisien korelasi berada di antara -1 dan +1. Untuk bentuk/arah hubungan, nilai koefisien korelasi dinyatakan dalam positif (+) dan negatif (-), atau $(-1 \leq KK \leq +1)$.

- koefisien korelasi bernilai positif terjadi apabila kedua variabel (atau lebih) yang berhubungan itu menunjukkan adanya perubahan yang searah (pararel). Artinya, kenaikan variabel X selalu diikuti oleh kenaikan variabel Y, begitu juga penurunan variabel X selalu diikuti oleh penurunan variabel Y. Semakin dekat nilai koefisien korelasi ke +1, semakin kuat korelasi positifnya.
- koefisien korelasi bernilai negatif terjadi apabila kedua variabel (atau lebih) yang berhubungan itu menunjukkan adanya perubahan yang berlawanan arah. Artinya, kenaikan variabel X selalu diikuti oleh

penurunan variabel Y, begitu juga penurunan variabel X selalu diikuti oleh kenaikan variabel Y. Semakin dekat nilai koefisien korelasi k_1 -1, semakin kuat korelasi negatifnya.

- Jika koefisien korelasinya bernilai 0 (nol) maka variabel tidak menunjukkan korelasi.
- Jika koefisien korelasi bernilai +1 atau -1 maka variabel-variabel menunjukkan korelasi positif atau negatif sempurna.

Untuk menentukan keeratan hubungan/korelasi antar variabel tersebut, berikut diberikan nilai-nilai dari KK sebagai acuan.

Tabel 2.9 Interval nilai koefisien korelasi (KK) dan kekuatan hubungan

No.	Interval nilai KK	Kekuatan Hubungan
1.	$KK = 0$	Tidak ada
2.	$0,00 < KK \leq 0,20$	Sangat rendah atau lemah sekali
3.	$0,20 < KK \leq 0,40$	Rendah atau lemah tapi pasti
4.	$0,40 < KK \leq 0,70$	Cukup berarti atau sedang
5.	$0,70 < KK \leq 0,90$	Tinggi atau kuat
6.	$0,90 < KK \leq 1,00$	Sangat Tinggi atau kuat sekali, dapat diandalkan
7.	$KK = 1,00$	Sempurna

Salah satu teknik korelasi yang dapat dipergunakan untuk menguji atau mencari koefisien korelasi antara dua atau lebih variabel bebas (X) dan satu variabel terikat (Y) adalah koefisien korelasi Pearson. Rumus dari koefisien korelasi Pearson:

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{[n \sum X^2 - (\sum X^2)][n \sum Y^2 - (\sum Y^2)]}} \dots\dots (2.34)$$

Dengan:

r_{xy} = koefisien korelasi pearson

X = variabel bebas

Y = variabel terikat

2. Koefisien determinasi

Koefisien determinasi pada intinya mengukur seberapa jauh kemampuan model dalam menerangkan variasi variabel terikat. Nilai koefisien determinasi adalah antara nol dan satu ($0 \leq R^2 \leq 1$). Nilai R^2 yang kecil berarti kemampuan variabel bebas dalam menjelaskan variabel terikat sangat terbatas. Nilai yang mendekati satu berarti variabel bebas memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel terikat secara simultan (Sugiyono, 2015). Koefisien Determinasi dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$R^2 = (KK)^2 \times 100\% \dots\dots (2.35)$$

dengan

R^2 = koefisien determinasi

KK = koefisien korelasi



**BAB
VI**

PERAMALAN

A. Peramalan (*Forecasting*)

Tujuan dalam analisis time series adalah untuk meramalkan nilai masa depan (Wei, 2006). Tujuan peramalan adalah untuk menghasilkan ramalan optimum yang tidak memiliki galat atau sebisa mungkin galat yang kecil yang mengacu pada *Mean Square Deviation* (MSD) ramalannya. Oleh karena itu, setiap model peramalan pasti menghasilkan kesalahan. Jika tingkat kesalahan yang dihasilkan semakin kecil, maka hasil peramalan akan semakin mendekati tepat. Setelah semua tahap dilakukan dan diperoleh model, maka model ini selanjutnya dapat digunakan untuk melakukan peramalan untuk data periode selanjutnya.

Alat ukur yang digunakan untuk menghitung kesalahan prediksi, antara lain:

1. Mean Square Deviation (MSD)

$$MSD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X}_t)^2 \quad \dots\dots (2.36)$$

2. Mean Absolute Deviation (MAD)

$$MSD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |X_t - \hat{X}_t| \quad \dots\dots (2.37)$$

3. Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

$$MAPE = \frac{100\%}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{X_t - \hat{X}_t}{X_t} \right| \dots\dots (2.38)$$

dengan

n = banyaknya data

X_t = data observasi pada waktu t

\hat{X}_t = data hasil peramalan pada waktu t

MAPE termasuk alat ukur ketepatan model peramalan yang paling sering digunakan dibandingkan MAD, MSD, RMSE atau lainnya. Hal ini karena nilai MAPE lebih mudah diinterpretasikan dibandingkan alat ukur yang lain tersebut. Nilai MAPE sebesar 10% dapat diartikan bahwa selisih rata-rata nilai peramalan dengan nilai sebenarnya adalah 10%.

Lewis (1982) dalam Moreno et. al (2013) menggambarkan karakteristik nilai MAPE dalam peramalan sebagai berikut:

Nilai MAPE (%)	Interpretasi
≤ 10	Hasil peramalan sangat akurat
10 - 20	Hasil peramalan baik
20 – 50	Hasil peramalan layak (cukup baik)
> 50	Hasil peramalan tidak akurat

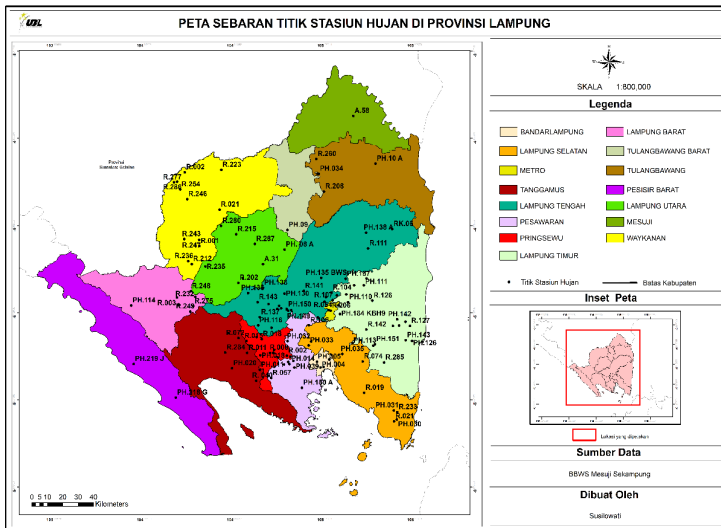


**BAB
VII**

ANALISA DATA HUJAN

A. Analisa Data Hujan

Data curah hujan harian maksimum pada penelitian ini merupakan data sekunder dari Balai Besar Wilayah Sungai Mesuji Sekampung (BBWS) yang dikumpulkan dari 126 pos hujan yang tersebar di 15 kabupaten/kota Provinsi Lampung. Panjang pengamatan penelitian dibatasi hanya data hujan dari tahun 2011 hingga tahun 2020. Ordinat lokasi, nama pos hujan dan ketersediaan data penelitian dapat dilihat pada Tabel 4.1, sedangkan sebaran pos hujan dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Peta sebaran pos hujan di Provinsi Lampung

Pada Tabel 4.1 ketersediaan data curah hujan untuk penelitian, dari 126 pos hujan terdapat 12 pos hujan yang tidak lengkap datanya dengan alasan beberapa pos hujan tersebut pindah lokasi dan menjadi pos hujan yang baru (ordinat dan nama pos hujan berbeda).

Tabel 4.1 Titik koordinat, nama pos hujan dan ketersediaan data untuk penelitian

No	Nama Pos Hujan	Ordinat Lokasi		Ketersediaan Data
		Lintang Selatan (LS)	Bujur Timur (BT)	
1	PH.001 Teluk Betung Utara	05° 26' 07.7"	105° 15' 53.3"	2011 - 2020
2	PH.003 Sukarame	05° 23' 35.1"	105° 17' 54.2"	2011 - 2020
3	PH.004 Sumur Putri	05° 26' 18.8"	105° 14' 49.3"	2011 - 2020
4	PH.005 Sumber Rejo Sejahtera	05° 24' 22.2"	105° 13.06' 0"	2011 - 2020
5	PH.032 Bumi Sari	05° 17' 28.3"	105° 11' 33.7"	2011 - 2020
6	PH.033 Negara Ratu	05° 18' 49.0"	105° 10' 43.7"	2011 - 2020
7	PH.034 Sidosari	04° 20' 17.6"	105° 14' 10.1"	2011 - 2020
8	PH.035 Way Galih	05° 21' 44.3"	105° 22' 28.1"	2011 - 2020
9	R.019 Talang Baru	05° 34' 56.6"	105° 30' 06.9"	2011 - 2020
10	R.074 Gunung Sari	05° 24' 17.0"	105° 29' 36.5"	2011 - 2020
11	PH.030 Penengahan	05° 44' 04.5"	105° 41' 33.0"	2011 - 2020
12	PH.031 (Way Pisang)	05° 40' 58.7"	105° 40' 28.4"	2011 - 2020
13	R.233 Pulau Tengah	05° 36' 04.1"	105° 41' 44.8"	2011 - 2020
14	R.021 Penengahan	05° 44' 42.5"	105° 40' 35.3"	2011 - 2020

15	PH.109 KB. VII - Pekalongan	05° 05' 08.2"	105° 21' 12.6"	2011 - 2020
16	PH.110 Dam Garongan	05° 04' 02.7"	105° 24' 28.7"	2011 - 2020
17	PH.119 Bj. I Danau Jepara	05° 12' 08.7"	105° 40' 12.2"	2011 - 2020
18	PH.123 Braja Indah	05° 10' 46.0"	105° 44' 34.5"	2011 - 2020
19	PH.124 Jepara Lama	05° 12' 01.6"	105° 42' 23.2"	2011 - 2020
20	PH.126 Mandala Sari	05° 17' 17.3"	105° 46' 52.3"	2011 - 2020
21	PH.127 BJKi XV	05° 12' 08.6"	105° 46' 09.5"	2011 - 2020
22	PH.142 BJKi VIII Jepara	05° 09' 55.0"	105° 41' 39.4"	2011 - 2020
23	PH.143 Basecamp - Curup	05° 17' 02.1"	105° 44' 39.8"	2011 - 2020
24	PH.183 KBH. 14	05° 08' 01.1"	105° 26' 07.2"	2011 - 2020
25	PH.184 KBH. 9	05° 08' 04.7"	105° 21' 37.9"	2011 - 2020
26	PH.185 BRU. 4	05° 01' 25.6"	105° 23' 51.7"	2011 - 2020
27	PH.186 BRU. 4 Kota Raman	04° 58' 16.7"	105° 26' 37.4"	2011 - 2020
28	R.107 Dam Raman	05° 03' 23"	105° 19' 02.2"	2011 - 2020
29	R.126 Sukadana- Kebon jati	05° 03' 33.1"	105° 32' 57.6"	2011 - 2020
30	R.285 Bungkok	05° 24' 37.1"	105° 37' 07.3"	2011 - 2020
31	PH.113 Sekampung Udik	05° 18' 52.5"	105° 33' 18.1"	2011 - 2020
32	PH.151 Dam Batu Keting	05° 18' 24.3"	105° 33' 53.1"	2011 - 2020
33	R.127 Negara Batin	05° 12' 08.6"	105° 46' 09.5"	2011 - 2020
34	PH.111 UPTD Purbolinggo	04° 58' 16.3"	105° 29' 59.2"	2011 - 2020
35	PH.112 G. VII	04° 55' 58.6"	105° 30' 59.4"	2011 - 2020
36	R.142 Sukaraja Tiga	05° 13' 24.2"	105° 30' 53.0"	2011 - 2020
37	R.106 Bendung Argoguruh	05° 11' 56.8"	105° 10' 46"	2011 - 2020

38	R.057 Sukajaya	05° 29' 54.5"	104° 57' 34.8"	2011 - 2020
39	PH.150.A Lubuk Bakak	05° 33' 14.76"	105° 08' 17.2"	2019- 2020
40	PH.149.A Roworejo	05° 00' 00"	105° 00' 00"	2019 - 2020
41	PH.114 Binjai	05° 09' 11.8"	104° 08' 32.5"	2011 - 2020
42	PH.039 Gunung Batu	05° 26' 18.9"	105° 05' 40.5"	2011 - 2020
43	PH.036 Cipadang - Padang Ratu	05° 25' 10.8"	105° 03' 57.0"	2011 - 2020
44	PH.010 Way Lunik - Kedondong	05° 29' 08.8"	104° 56' 25.0"	2011 - 2020
45	PH.009 Kuto Dalem	05° 25' 17.0"	105° 02' 02.8"	2011 - 2020
46	PH.008 Gedong Tataan	05° 24' 24.3"	105° 03' 31.8"	2011 - 2020
47	PH.007 Sukadadi -Gedong Tataan	05° 24' 04.0"	105° 05' 18.9"	2011 - 2020
48	R.287 Talang Jali	04° 44' 13.0"	104° 51' 49.9"	2011 - 2020
49	R.280 Gedung Raja	04° 38' 03.7"	104° 39' 58.8"	2011 - 2020
50	R.237 Bendungan Way Rarem	04° 55' 55.7"	104° 47' 34.7"	2011 - 2020
51	R.235 Bukit Kemuning	04° 51' 52.8"	104° 34' 30.3"	2011 - 2020
52	R.215 Jerinjing	04° 40' 54.9"	104° 45' 19.5"	2011 - 2020
53	R.202 Way Kulur - Subik	04° 57' 27.8"	104° 46' 02.3"	2011 - 2020
54	PH. 08.A Bumi Restu	04° 46' 8.8"	105° 02' 12.6"	2020
55	A.31 Kelapa Tujuh	04° 51' 05.6"	104° 54' 40.6"	2011 - 2020
56	R.054 Magelang Metro Barat	05° 06' 47.1"	105° 17' 41.0"	2011 - 2020
57	R.206 PSDA - Metro	05° 06' 57.2"	105° 18' 23.2"	2011 - 2020
58	R.260 Purwa Jaya (Unit 1)	04° 15' 14.8"	105° 13' 20.9"	2011 - 2020
59	R.208 Menggala	04° 26' 18.8"	105° 16' 01.4"	2011 - 2020
60	PH.09 Daya Murni	04° 39' 25.6"	105° 03' 11.9"	2014 - 2020

61	PH.10.A Tri Tunggal Jaya	04° 16' 49.2"	105° 04' 03.1"	2019 - 2020
62	PH.020 Gisting Atas	05° 26' 35.1"	104° 43' 48.8"	2011 - 2020
63	R.011 Banjar Agung Udik	05° 21' 20.2"	104° 49' 07.6"	2011 - 2020
64	R. 040 Pematang Nebak	05° 30' 49.7"	104° 52' 17.3"	2011 - 2020
65	R. 067 Air Nanningan	05° 14' 36.6"	104° 42' 26.8"	2011 - 2020
66	R.072 Way Harong	05° 16' 16.2"	104° 46' 05.2"	2011 - 2020
67	R.284 Gunung Magang	05° 21' 14.0"	104° 41' 25.9"	2011 - 2020
68	R.003 Pajar Bulan	05° 02' 27.0"	104° 24' 32.1"	2011 - 2020
69	R.232 Kebon Tebu	05° 02' 16.4"	104° 30' 59.1"	2011 - 2020
70	R.234 Air Itam	05° 04' 50.1"	104° 25' 06.5"	2011 - 2020
71	R.248 Sukapura	05° 00' 20.1"	104° 29' 19.8"	2011 - 2020
72	R.249 Rawa Bebek	05° 07' 16.5"	104° 29' 13.3"	2011 - 2020
73	R.275 Bungin II	05° 05' 26.2"	104° 30' 14.9"	2011 - 2020
74	RK.06 Gaya Baru III	04° 39' 06.1"	105° 39' 56.3"	2014 - 2020
75	PH.101 Trimurjo	05° 09' 17.6"	105° 13' 54.6"	2011 - 2020
76	PH.102 Totokraton	05° 03' 50.9"	105° 16' 14.0"	2011 - 2020
77	PH.103 BD. VIII	05° 01' 42.6"	105° 20' 29.5"	2011 - 2020
78	PH.104 DH. IV	05° 00' 47.2"	105° 18' 41.5"	2011 - 2020
79	PH.108 Punggur	05° 02' 18.7"	105° 16' 42.3"	2011 - 2020
80	PH.115 Kaliwungu	05° 12' 48.0"	104° 57' 39.8"	2011 - 2020
81	PH.116 Way Muara Mas	05° 11' 59.1"	104° 52' 59.6"	2011 - 2020
82	PH.117 Way Waya-Kroi	05° 15' 55.1"	104° 52' 27.9"	2011 - 2020
83	PH.118 Way Sungkai	05° 04' 40.7"	104° 56' 37.1"	2011 - 2020
84	PH.130 Dam Seputih	05° 01' 08.2"	105° 02' 14.2"	2011 - 2020
85	PH.135 BWS XIV	04° 55' 46.5"	105° 15' 04.0"	2011 - 2020

86	PH.136 Negeri Agung	05° 00' 56.3"	104° 49' 26.9"	2011 - 2020
87	PH.138.A Bandar Mataram	04° 40' 20.7"	105° 30' 48.4"	2019 - 2020
88	PH.138 Pengubuan	04° 59' 09.1"	104° 54' 39.9"	2011 - 2018
89	PH.144 Way Merias	05° 06' 46.0"	105° 04' 33.3"	2011 - 2020
90	PH.145 Way Tipo Bangun Rejo	05° 06' 22.6"	105° 02' 58.7"	2011 - 2020
91	PH.146 Timbul Rejo	05° 06' 18.5"	104° 59' 42.8"	2011 - 2020
92	PH.147 Way Lilian Mas	05° 05' 17.2"	105° 00' 20.2"	2011 - 2020
93	PH.148 Suka Negara	05° 06' 10.5"	105° 01' 03.5"	2011 - 2020
94	PH.149 Sinar Luas	05° 06' 58.3"	105° 03' 30.1"	2011 - 2018
95	PH.150 Bangun Rejo	05° 06' 33.1"	105° 03' 01.3"	2011 - 2018
96	PH.187 Rukti Endah	04° 56' 07.3"	105° 23' 37.7"	2011 - 2020
97	R.104 Terbanggi Besar	05° 00' 47.2"	105° 18' 41.5"	2011 - 2020
98	R.111 Rumbia-Reksobinangun	04° 45' 43.9"	105° 31' 29.2"	2011 - 2020
99	R.137 Sendang Asri	05° 09' 11.5"	104° 53' 31.4"	2011 - 2020
100	R.141 Komring Putih	05° 00' 12.2"	105° 08' 57.3"	2011 - 2020
101	R.143 Segala Mider	05° 04' 02.1"	104° 52' 47.6"	2011 - 2020
102	R.286 Way Tuba	04° 22' 58.9"	104° 24' 37.3"	2011 - 2020
103	R.277 Simbang Perikanan	04° 23' 12.0"	104° 22' 29.2"	2011 - 2020
104	R.254 Rantau Jangkung	04° 25' 38.1"	104° 25' 42.3"	2011 - 2020
105	R.247 Tiuh Balak 1	04° 42' 48.8"	104° 32' 17.6"	2011 - 2020
106	R.246 Tanjung Agung	04° 28' 57.6"	104° 28' 06.1"	2011 - 2020
107	R.243 Jaya Tinggi-Kasui	04° 42' 34.1"	104° 27' 05.9"	2011 - 2020
108	R.223 Mesir Ilir	04° 18' 57.1"	104° 40' 04.4"	2011 - 2020

109	R.236 Bendungan Rantau Temiang	04° 50' 03.8"	104° 28' 29.4"	2011 - 2020
110	R.212 Sumber Sari	04° 51' 02.5"	104° 29' 44.3"	2011 - 2020
111	R.021 Mulyasari	04° 32' 29.11"	104° 39' 27.71"	2011 - 2020
112	R.002 Way Tuba (Adinomo)	04° 19' 46.3"	104° 27' 16.7"	2011 - 2020
113	R.001 Banjar Negara	04° 44' 56.5"	104° 32' 24.4"	2011 - 2020
114	A.58 Margo Jadi	04° 00' 33.8"	105° 26' 18.6"	2011 - 2020
115	PH.219 J -Bumi Ratu-Ngambur	05° 25' 08.4"	104° 09' 23.1"	2020
116	PH.218 G Pemerihan Bengkunt	05° 36' 36.0"	104° 24' 06.8"	2020
117	PH.013 Panjerejo	05° 22' 50.3"	104° 59' 48.7"	2011 - 2020
118	PH.011 Way Guring	05° 27' 08.0"	104° 53' 32.6"	2011 - 2020
119	PH.014 Gading Rejo	05° 22' 38.3"	105° 04' 13.3"	2011 - 2020
120	PH.015 Podorejo	05° 20' 20.9"	104° 58' 31.7"	2011 - 2020
121	PH.016 Pajar Esuk II	05° 21' 23.1"	104° 57' 06.7"	2011 - 2020
122	PH.018 Panutan-Pagelaran	05° 22' 10.2"	104° 53' 42.4"	2011 - 2020
123	R.006 Pendopo Pajaresuk	05° 21' 18.1"	104° 58' 15.08"	2011 - 2020
124	R.002 Wonokriyo-Wonodadi	05° 22' 19.2"	105° 03' 04.8"	2011 - 2020
125	R.015 Way Kunyir	05° 17' 18.8"	104° 48' 54.5"	2011 - 2020
126	R.018 Way Wayah-Banyuwangi	05° 16' 39.5"	104° 54' 13.5"	2011 - 2020

Data curah hujan yang berasal dari pos hujan yang memiliki data lengkap sesuai panjang pengamatan, bisa dilakukan tahapan penelitian berikutnya yaitu analisis frekuensi untuk menentukan jenis distribusi yang sesuai untuk setiap pos hujan sebelum dilakukan analisa intensitas

hujan. Untuk data curah hujan yang berasal dari pos hujan yang tidak lengkap, akan digunakan saat analisis metode pendekatan intensitas durasi frekuensi bagi daerah yang belum memenuhi kriteria atau tidak memiliki data terukur (*ungauged basin*).



**BAB
VIII**

ANALISIS FREKUENSI

A. Analisis Frekuensi

Data hujan hasil pengamatan yang digunakan untuk analisis frekuensi dipilih dari seri data lengkap selama beberapa tahun. Pemilihan data hujan untuk analisis frekuensi ini menggunakan metode *annual maximum series*, yaitu dengan memilih satu data maksimum setiap tahunnya (Tabel 4.2). Metode ini digunakan apabila tersedia data hujan minimal 10 tahun data runtu waktu.

Tabel 4.2 Curah Hujan Harian Maksimum (Rmax)

No.	Nama Pos Hujan	Curah Hujan Harian Maksimum, Rmax (mm)										Rata-rata
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
1	PH.001	56	58	152	104	85	64	127	83	81	115	92,5
2	PH.003	0,8	0,8	107,2	66	52,3	62	78	105	215	160	84,71
3	PH.004	520	45	125	47	62	64	58	58	98	104,5	118,15
4	PH.005	112	60	120	97	75	103	140	76	130	125	103,8
5	PH.032	315	41	38	70	60	103	59	95	192	95	106,8
6	PH.033	240	51	79	62	75	49	36	30	192	97	91,1
7	PH.034	600	95	96	81	73	115	133	75	104	108	148
8	PH.035	76	84	240	48,3	100	120	110	70	95	175	111,83
9	R.019	980	66	200	166	187	175	232	128	168	98	240
10	R.074	133,5	120,2	73,5	72,2	62,5	95,5	87,5	76,5	87	120,5	92,89
11	PH.030	425	100	50,1	40	40	33,5	60	78	61	41	92,86
12	PH.031	42	67	93	78	116	76	109	77	115	159	93,2
13	R.233	270	65	46	30	65	33	55	35	38	48	68,5
14	R.021	17,7	15,5	32	34,9	27,9	79	194	89	92,6	137	71,96
15	PH.109	92	85,3	115,3	79,2	128,5	183,5	125	147	167	144	126,68

16	PH.110	114	116	141	117	109	120	127	126	117	90	117,7
17	PH.119	113	108	114	107	137	92	80	113	100	96	106
18	PH.123	32	109	50	39	55	102	34	65	52	123	66,1
19	PH.124	95	106,5	69	42	63	120	104	118	106,5	78,5	90,25
20	PH.126	86	132	110	89	110	102	136,5	109	117	122	111,35
21	PH.127	95,7	98,3	196,9	70,5	212,3	101	120	101,8	117,1	124,5	123,81
22	PH.142	90	45	54	36	45	54	62	61	47	89	58,3
23	PH.143	103,3	125	92	103	85	121	109	112	100	132	108,23
24	PH.183	100	75	101	123	102,5	101	106,5	127	104	127	106,7
25	PH.184	116	105	105	170	183	144	182	197	120	156	147,8
26	PH.185	40	36	36	46	47	116	90	114	56	56	63,7
27	PH.186	95	65,5	93	39	86	93	90	110	67	82	82,05
28	R.107	128	104	87	93	136	173	132	155	113	145	126,6
29	R.126	86	84,16	85	80,5	62,5	100,5	89	100	89	87	86,366
30	R.285	67	100	118	68	80	75	111	90	72	103	88,4
31	PH.113	76	78	90	74	81	90	217	90	108	630	153,4
32	PH.151	80	38	80	53	44	42	111	102	47	38	63,5
33	R.127	91	84,16	83,17	75,5	90,1	81	81	129	119	120	95,393
34	PH.111	109	75	73	76	103	68	117	128	86	126	96,1
35	PH.112	89	138	122	72	117	97	122	142	95	123	111,7
36	R.142	80,5	46	94	88,5	29,5	205	62	94,5	45,5	87	83,25
37	R.106	86	69	113	85	76	122	107	85	80	109,5	93,25
38	R.057	64	70	62	59	71,5	90	92	82	87	75	75,25
39	PH.150A									183,2	113,6	
40	PH.149.A									79	104	
41	PH.114	90	120	82	91	115	81	112	102	74	120	98,7
42	PH.039	602	80	115	85	100	110	150	60	75	96	147,3
43	PH.036	71	69	71	71	99	104	130	270	100	74	105,9
44	PH.010	86	97	73	75	70	79	95	60	90	57	78,2
45	PH.009	85	123	180	132	150	165	165	88	91	92	127,1

46	PH.008	73	76	139	90	108	127	123	87	85	88	99,6
47	PH.007	78	98	89	57	85	83	130	78	63	78	83,9
48	R.287	117,5	93,8	115	99,7	117	90,2	12,5	8,5	8,6	8,9	67,17
49	R.280	100	80	95	95	85	88	45	52	61	138	83,9
50	R.237	60	110	110	132	137	88	74	120	190	201	122,2
51	R.235	109	82	109	77	138	98	165	90	221	97	118,6
52	R.215	152	110	100	110	97	83	98	91,5	80	128,5	105
53	R.202	70	92	111	119	135,5	88,5	105	175	124	120	114
54	PH.08.A										95	
55	A.31	101	119	101	128	114	98	172	76	87	143	113,9
56	R.054	116	67,5	121	66	109,8	129	99	145	135	123	111,13
57	R.206	58	45	86	47	69	98	96	172	100	132	90,3
58	R.260	572	52,8	50	24,1	105	106	119	100	143	112	138,39
59	R.208	120	58	67	70	68	85	119	116	119	132	95,4
60	PH.09				76,2	70	116	109	110	86	152	
61	PH.10.A									88,9	96,3	
62	PH.020	890	82	134	93	114	1030	79	109	91	85	270,7
63	R.011	66	100	104	107	67	68	72	48	211	71	91,4
64	R.040	50	65	156	40	65	390	202,5	98	70	90,5	122,7
65	R.067	70	180	130,9	120,8	82	140,2	88,5	125	107	100	114,44
66	R.072	600	75	95	65	76	760	399	106	76	59	231,1
67	R.284	750	91	87	68	91	91	84	88	74	84	150,8
68	R.003	64,7	113,1	70,6	45,8	56	66,5	58,7	69,5	101,6	84	73,05
69	R.232	84	108	98	103	75	112	100	79	84	104,5	94,75
70	R.234	88	81	100	85	65	128	128	68	94	92	92,9
71	R.248	198	179	226	136	178	172	195	140	168	98	169
72	R.249	235	150	150	176	66	62	47	78	77	76	111,7
73	R.275	38	40	66,5	63	56	154	75	77	118	75	76,25
74	RK.06				102	134	112	108	82,5	88	117	
75	PH.101	116,5	77	108,5	129	82,5	155	102	125	71	99,5	106,6

76	PH.102	66	102	144	100	99	125	125	125	120	125	113,1
77	PH.103	88	70	141	134	134	113	141	112	92	117	114,2
78	PH.104	60	98	88	105	55	129	80	86	101	90	89,2
79	PH.108	113	102	143	81	114	193	142	115	96	90	118,9
80	PH.115	75	66	81	86	74	85	75	83,5	113	126	86,45
81	PH.116	87	94	124	124	71	76	125	78	132	95	100,6
82	PH.117	50	60	95	70,5	55	30,5	118,5	40	80,5	86	68,6
83	PH.118	90	100	80	63	70	80	84	112	147	112	93,8
84	PH.130	900	76	61,5	90	105	744	90	110	126	132	243,45
85	PH.135	84	0	105	104	114	0	41	95	104	103	75
86	PH.136	136	148	117	123	120	130	137	190	124	116	134,1
87	PH.138.A									77,5	78	
88	PH.138	79	75	90	138,5	92,8	900	85	122			
89	PH.144	79	82	112	84	117	135	130	260	113	129	124,1
90	PH.145	110	55	80	33	135	146	116	123	189	109	109,6
91	PH.146	187,2	67,6	156	97	126,8	200	94	105,5	121,5	124	127,96
92	PH.147	109,6	115,3	165,5	91,7	110,3	135,2	93,5	129,5	114,5	107,5	117,26
93	PH.148	86	105	91	70	134,5	150	100	115	123	127	110,15
94	PH.149	100	170	60	33	60	120	135	120			
95	PH.150	38	53	81	32	135	140	135	124			
96	PH.187	142	80	123	90	126	100	106	95	75	170	110,7
97	R.104	77	78	65	93	72	220	149	111	85	130	108
98	R.111	106	110	123	103	173,5	130,2	104	148	81,5	139	121,82
99	R.137	1174	94,6	80,8	88	44	53	43	60	105	77	181,94
100	R.141	100	100	100	100	100	100	100	100	100	84	98,4
101	R.143	22,5	38,5	60,5	75	105,5	590	120	99,5	115	117	134,35
102	R.286	147	79	150	103	126	87	139	177	217	113	133,8
103	R.277	172	90	87	70	60,2	64	113	100	100	97	95,32
104	R.254	900	82,6	80,8	49,5	80	88	100	173	147	112	181,29
105	R.247	116	134	140	137	88	106	128	110	183	140	128,2

106	R.246	80	115	100	140	140	100	115	105	105	150	115
107	R.243	84,4	116,4	90,4	94,2	92,2	101,6	118,6	137,2	110,8	137,6	108,34
108	R.223	65,3	607	50,4	92,4	57	142	63,4	219	93,3	115	150,48
109	R.236	71	56	60	60	65	60	72	40	86	80	65
110	R.212	132	94	130	128	155	91	119	90	130	112	118,1
111	R.021	68	85	85	83	85	85	85	91	75	135	87,7
112	R.002	242	122	163	167	112	74	113	255	139,4	109	149,64
113	R.001	136	109	132	124	89,5	25	25	62	112,1	139	95,36
114	A.58	925	85	77,2	73	138	2270	191	75	122	400	435,62
115	PH.219										114,4	
116	PH.218										154	
117	PH.013	109	60	135	126	114	115	127	59	120	99	106,4
118	PH.011	101	9	60	190	67	71	115	94	72	116	89,5
119	PH.014	63	75	126	82	116	125	150	60	78	67	94,2
120	PH.015	75	68	125	109	129	97	118	105	127	94	104,7
121	PH.016	100	53	130	77	84	102	81	68	118	100	91,3
122	PH.018	100	74	99	78	108	106	107	98	88	90	94,8
123	R.006	80	69	144	177	93	124	104	86	115	121	111,3
124	R.002	84,5	64	120	96,5	103	124	129	69	82	80	95,2
125	R.015	100	111	107,5	74	67	110	96	77	85	72,5	90
126	R.018	65	83	80	104	76	82	101,5	63,5	106,5	90	85,15
CHH Maksimum rata-rata tertinggi											435,62	
CHH Maksimum rata-rata terendah											58,3	

Menurut BMKG, normal curah hujan terbagi menjadi 3 kategori, yaitu rendah (0 – 100 mm), menengah (100 – 300 mm), tinggi (300 – 500 mm), dan sangat tinggi (>500 mm). Pada Tabel 4.2 terlihat curah hujan harian maksimum di 114 pos hujan yang lengkap datanya , sebanyak 51 pos

hujan (44,7%) di Provinsi Lampung, curah hujan harian maksimum rata-rata masuk kategori normal curah hujan rendah (curah hujan harian maksimum rata-rata terendah = 58,3 mm), 54,4% (62 pos hujan) masuk kategori normal curah hujan menengah, dan 0,9% (1 pos hujan) masuk kategori normal curah hujan tinggi dengan curah hujan harian maksimum rata-rata tertinggi di = 435,62 mm.

Analisis frekuensi adalah prosedur memperkirakan frekuensi suatu kejadian pada masa lalu atau masa yang akan datang. Prosedur tersebut dapat digunakan menentukan hujan rancangan dalam berbagai kala ulang berdasarkan distribusi frekuensi yang paling sesuai antara distribusi hujan secara teoritik dengan distribusi hujan secara empirik. Dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data untuk memperkirakan distribusi frekuensi yaitu rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, koefisien kurtosis dan koefisien skewness. Hasil parameter statistik dan jenis distribusi yang sesuai untuk data hujan tiap-tiap pos hujan ditampilkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil parameter statistik dan jenis distribusi yang sesuai dari pos-pos pengukur curah hujan

No	Nama Pos Hujan	Parameter Statistik					Jenis Distribusi Yang Sesuai
		n	Sd (σ)	Cs	Ck	Cv	
1	PH.001	10	31,592	0,656	-0,373	0,342	Log Pearson III
2	PH.003	10	66,336	0,678	0,410	0,783	Log Pearson III
3	PH.004	10	143,704	2,965	9,057	1,216	Log Pearson III
4	PH.005	10	26,549	-0,371	-1,074	0,256	Log Pearson III
5	PH.032	10	85,500	1,948	3,767	0,801	Log Pearson III
6	PH.033	10	69,753	1,540	1,422	0,766	Log Pearson III
7	PH.034	10	159,899	3,083	9,631	1,080	Log Pearson III
8	PH.035	10	56,525	1,503	2,235	0,505	Log Pearson III
9	R.019	10	264,563	2,958	9,089	1,102	Log Pearson III
10	R.074	10	24,093	0,590	-1,030	0,259	Log Pearson III
11	PH.030	10	118,469	2,994	9,190	1,276	Log Pearson III
12	PH.031	10	32,781	0,576	0,737	0,352	Log Pearson III
13	R.233	10	71,903	2,986	9,174	1,050	Log Pearson III
14	R.021	10	58,626	1,080	0,594	0,815	Log Pearson III
15	PH.109	10	34,756	0,137	-0,929	0,274	Log Pearson III
16	PH.110	10	13,183	-0,481	2,176	0,112	Log Pearson III
17	PH.119	10	15,406	0,359	1,237	0,145	Log Pearson III
18	PH.123	10	33,128	0,796	-0,968	0,501	Log Pearson III
19	PH.124	10	25,938	-0,675	-0,604	0,287	Log Pearson III
20	PH.126	10	16,476	-0,068	-0,589	0,148	Log Pearson III
21	PH.127	10	45,363	1,295	0,788	0,366	Log Pearson III
22	PH.142	10	18,209	1,000	0,078	0,312	Log Pearson III
23	PH.143	10	14,707	0,116	-0,646	0,136	Log Pearson III
24	PH.183	10	15,740	-0,412	0,727	0,148	Log Pearson III

25	PH.184	10	34,724	0,012	-1,736	0,235	Log Pearson III
26	PH.185	10	31,206	1,013	-0,648	0,490	Log Pearson III
27	PH.186	10	20,059	-1,042	1,367	0,244	Log Pearson III
28	R.107	10	27,508	0,106	-0,742	0,217	Log Pearson III
29	R.126	10	10,598	-0,982	2,585	0,123	Log Pearson III
30	R.285	10	18,650	0,352	-1,481	0,211	Log Pearson III
31	PH.113	10	172,734	2,853	8,360	1,126	Log Pearson III
32	PH.151	10	27,505	0,781	-1,011	0,433	Log Pearson III
33	R.127	10	19,508	0,911	-0,972	0,205	Log Pearson III
34	PH.111	10	23,183	0,198	-1,819	0,241	Log Pearson III
35	PH.112	10	22,519	-0,393	-0,745	0,202	Log Pearson III
36	R.142	10	48,611	1,859	4,739	0,584	Log Pearson III
37	R.106	10	18,011	0,360	-1,398	0,193	Log Pearson III
38	R.057	10	11,970	0,130	-1,525	0,159	Log Pearson III
39	PH.150.A	2					
40	PH.149.A	2					
41	PH.114	10	17,314	-0,009	-1,738	0,175	Log Pearson III
42	PH.039	10	161,700	3,025	9,351	1,098	Log Pearson III
43	PH.036	10	61,127	2,567	7,117	0,577	Log Pearson III
44	PH.010	10	13,831	-0,146	-1,090	0,177	Log Pearson III
45	PH.009	10	36,626	0,125	-1,801	0,288	Log Pearson III
46	PH.008	10	23,056	0,630	-1,106	0,231	Log Pearson III
47	PH.007	10	20,047	1,236	2,789	0,239	Log Pearson III
48	R.287	10	50,397	-0,367	-2,181	0,750	Log Pearson III
49	R.280	10	26,917	0,441	0,760	0,321	Log Pearson III
50	R.237	10	45,687	0,596	-0,255	0,374	Log Pearson III
51	R.235	10	44,695	1,580	2,257	0,377	Log Pearson III
52	R.215	10	21,706	1,186	1,413	0,207	Log Pearson III
53	R.202	10	28,876	0,722	1,463	0,253	Log Pearson III
54	PH.08.A	1					

55	A.31	10	28,270	0,870	0,738	0,248	Log Pearson III
56	R.054	10	26,641	-0,851	-0,194	0,240	Log Pearson III
57	R.206	10	39,500	0,906	0,736	0,437	Log Pearson III
58	R.260	10	156,684	2,837	8,567	1,132	Log Pearson III
59	R.208	10	28,269	-0,088	-2,098	0,296	Log Pearson III
60	PH.09	7					
61	PH.10.A	2					
62	PH.020	10	365,174	1,806	1,638	1,349	Log Pearson III
63	R.011	10	46,241	2,214	5,668	0,506	Log Pearson III
64	R. 040	10	106,528	2,081	4,563	0,868	Log Pearson III
65	R. 067	10	32,229	0,672	0,618	0,282	Log Pearson III
66	R.072	10	259,887	1,404	0,519	1,125	Log Pearson III
67	R.284	10	210,677	3,154	9,964	1,397	Log Pearson III
68	R.003	10	20,842	0,917	0,214	0,285	Log Pearson III
69	R.232	10	13,096	-0,307	-1,562	0,138	Log Pearson III
70	R.234	10	21,455	0,666	-0,165	0,231	Log Pearson III
71	R.248	10	36,405	-0,545	0,512	0,215	Log Pearson III
72	R.249	10	62,031	0,953	-0,140	0,555	Log Pearson III
73	R.275	10	35,355	1,344	1,759	0,464	Log Pearson III
74	RK.06	7					
75	PH.101	10	25,992	0,366	-0,238	0,244	Log Pearson III
76	PH.102	10	21,810	-0,995	1,448	0,193	Log Pearson III
77	PH.103	10	24,421	-0,584	-0,737	0,214	Log Pearson III
78	PH.104	10	21,524	0,050	0,439	0,241	Log Pearson III
79	PH.108	10	32,932	1,312	1,949	0,277	Log Pearson III
80	PH.115	10	18,694	1,422	1,340	0,216	Log Pearson III
81	PH.116	10	23,401	0,171	-1,895	0,233	Log Pearson III
82	PH.117	10	26,894	0,438	-0,278	0,392	Log Pearson III
83	PH.118	10	24,805	1,037	1,157	0,264	Log Pearson III
84	PH.130	10	307,867	1,820	1,798	1,265	Log Pearson III

85	PH.135	10	44,440	-1,135	-0,426	0,593	Log Pearson III
86	PH.136	10	22,088	2,078	4,885	0,165	Log Pearson III
87	PH.138.A	2					
88	PH.138	8					
89	PH.144	10	52,048	2,243	6,100	0,419	Log Pearson III
90	PH.145	10	44,994	-0,107	0,242	0,411	Log Pearson III
91	PH.146	10	41,904	0,573	-0,400	0,327	Log Pearson III
92	PH.147	10	21,681	1,199	1,886	0,185	Log Pearson III
93	PH.148	10	24,3699	-0,0218	-0,5854	0,22124	Log Pearson III
94	PH.149	8					
95	PH.150	8					
96	PH.187	10	29,646	0,832	0,230	0,268	Log Pearson III
97	R.104	10	47,700	1,646	2,725	0,442	Log Pearson III
98	R.111	10	26,688	0,571	0,241	0,219	Log Pearson III
99	R.137	10	349,225	3,140	9,898	1,919	Log Pearson III
100	R.141	10	5,060	-3,162	10,000	0,051	Log Pearson III
101	R.143	10	163,714	2,900	8,844	1,219	Log Pearson III
102	R.286	10	42,015	0,669	0,312	0,314	Log Pearson III
103	R.277	10	31,958	1,556	3,522	0,335	Log Pearson III
104	R.254	10	255,031	3,050	9,465	1,407	Log Pearson III
105	R.247	10	25,780	0,689	1,615	0,201	Log Pearson III
106	R.246	10	21,985	0,294	-0,692	0,191	Log Pearson III
107	R.243	10	19,050	0,480	-1,051	0,176	Log Pearson III
108	R.223	10	168,217	2,683	7,591	1,118	Log Pearson III
109	R.236	10	13,047	-0,221	0,541	0,201	Log Pearson III
110	R.212	10	21,289	0,014	-0,681	0,180	Log Pearson III
111	R.021	10	17,814	2,358	6,893	0,203	Log Pearson III
112	R.002	10	58,795	0,916	-0,029	0,393	Log Pearson III
113	R.001	10	43,759	-0,835	-0,815	0,459	Log Pearson III
114	A.58	10	696,453	2,481	6,298	1,599	Log Pearson III

115	PH.219	1					
116	PH.218	1					
117	PH.013	10	26,676	-1,196	0,284	0,251	Log Pearson III
118	PH.011	10	47,270	0,633	2,050	0,528	Log Pearson III
119	PH.014	10	31,992	0,602	-1,228	0,340	Log Pearson III
120	PH.015	10	21,339	-0,587	-0,754	0,204	Log Pearson III
121	PH.016	10	23,214	0,070	-0,373	0,254	Log Pearson III
122	PH.018	10	11,961	-0,682	-0,726	0,126	Log Pearson III
123	R.006	10	32,407	0,786	0,508	0,291	Log Pearson III
124	R.002	10	23,164	0,255	-1,390	0,243	Log Pearson III
125	R.015	10	16,893	-0,003	-1,853	0,188	Log Pearson III
126	R.018	10	15,281	0,064	-1,143	0,179	Log Pearson III

Pada Tabel 4.3 setelah dilakukan analisis frekuensi terhadap 114 pos hujan yang lengkap datanya, jenis distribusi yang sesuai adalah distribusi Log Pearson III. Tahapan penelitian selanjutnya adalah pengujian kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian yang sering dipakai adalah uji chi kuadrat dan uji Smirnov Kolmogorov. Hasil pengujian kecocokan dengan uji Chi kuadrat dan uji Smirnov Kolmogorov pada 114 pos hujan, ditemukan data hujan dari 5 pos hujan saat uji Smirnov Kolmogorov hasilnya tidak menggambarkan atau tidak mewakili distribusi Log Pearson III. Dari 126 pos hujan yang digunakan sebagai sumber data, ada 17 pos hujan

(Tabel 4.4) yang tidak dapat dilakukan tahapan penelitian berikutnya yaitu analisis intensitas hujan. 17 pos hujan inilah yang nantinya digunakan sebagai sampel analisis pendugaan intensitas hujan berdasarkan peta intensitas hujan.

Tabel 4.4 Pos hujan di Provinsi Lampung yang belum memenuhi kriteria

No	Nama Pos Hujan	Ketersediaan Data (tahun)	Keterangan
1	PH. 149 A	2	Data tidak lengkap, pos hujan baru
2	PH.150 A	2	Data tidak lengkap, pos hujan baru
3	PH.08 A	1	Data tidak lengkap, pos hujan baru
4	PH. 09	7	Data tidak lengkap
5	PH.10A	2	Data tidak lengkap, pos hujan baru
6	RK.06	7	Data tidak lengkap
7	PH.138A	2	Data tidak lengkap, pos hujan baru
8	PH.138	8	Data tidak lengkap, pos hujan pindah

9	PH.219	1	Data tidak lengkap, pos hujan baru
10	PH.218	1	Data tidak lengkap, pos hujan baru
11	PH. 149	8	Data tidak lengkap, pos hujan pindah
12	PH.150	8	Data tidak lengkap, pos hujan pindah
13	R. 284	10	Tidak memenuhi uji Smirnov Kolmogorov
14	R.141	10	Tidak memenuhi uji Smirnov Kolmogorov
15	R.254	10	Tidak memenuhi uji Smirnov Kolmogorov
16	R.021	10	Tidak memenuhi uji Smirnov Kolmogorov
17	PH.011	10	Tidak memenuhi uji Smirnov Kolmogorov

Tahapan penelitian selanjutnya adalah menghitung hujan rancangan dalam berbagai kala ulang berdasarkan distribusi frekuensi yang paling sesuai yaitu distribusi Log Pearson III. Berikut ini ditampilkan hasil perhitungan hujan rancangan berdasarkan distribusi Log Pearson III hingga nilai intensitas hujan berdasarkan mononobe pada Pos Hujan PH.001 Teluk Betung Utara (Tabel 4.5 – Tabel 4.6).

Tabel 4.5 Data hujan dan distribusi yang sesuai di PH.001 Teluk Betung Utara

No.	Tahun	R_{\max} (mm)	$\text{Log } R_{\max}$
1	2011	56,00	1,75
2	2012	58,00	1,76
3	2013	152,00	2,18
4	2014	104,00	2,02
5	2015	85,00	1,93
6	2016	64,00	1,81
7	2017	127,00	2,10
8	2018	83,00	1,92
9	2019	81,00	1,91
10	2020	115,00	2,06
Rata-rata		92,500	1,9438
Standar Deviasi		31,592	0,1465
Koef. Skewness (Cs)		0,656	0,1566
Koef. Kurtosis (Ck)		-0,373	-1,0370
Koef. Varian (Cv)		0,342	0,0754
Log Pearson Tipe III			

Rumus logaritma hujan rancangan berbagai kala ulang berdasarkan distribusi Log Pearson III:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K.s$$

Tabel 4.6 Curah hujan rancangan dengan kala ulang tertentu di PH.001

No	Kala Ulang (T)	Cs	G	log X_{rt}	s	log X_T	X_T (mm)
1	2	0,1566	-0,0261	1,9438	0,1465	1,9400	87,096
2	5	0,1566	0,8326	1,9438	0,1465	2,0658	116,351
3	10	0,1566	1,2971	1,9438	0,1465	2,1338	136,085
4	25	0,1566	1,8037	1,9438	0,1465	2,2080	161,441
5	50	0,1566	2,1365	1,9438	0,1465	2,2568	180,615
6	100	0,1566	2,4408	1,9438	0,1465	2,3013	200,139
7	200	0,1566	2,7227	1,9438	0,1465	2,3426	220,101

Curah hujan rancangan (X_T) berbagai kala ulang ini yang digunakan pada rumus Intensitas Mononobe sebagai R_{24} yaitu curah hujan maksimum harian (selama 24 jam) di pos hujan PH.001 (Tabel 4.7).

Tabel 4.7. Intensitas Hujan Mononobe di Pos PH.00

Durasi (menit)	Intensitas Hujan (mm/jam) berbagai kala ulang (Tahun)					
	2	5	10	25	50	100
5	158,3	211,4	247,3	293,4	328,2	363,7
10	99,7	133,2	155,8	184,8	206,8	229,1
15	76,1	101,6	118,9	141,0	157,8	174,8
30	47,9	64,0	74,9	88,8	99,4	110,1
45	36,6	48,9	57,2	67,8	75,9	84,1
60	30,2	40,3	47,2	56,0	62,6	69,4
90	23,0	30,8	36,0	42,7	47,8	53,0
120	19,0	25,4	29,7	35,3	39,4	43,7
180	14,5	19,4	22,7	26,9	30,1	33,4
360	9,1	12,2	14,3	17,0	19,0	21,0
720	5,8	7,7	9,0	10,7	11,9	13,2

Hasil perhitungan serupa di 109 pos hujan akan di tampilkan pada lampiran. Pada penelitian ini dibuatkan peta intensitas hujan untuk periode 5 tahun dengan berbagai durasi hujan pendek (15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit).



**BAB
IX**

**ANALISA INTENSITAS HUJAN DAN
PETA INTENSITAS HUJAN**

A. Analisa intensitas hujan

Intensitas hujan atau ketebalan hujan per satuan waktu lazimnya dicatat dalam satuan milimeter per jam (mm/jam). Apabila yang tersedia adalah data hujan harian, maka persamaan Mononobe yang digunakan untuk perhitungan intensitas hujan, di mana hasil intensitas tersebut nantinya untuk menurunkan kurva IDF. Data yang digunakan adalah data hujan dengan intensitas tinggi yang terjadi dalam waktu singkat, seperti hujan 5, 10, 15, ..., 120 menit atau lebih.

Hasil analisa intensitas hujan yang ditampilkan pada bab ini adalah hasil intensitas hujan untuk kala ulang 5 tahun untuk durasi hujan pendek (15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit) (lihat Tabel 4.8) dengan pertimbangan saat merencanakan debit puncak (debit rancangan) untuk desain drainase didaerah tangkapan yang kecil, dihasilkan dari kejadian hujan deras/intensitas tinggi berdurasi singkat yang jatuh di berbagai titik pada daerah tangkapan dapat terkonsentrasi di titik buangan (titik kontrol) ditinjau dalam waktu yang bersamaan. Data hujan rancangan yang diperoleh berasal dari data curah hujan harian, maka analisa intensitas hujan menggunakan persamaan Mononobe.

Tabel 4.8 Intensitas hujan dari 109 pos hujan untuk kala ulang 5 tahun berbagai durasi.

No	Nama Pos Hujan	Intensitas Hujan (mm/jam), Kala Ulang 5 tahun					
		15 menit	30 menit	45 menit	60 menit	90 menit	120 menit
1	PH.001	101,6	64	48,9	40,3	30,8	25,4
2	PH.003	108,1	108,1	82,5	68,1	52	42,9
3	PH.004	115	72,4	55,3	45,6	34,8	28,8
4	PH.005	111,4	70,2	53,6	44,2	33,7	27,8
5	PH.032	125,3	78,9	60,2	49,7	37,9	31,3
6	PH.033	109,0	68,7	52,4	43,3	33	27,3
7	PH.034	136,5	86	65,6	54,2	41,3	34,1
8	PH.035	128,2	80,8	61,6	50,9	38,8	32,1
9	R.019	255,6	161	122,9	101,4	77,4	63,9
10	R.074	97,1	61,2	46,7	38,5	29,4	24,3
11	PH.030	88,3	55,6	42,4	35	26,7	22,1
12	PH.031	105,3	66,3	50,6	41,8	31,9	26,3
13	R.233	67,33	42,4	32,4	26,7	20,4	16,8
14	R.021	59,8	59,8	45,6	37,7	28,7	23,7
15	PH.109	136,1	85,7	65,4	54	41,2	34
16	PH.110	112,9	71,1	54,3	44,8	34,2	28,2
17	PH.119	103,8	65,4	49,9	41,2	31,4	25,9
18	PH.123	77,2	48,6	37,1	30,6	23,4	19,3
19	PH.124	100,1	63	48,1	39,7	30,3	25
20	PH.126	109,6	69	52,7	43,5	33,2	27,4
21	PH.127	133,4	84	64,1	52,9	40,4	33,3
22	PH.142	62	39,1	29,8	24,6	18,8	15,5
23	PH.143	105,3	66,3	50,6	41,8	31,9	26,3
24	PH.183	105,3	66,3	50,6	41,8	31,9	26,3
25	PH.184	154,4	97,3	74,2	61,3	46,8	38,6

26	PH.185	72,1	45,4	34,7	28,6	21,8	18
27	PH.186	87,9	55,3	42,2	34,9	26,6	22
28	R.107	130,8	82,4	62,9	51,9	39,6	32,7
29	R.126	83,5	52,6	40,2	33,1	25,3	20,9
30	R.285	90,1	56,8	43,3	35,8	27,3	22,5
31	PH.113	147	92,6	70,7	58,3	44,5	36,7
32	PH.151	71,5	45,1	34,4	28,4	21,7	17,9
33	R.127	95,2	60	45,8	37,8	28,8	23,8
34	PH.111	100,3	63,2	48,2	39,8	30,4	25,1
35	PH.112	115	72,4	55,3	45,6	34,8	28,8
36	R.142	99,4	62,6	47,8	39,4	30,1	24,9
37	R.106	94	59,2	45,2	37,3	28,5	23,5
38	R.057	74,4	46,9	35,8	29,5	22,5	18,6
39	PH.114	98,9	62,3	47,5	39,2	30	24,7
40	PH.039	140,9	88,8	67,7	55,9	42,7	35,2
41	PH.036	109,9	69,3	52,9	43,6	33,3	27,5
42	PH.010	78,7	49,6	37,8	31,2	23,8	19,7
43	PH.009	137,1	86,4	65,9	54,4	41,5	34,3
44	PH.008	102,1	64,3	49,1	40,5	30,9	25,5
45	PH.007	86	54,2	41,3	34,1	26	21,5
46	R.287	102,1	64,3	49,1	40,5	30,9	25,5
47	R.280	93	58,6	44,7	36,9	28,2	23,2
48	R.237	138,4	87,2	66,5	54,9	41,9	34,6
49	R.235	125,9	79,3	60,5	50	38,1	31,5
50	R.215	105	66,1	50,5	41,7	31,8	26,2
51	R.202	119,8	75,5	57,6	47,5	36,3	29,9
52	A.31	118	74,4	56,8	46,8	35,8	29,5
53	R.054	118,6	74,7	57	47,1	35,9	29,7
54	R.206	104,3	65,7	50,2	41,4	31,6	26,1
55	R.260	164,9	103,9	79,3	65,4	49,9	41,2

56	R.208	104,1	65,6	50,1	41,3	31,5	26
57	PH.020	256,8	161,8	123,4	101,9	77,8	64,2
58	R.011	98,8	62,2	47,5	39,2	29,9	24,7
59	R. 040	142,6	89,8	68,6	56,6	43,2	35,7
60	R. 067	122,1	76,9	58,7	48,5	37	30,5
61	R.072	259,2	163,3	124,6	102,9	78,5	64,8
62	R.003	77,1	48,5	37	30,6	23,3	19,3
63	R.232	92,6	58,4	44,5	36,8	28,1	23,2
64	R.234	95,6	60,2	46	37,9	29	23,9
65	R.248	176,4	111,1	84,8	70	53,4	44,1
66	R.249	132,2	83,3	63,6	52,5	40	33,1
67	R.275	86,8	54,7	41,7	34,5	26,3	21,7
68	PH.101	111,6	70,3	53,7	44,3	33,8	27,9
69	PH.102	115,9	73	55,7	46	35,1	29
70	PH.103	119	74,9	57,2	47,2	36	29,7
71	PH.104	94,3	59,4	45,3	37,4	28,5	23,6
72	PH.108	123,2	77,6	59,2	48,9	37,3	30,8
73	PH.115	85,9	54,1	41,3	34,1	26	21,5
74	PH.116	104,5	65,8	50,2	41,5	31,6	26,1
75	PH.117	79,3	50	38,1	31,5	24	19,8
76	PH.118	97,5	61,4	46,9	38,7	29,5	24,4
77	PH.130	244,3	153,9	117,5	97	74	61,1
78	PH.135	151,4	95,4	72,8	60,1	45,9	37,9
79	PH.136	127,6	80,4	61,3	50,6	38,6	31,9
80	PH.144	131	82,5	63	52	39,7	32,7
81	PH.145	133,4	84	64,1	52,9	40,4	33,3
82	PH.146	140,8	88,7	67,7	55,9	42,6	35,2
83	PH.147	115,8	73	55,7	46	35,1	29
84	PH.148	114,5	72,2	55,1	45,5	34,7	28,6
85	PH.187	115,8	73	55,7	46	35,1	29

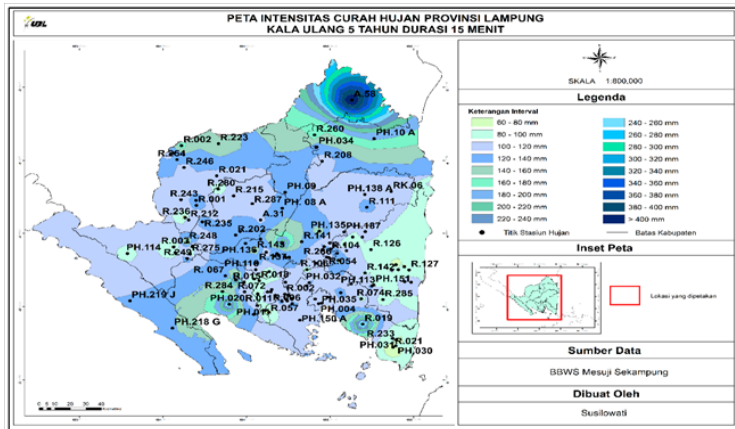
86	R.104	117,3	73,9	56,4	46,6	35,5	29,3
87	R.111	125	78,7	60,1	49,6	37,9	31,3
88	R.137	129,3	81,5	62,2	51,3	39,2	32,3
89	R.143	156,8	98,8	75,4	62,2	47,5	39,2
90	R.286	145,5	91,7	70	57,7	44,1	36,4
91	R.277	101,6	64	48,8	40,3	30,8	25,4
92	R.247	130	81,9	62,5	51,6	39,4	32,5
93	R.246	116,3	73,2	55,9	46,1	35,2	29,1
94	R.243	107,7	67,9	51,8	42,7	32,6	26,9
95	R.223	160,3	101	77,1	63,6	48,5	40,1
96	R.236	66,9	42,1	32,1	26,5	20,2	16,7
97	R.212	118,9	74,9	57,2	47,2	36	29,7
98	R.002	167,7	105,6	80,6	66,5	50,8	41,9
99	R.001	124,8	78,6	60	49,5	37,8	31,2
100	A.58	413,4	260,4	198,7	164	125,2	103,3
101	PH.013	115	72,5	55,3	45,6	34,8	28,8
102	PH.014	102,7	64,7	49,4	40,8	31,1	25,7
103	PH.015	108,2	68,2	52	42,9	32,8	27
104	PH.016	97,2	61,2	46,7	38,6	29,4	24,3
105	PH.018	92	58	44,2	36,5	27,9	23
106	R.006	118,7	74,8	57,1	47,1	36	29,7
107	R.002	99,6	62,7	47,9	39,5	30,2	24,9
108	R.015	90,9	57,3	43,7	36,1	27,5	22,7
109	R.018	85,6	53,9	41,1	34	25,9	21,4

Berdasarkan kriteria intensitas hujan pada Tabel 2.1, nilai intensitas hujan dari 109 pos hujan di Provinsi Lampung untuk kala ulang 5 tahun dengan durasi 1 jam (60 menit) masuk keadaan hujan sangat lebat (> 20 mm). Keadaan

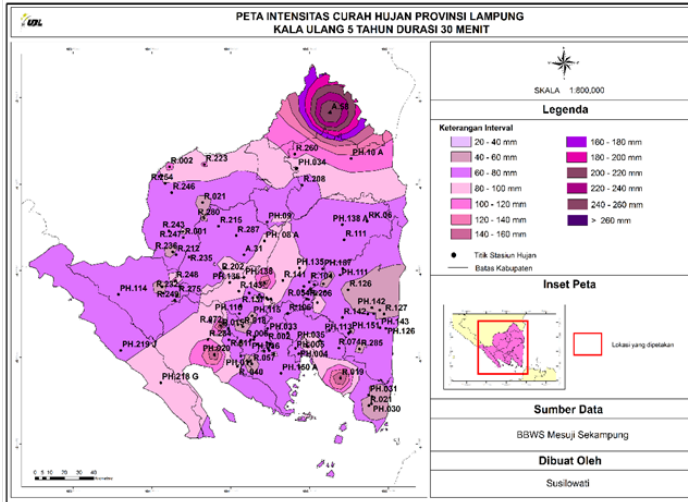
hujan seperti inilah (intensitas hujan tinggi saat durasi singkat) yang perlu diperhatikan saat merencanakan debit puncak (debit rancangan) untuk desain drainase didaerah tangkapan yang kecil.

B. Peta intensitas hujan

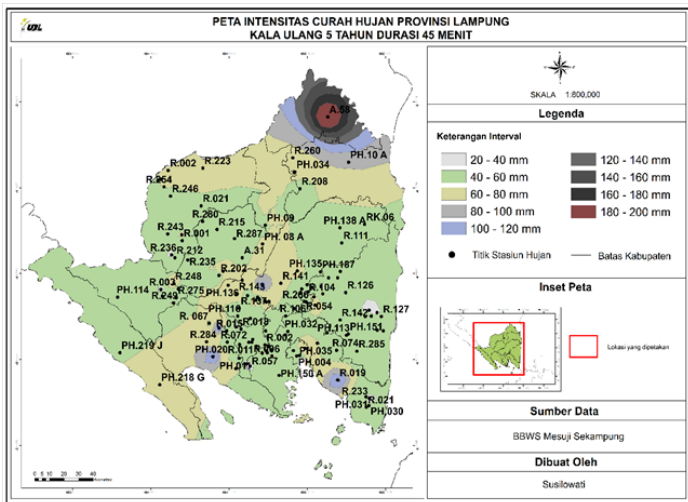
Dari nilai intensitas hujan kala ulang 5 tahun durasi hujan pendek (15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit) (lihat Tabel 4.8), kemudian dibuat peta intensitas hujan menggunakan ArcGIS (Gambar 4.2; Gambar 4.3 dan Gambar 4.4).



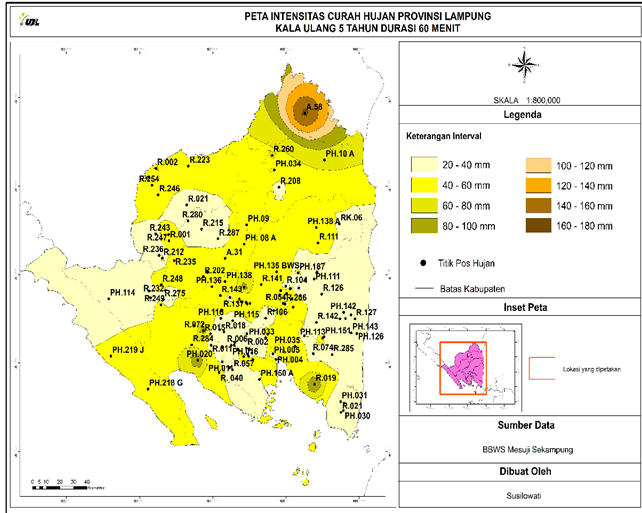
Gambar 4.2 Peta Intensitas Hujan Kala ulang 5 Tahun durasi 15 menit



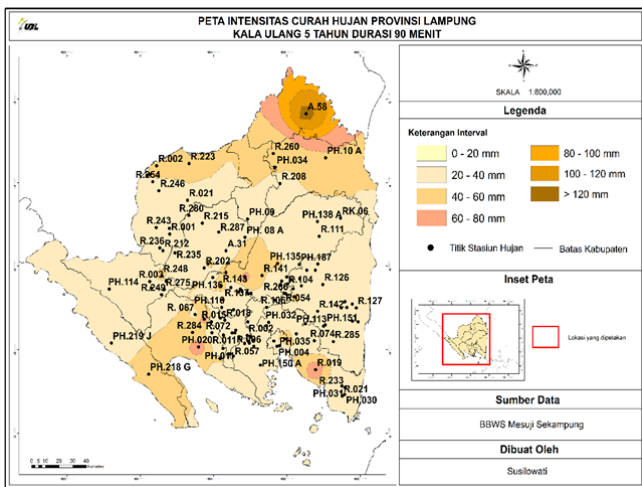
Gambar 4.3 Peta Intensitas Hujan Kala ulang 5 Tahun durasi 30 menit



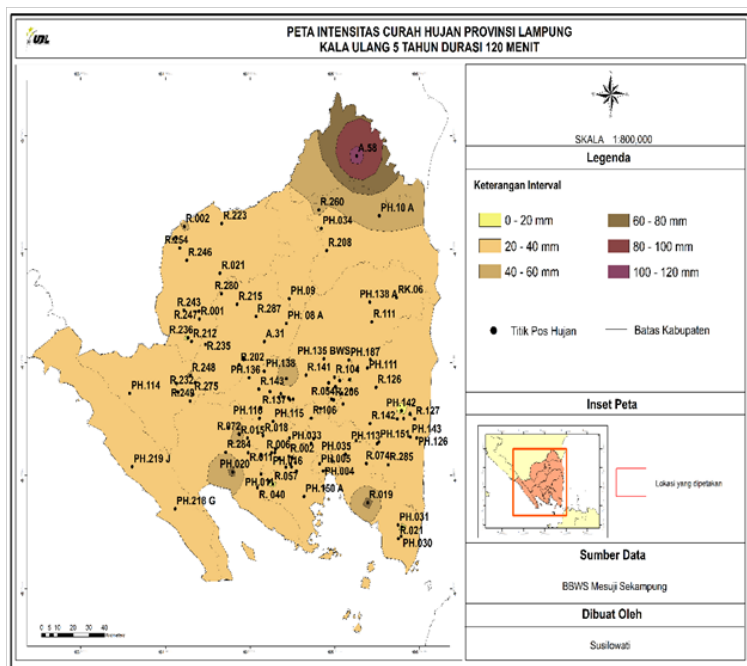
Gambar 4.4 Peta Intensitas Hujan Kala ulang 5 Tahun Durasi 45 menit



Gambar 4.5 Peta Intensitas Hujan Kala ulang 5 Tahun Durasi 60 menit



Gambar 4.6. Peta Intensitas Hujan Kala ulang 5 Tahun Durasi 90 menit



Gambar 4.7. Peta Intensitas Hujan Kala ulang 5 Tahun Durasi 120 menit

Jika mengamati peta intensitas hujan dari Gambar 4.2 hingga Gambar 4.7, terlihat nilai intensitas hujan tinggi dan bervariasi saat hujan berlangsung di awal waktu (durasi singkat). Namun apabila kejadian hujan berlangsung lama, maka nilai intensitas hujan semakin rendah dan cenderung merata di catchment area.



**BAB
X**

ANALISA PENDUGAAN

A. Analisa Pendugaan Intensitas Durasi Frekuensi dengan Metode Peta Intensitas Hujan

Hujan merupakan faktor terpenting dalam analisis hidrologi. Kejadian hujan dapat dipisahkan mejadi dua grup, yaitu hujan aktual dan hujan rencana. Hujan aktual adalah rangkaian data pengukuran di stasiun hujan selama periode tertentu. Kejadian hujan rencana merupakan distribusi hujan terhadap waktu (hyetograph hujan) yang mempunyai karakteristik terpilih. Secara umum karakteristik hujan rencana sama dengan karakteristik hujan yang terjadi pada masa lalu. Apabila kita dapat menggambarkan karakteristik hujan di suatu DAS saat analisis dan perencanaan hidrologi, maka diharapkan bisa menggambarkan kejadian hujan yang terjadi pada masa mendatang.

Seringkali kita mendapatkan di suatu DAS terdapat pos pengukur hujan yang datanya tidak memenuhi kriteria analisis hidrologi namun tetap digunakan untuk analisis dan perencanaan hidrologi. Pada sub bab ini, analisis pendugaan karakteristik hujan pada pos hujan yang tidak memenuhi kriteria analisis hidrologi bisa di dapatkan dari interpolasi peta intensitas pos-pos hujan sekitar yang memenuhi kriteria analisis hidrologi. Selain peta intensitas hujan kala ulang 5 tahun dengan berbagai durasi singkat (Gambar 4.2, hingga Gambar

4.7), data sekunder lain yang digunakan pada analisis ini adalah data curah hujan harian yang berasal dari 4 Stasiun Klimatologi di Provinsi Lampung (Tabel 4.9).

Tabel 4.9. Titik koordinat, nama stasiun klimatologi dan ketersediaan data untuk penelitian

No	Nama Stasiun/ ID WMO	Ordinat Lokasi		Ketersediaan Data
		Lintang Selatan (LS)	Bujur Timur (BT)	
1	Sta. Geofisika Lampung Utara/ 96297	4°5' 0" 10.7"	104°52' 12"	2011 - 2020
2	Sta. Klimatologi Pesawaran/ 96291	5°10' 20.5"	105°10' 48"	2011 - 2020
3	Sta. Meteorologi Radin Inten II/96295	5°9' 36"	105°6' 36"	2011 - 2020
4	Sta. Meteorologi Maritim Panjang/ 96293	5°28' 19.6"	105°19' 15.6"	2011 - 2020

Sumber: www.bmkg.go.id

Data hujan dari stasiun-stasiun klimatologi tersebut dilakukan tahapan analisis hidologi yang sama seperti analisis hidrologi untuk 109 pos hujan sebelumnya, hingga nantinya diperoleh nilai intensitas (karakteristik hujan) berdasarkan metode mononobe. Tahapan yang dilakukan dan hasil analisa hidrologi pada 4 stasiun klimatologi sebagai berikut:

1. Pemilihan data hujan di 4 Stasiun Klimatologi

Pemilihan data hujan untuk analisis ini menggunakan metode *annual maximum series*, yaitu dengan memilih satu data maksimum setiap tahunnya (Tabel 4.10)

Tabel 4.10: Curah Hujan Harian Maksimum (Rmax) pada 4 stasiun klimatologi

No.	Nama Sta. Hujan/ ID WMO	Curah Hujan Harian Maksimum, Rmax (mm)									Rata-rata	
		2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019		2020
1	96297	85	129,4	140	108	103	109,5	157	137,5	72	103	114,4
2	96291	102	82	84,5	68,5	82,9	135,5	107	100	64	119,5	94,59
3	96295	98	95,2	161	102	78,7	96	87,5	115,5	93	89	101,59
4	96293	90,9	70	204,9	110	103,1	112,4	80,5	81,4	109,8	115,3	107,83

Menurut BMKG, normal curah hujan terbagi menjadi 3 kategori, yaitu rendah (0 – 100 mm), menengah (100 – 300 mm), tinggi (300 – 500 mm), dan sangat tinggi (>500 mm). Pada Tabel 4.10. terlihat curah hujan harian maksimum di 3 stasiun hujan masuk kategori curah hujan menengah, dan 1 stasiun hujan masuk kategori curah hujan rendah.

2. Analisis frekuensi data hujan 4 stasiun klimatologi

Analisis frekuensi adalah prosedur yang digunakan menentukan hujan rancangan dalam berbagai kala ulang berdasarkan distribusi frekuensi yang paling sesuai antara distribusi hujan secara teoritik dengan distribusi hujan secara empirik. Dalam statistik dikenal beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data untuk memperkirakan distribusi frekuensi yaitu rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, koefisien kurtosis dan koefisien skewness. Hasil parameter statistik dan jenis distribusi yang sesuai untuk data hujan tiap-tiap stasiun ditampilkan pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11. Parameter statistik untuk analisis frekuensi di 4 stasiun klimatologi

No	Nama Sta. Hujan / ID WMO	Parameter Statistik					Jenis Distribusi Yang Sesuai
		n	Sd (σ)	Cs	Ck	Cv	
1	ID 96297	10	26,280	0,031	-0,645	0,230	Log Pearson III
2	ID96291	10	22,474	0,433	-0,398	0,238	Log Pearson III
3	ID 96295	10	23,005	2,219	5,669	0,226	Log Pearson III
4	ID 96293	10	37,555	2,143	5,751	0,348	Log Pearson III

Hasil analisis frekuensi menunjukkan bahwa jenis distribusi yang sesuai berdasarkan parameter statistik di 4 stasiun klimatologi adalah distribusi Log Pearson Tipe III. Setelah data hujan terpilih memenuhi kriteria uji kecocokan secara uji Chi Kuadrat dan uji Smirnov Kolmogorov, selanjutnya dihitung curah hujan rencana untuk berbagai kala ulang yang sesuai dengan distribusi Log Pearson Tipe III di tiap-tiap stasiun klimatologi. (Tabel 4.12 – Tabel 4.15)

Tabel 4.12 Curah Hujan Rencana (R_x) dengan kala ulang tertentu pada Stasiun Geofisika Lampung Utara/ ID 96297

No	Kala ulang (T)	Cs	K_T	$\log X_{rt}$	S	$\log X_T$	R_x (mm)
1	2	-0,4275	0,0707	2,0478	0,1038	2,0551	113,524
2	5	-0,4275	0,8553	2,0478	0,1038	2,1365	136,933
3	10	-0,4275	1,2269	2,0478	0,1038	2,1751	149,647
4	25	-0,4275	1,5953	2,0478	0,1038	2,2133	163,417
5	50	-0,4275	1,8183	2,0478	0,1038	2,2364	172,363
6	100	-0,4275	2,0086	2,0478	0,1038	2,2562	180,382
7	200	-0,4275	2,1754	2,0478	0,1038	2,2735	187,715

keterangan:

Cs : koefisien skewness

K_T : faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari probabilitas/periode ulang dan koefisien skewness (dari tabel log Pearson Tipe III)

S : simpangan baku

$\log X_{rt}$: Nilai logaritma rata-data data hujan

$\log X_T$: Nilai logaritma hujan dengan periode ulang T

R_x : Nilai anti-log hujan kala ulang T (hujan rencana), mm

Tabel 4.13. Curah Hujan Rencana (R_x) dengan kala ulang tertentu pada Stasiun Klimatologi Pesawaran /ID 96291

No	Kala ulang (T)	Cs	K_T	$\log X_{rt}$	S	$\log X_T$	R_x (mm)
1	2	0,0066	-0,0011	1,9648	0,1032	1,9647	92,198
2	5	0,0066	0,8416	1,9648	0,1032	2,0517	112,651
3	10	0,0066	1,2827	1,9648	0,1032	2,0973	125,104
4	25	0,0066	1,7532	1,9648	0,1032	2,1459	139,913
5	50	0,0066	2,0575	1,9648	0,1032	2,1773	150,409
6	100	0,0066	2,3309	1,9648	0,1032	2,2055	160,509
7	200	0,0066	2,5822	1,9648	0,1032	2,2314	170,392

Tabel 4.14. Curah Hujan Rencana (R_x) dengan kala ulang tertentu pada Stasiun Meteorologi Radin Inten II/96295

No	Kala ulang (T)	Cs	K_T	$\log X_{rt}$	S	$\log X_T$	R_x (mm)
1	2	1,7672	-0,2774	1,9986	0,0852	1,9750	94,398
2	5	1,7672	0,6486	1,9986	0,0852	2,0539	113,203
3	10	1,7672	1,3200	1,9986	0,0852	2,1111	129,141
4	25	1,7672	2,1884	1,9986	0,0852	2,1851	153,129
5	50	1,7672	2,8372	1,9986	0,0852	2,2403	173,914
6	100	1,7672	3,4810	1,9986	0,0852	2,2952	197,326
7	200	1,7672	4,1214	1,9986	0,0852	2,3498	223,745

Tabel 4.15. Curah Hujan Rencana (R_x) dengan kala ulang tertentu pada Stasiun Meteorologi Maritim Panjang / ID 96293

No	Kala ulang (T)	Cs	K_T	$\log X_{rt}$	S	$\log X_T$	R_x (mm)
1	2	1,2696	-0,2054	2,0139	0,1281	1,9876	97,193
2	5	1,2696	0,7230	2,0139	0,1281	2,1065	127,802
3	10	1,2696	1,3393	2,0139	0,1281	2,1855	153,277
4	25	1,2696	2,1016	2,0139	0,1281	2,2831	191,915
5	50	1,2696	2,6538	2,0139	0,1281	2,3538	225,857
6	100	1,2696	3,1921	2,0139	0,1281	2,4228	264,714
7	200	1,2696	3,5316	2,0139	0,1281	2,4662	292,580

3. Analisa Intensitas Hujan di 4 Stasiun Klimatologi

Dikarenakan data hujan rencana di 4 stasiun klimatologi berasal dari data hujan harian (hujan aktual), maka untuk penghitungan intensitas hujan menggunakan persamaan Mononobe (hasil lihat Tabel 4.16 – Tabel 4.19)

Tabel 4.16 Intensitas hujan Mononobe untuk berbagai durasi dan kala ulang di Stasiun Geofisika Lampung Utara/ ID 96297

Durasi (menit)	Intensitas untuk berbagai kala ulang (Tahun), mm/jam					
	2	5	10	25	50	100
5	206,3	248,8	271,9	296,9	313,2	327,8
10	130,0	156,7	171,3	187,1	197,3	206,5
15	99,2	119,6	130,7	142,8	150,6	157,6
30	62,5	75,4	82,4	89,9	94,9	99,3
45	47,7	57,5	62,8	68,6	72,4	75,8
60	39,4	47,5	51,9	56,7	59,8	62,5
90	30,0	36,2	39,6	43,2	45,6	47,7
120	24,8	29,9	32,7	35,7	37,6	39,4
180	18,9	22,8	24,9	27,2	28,7	30,1
360	11,9	14,4	15,7	17,2	18,1	18,9
720	7,5	9,1	9,9	10,8	11,4	11,9

Tabel 4.17 Intensitas hujan Mononobe untuk berbagai durasi dan kala ulang di Stasiun Klimatologi Pesawaran /ID 96291

Durasi (menit)	Intensitas untuk berbagai kala ulang (Tahun), mm/jam					
	2	5	10	25	50	100
5	167,5	204,7	227,3	254,2	273,3	291,7
10	105,5	129,0	143,2	160,2	172,2	183,7
15	80,5	98,4	109,3	122,2	131,4	140,2
30	50,7	62,0	68,8	77,0	82,8	88,3
45	38,7	47,3	52,5	58,8	63,2	67,4
60	32,0	39,1	43,4	48,5	52,1	55,6
90	24,4	29,8	33,1	37,0	39,8	42,5
120	20,1	24,6	27,3	30,6	32,8	35,1
180	15,4	18,8	20,9	23,3	25,1	26,8
360	9,7	11,8	13,1	14,7	15,8	16,9
720	6,1	7,5	8,3	9,3	9,9	10,6

Tabel 4.18 Intensitas hujan Mononobe untuk berbagai durasi dan kala ulang di Stasiun Meteorologi Radin Inten II/ID 96295

Durasi (menit)	Intensitas untuk berbagai kala ulang (Tahun), mm/jam					
	2	5	10	25	50	100
5	171,5	205,7	234,7	278,3	316,0	358,6
10	108,1	129,6	147,8	175,3	199,1	225,9
15	82,5	98,9	112,8	133,8	151,9	172,4
30	51,9	62,3	71,1	84,3	95,7	108,6
45	39,6	47,5	54,2	64,3	73,0	82,9
60	32,7	39,2	44,8	53,1	60,3	68,4
90	25,0	29,9	34,2	40,5	46,0	52,2
120	20,6	24,7	28,2	33,4	38,0	43,1
180	15,7	18,9	21,5	25,5	29,0	32,9
360	9,9	11,9	13,6	16,1	18,3	20,7
720	6,2	7,5	8,5	10,1	11,5	13,1

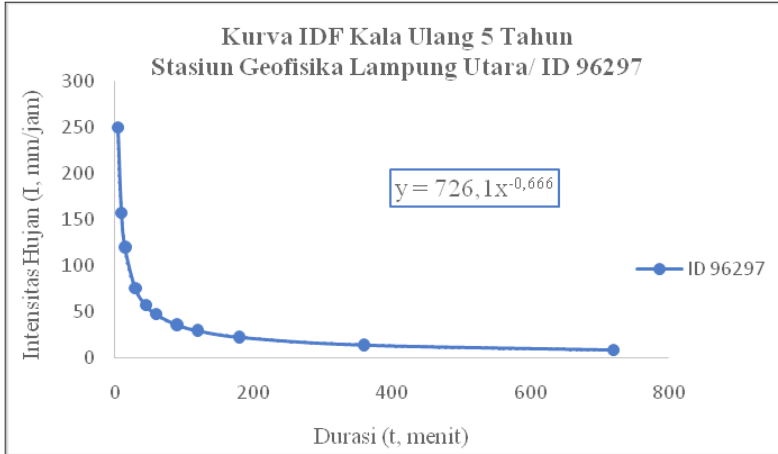
Tabel 4.19 Intensitas hujan Mononobe untuk berbagai durasi dan kala ulang di Stasiun Meteorologi Maritim Panjang / ID 96293

Durasi (menit)	Intensitas untuk berbagai kala ulang (Tahun), mm/jam					
	2	5	10	25	50	100
5	176,6	232,2	278,5	348,7	410,4	481,0
10	111,3	146,3	175,5	219,7	258,5	303,0
15	84,9	111,6	133,9	167,7	197,3	231,2
30	53,5	70,3	84,4	105,6	124,3	145,7
45	40,8	53,7	64,4	80,6	94,9	111,2
60	33,7	44,3	53,1	66,5	78,3	91,8
90	25,7	33,8	40,6	50,8	59,8	70,0
120	21,2	27,9	33,5	41,9	49,3	57,8
180	16,2	21,3	25,5	32,0	37,6	44,1
360	10,2	13,4	16,1	20,1	23,7	27,8
720	6,4	8,5	10,1	12,7	14,9	17,5

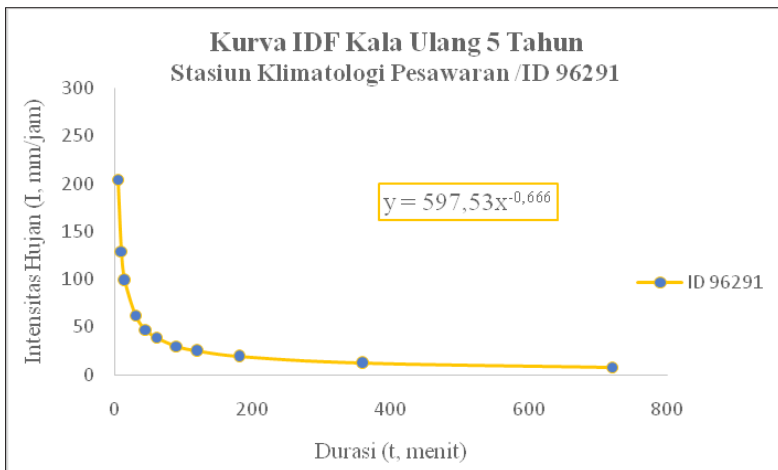
Dari Tabel 4.16 hingga Tabel 4.19, kemudian dibuat grafik hubungan antara intensitas hujan dan durasi untuk kala

ulang 5 Tahun. Dari sebaran data tersebut dibuat analisis regresi yang hasilnya berupa Kurva IDF yang mempunyai bentuk persamaan berpangkat (terlihat di Gambar 4.8 hingga Gambar 4.11) serta melakukan uji korelasi pearson untuk melihat keeratan hubungan linier antara variabel independent (durasi, sumbu X) dan variabel dependen (Intensitas, sumbu Y). Korelasi Pearson dilambangkan dalam simbol r_{xy} (koefisien korelasi). Hasil koefisien korelasi (r_{xy}) dapat bernilai positif (+) atau negatif (-) dan berada pada rentang -1–1 dan 1.1. Jika r_{xy} mendekati -1 atau +1 maka hubungan keeratan dua variabel semakin kuat. Jika nilainya mendekati 0, maka hubungan keeratan dua variabel semakin lemah. Berikut ini adalah interpretasi besarnya nilai koefisien korelasi:

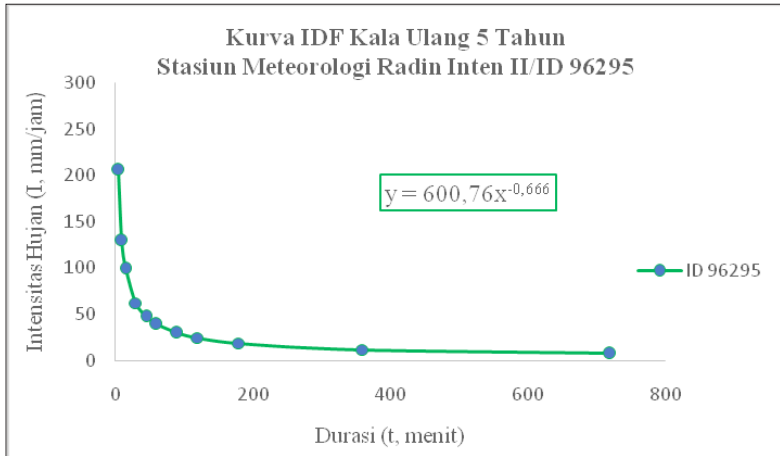
- 0 – 0,2 menyatakan hubungan keeratan sangat lemah,
- 0,2 - 0,4 menyatakan hubungan keeratan lemah,
- 0,4 - 0,7 menyatakan hubungan keeratan cukup kuat,
- 0,7 - 0,9 menyatakan hubungan keeratan kuat,
- 0,9 – 1,0 menyatakan hubungan keeratan sangat kuat.



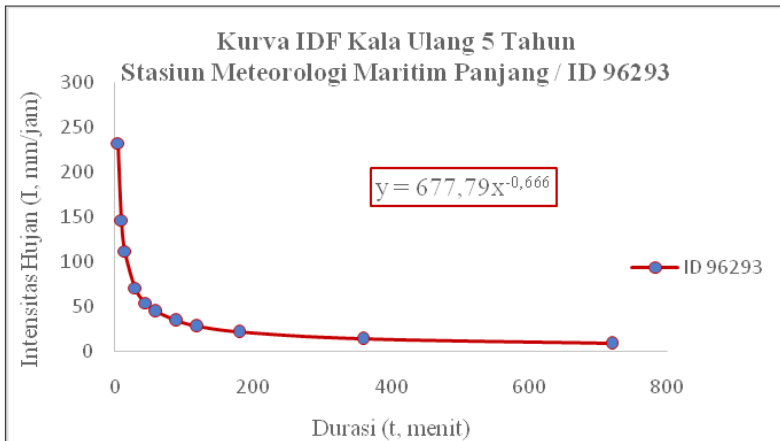
Gambar 4.8 Kurva IDF Kala Ulang 5 Tahun Stasiun ID 96297



Gambar 4.9 Kurva IDF Kala Ulang 5 Tahun Stasiun ID 96291



Gambar 4.10 Kurva IDF Kala Ulang 5 Tahun Stasiun ID 96295

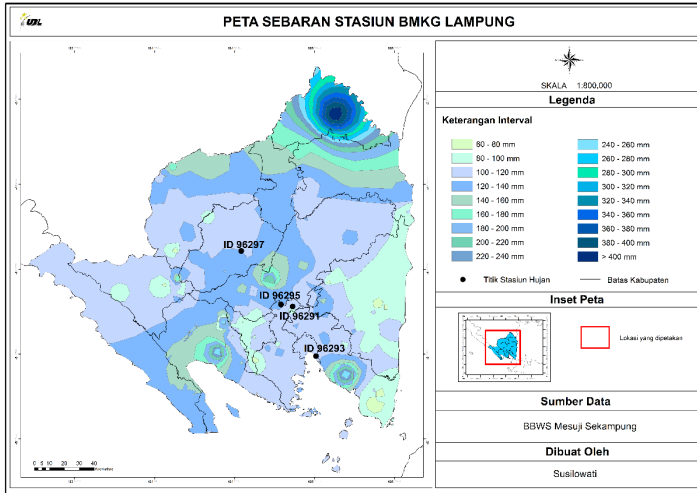


Gambar 4.11 Kurva IDF Kala Ulang 5 Tahun Stasiun ID 96293

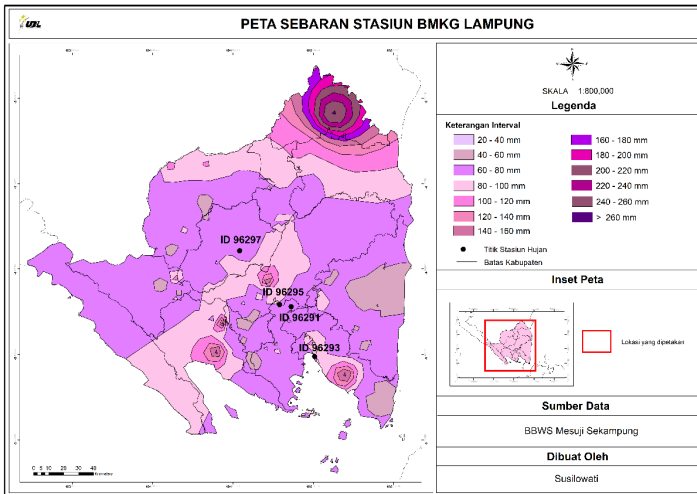
4. Analisa hubungan/komparasi intensitas hujan berdasarkan persamaan Mononobe dengan Intensitas hujan berdasarkan peta intensitas.

Pada sub bab ini akan diuraikan bahwa data curah hujan suatu pos atau stasiun hujan apabila memiliki data hujan yang tidak memenuhi kriteria, ternyata bisa ditentukan nilai intensitas hujan dari pos hujan tersebut berdasarkan interpolasi peta intensitas hujan yang berasal dari pos-pos hujan sekitar yang memenuhi kriteria analisis hidrologi. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan hasil intensitas hujan dari persamaan mononobe di 4 stasiun klimatologi (intensitas hujan aktual) dengan intensitas hujan hasil interpolasi peta (intensitas hujan ramalan) di 4 stasiun klimatologi berdasarkan peta intensitas (Gambar 4.2; hingga Gambar 4.7)

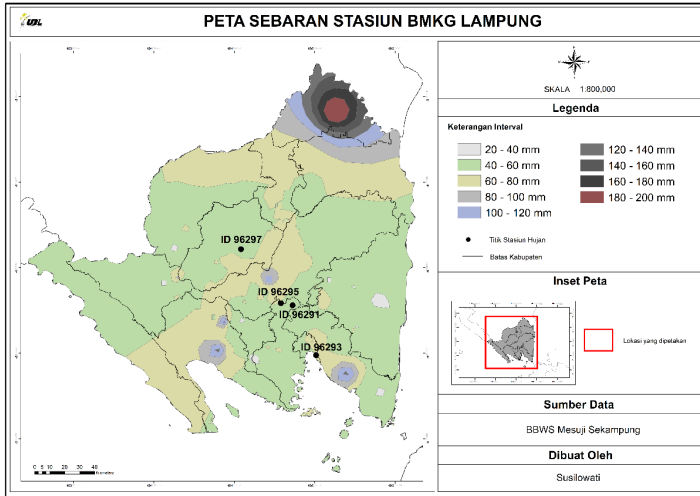
Dengan menempatkan ordinat lokasi stasiun klimatologi pada peta intensitas kala ulang 5 tahun durasi 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit, kemudian dilakukan interpolasi nilai intensitas hujan di masing-masing stasiun klimatologi berdasarkan warna di peta yang menunjukkan interval intensitas hujan (lihat Tabel 4.20).



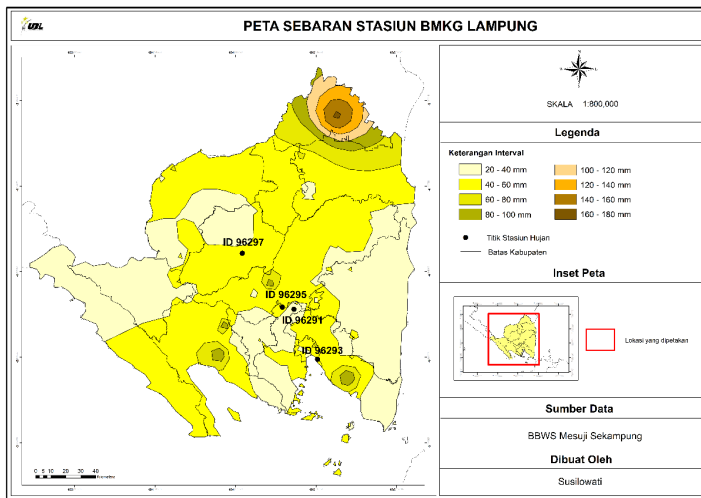
Gambar 4.12. Lokasi Stasiun klimatologi pada peta Intensitas kala ulang 5 tahun durasi 15 menit



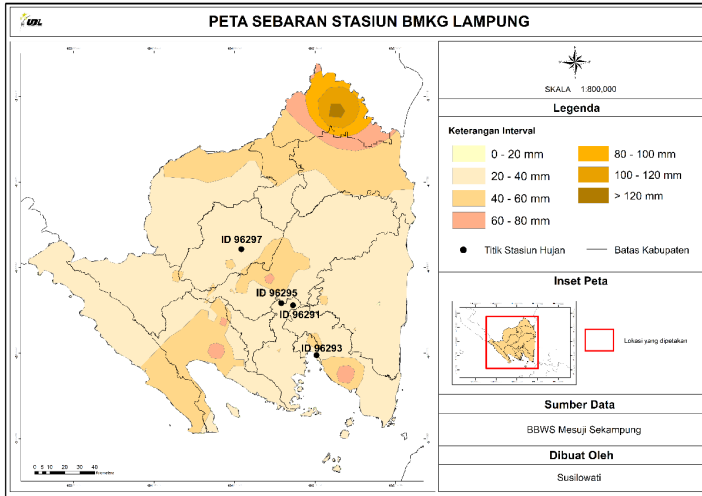
Gambar 4.13. Lokasi Stasiun klimatologi pada peta Intensitas kala ulang 5 tahun durasi 30 menit



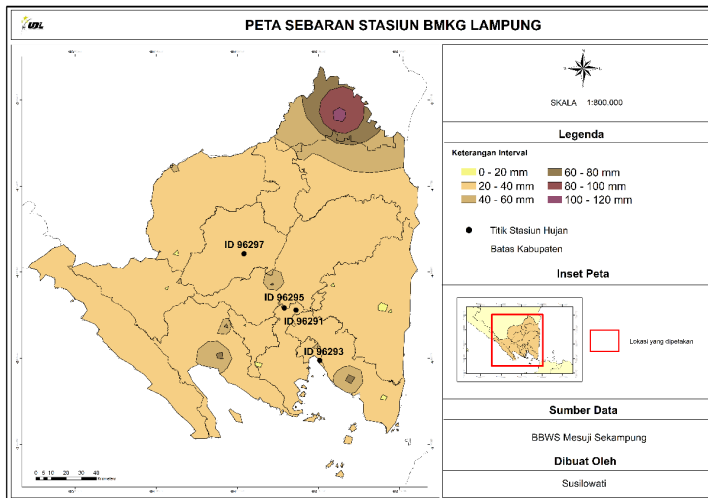
Gambar 4.14. Lokasi Stasiun klimatologi pada peta Intensitas kala ulang 5 tahun durasi 45 menit



Gambar 4.15. Lokasi Stasiun klimatologi pada peta Intensitas kala ulang 5 tahun durasi 60 menit



Gambar 4.16. Lokasi Stasiun klimatologi pada peta Intensitas kala ulang 5 tahun durasi 90 menit



Gambar 4.17. Lokasi Stasiun klimatologi pada peta Intensitas kala ulang 5 tahun durasi 120 menit

Tabel 4.20 Intensitas hujan ramalan di 4 Stasiun Klimatologi berdasarkan metode peta intensitas

Durasi (menit)	Intensitas hujan ramalan (I_{Rm} , mm/jam)			
	ID 96297	ID 96295	ID96291	ID 96293
15	110	130	110	110
30	70	70	70	70
45	50	50	50	50
60	50	50	30	50
90	30	30	30	30
120	30	30	30	30

Nilai intensitas hujan ramalan dari Tabel 4.17 (intensitas hujan ramalan) kemudian dibandingkan dengan nilai intensitas hujan aktual (hasil perhitungan) serta dihitung *Mean Absolute Percentage Error* (MAPE). MAPE merupakan ukuran ketepatan relatif yang digunakan untuk mengetahui persentase penyimpangan hasil pendugaan. Pendekatan ini berguna ketika ukuran atau besar variabel ramalan itu penting dalam mengevaluasi ketepatan ramalan. MAPE

mengindikasikan seberapa besar kesalahan dalam menduga yang dibandingkan dengan nilai nyata. Berdasarkan Lewis (1982), nilai MAPE dapat diinterpretasikan atau ditafsirkan ke dalam 4 kategori yaitu:

1. $< 10\%$ = sangat akurat
2. $10\% - 20\%$ = baik
3. $20\% - 50\%$ = wajar
4. $> 50\%$ = tidak akurat

Selain Menghitung MAPE, dilakukan juga uji korelasi Pearson untuk melihat keeratan hubungan linier antara variabel independent (durasi, sumbu X) dan variabel dependen (Intensitas, sumbu Y), lihat pada Tabel 4.8. Korelasi Pearson dilambangkan dalam simbol r_{xy} (koefisien korelasi). Hasil koefisien korelasi (r_{xy}) dapat bernilai positif (+) atau negatif (-) dan berada pada rentang -1 dan $+1$. Jika r_{xy} mendekati -1 atau $+1$ maka hubungan keeratan dua variabel semakin kuat. Jika nilainya mendekati 0 , maka hubungan keeratan dua variabel semakin lemah. Berikut ini adalah interpretasi besarnya nilai koefisien korelasi:

- $0 - 0,2$ menyatakan hubungan keeratan sangat lemah,
- $0,2 - 0,4$ menyatakan hubungan keeratan lemah,
- $0,4 - 0,7$ menyatakan hubungan keeratan cukup kuat,
- $0,7 - 0,9$ menyatakan hubungan keeratan kuat,
- $0,9 - 1,0$ menyatakan hubungan keeratan sangat kuat.

Tabel 4.21 Nilai MAPE dan koefisien korelasi di Stasiun Geofisika Lampung Utara/ ID 96297

Stasiun Geofisika Lampung Utara/ ID 96297			
t (menit)	I_{Ak} (mm/jam)	I_{Rm} (mm/jam)	Persentase kesalahan absolute (%)
15	119,6	110	8,03
30	75,4	70	7,16
45	57,5	50	13,04
60	47,5	50	5,26
90	36,2	30	17,13
120	29,9	30	0,33
MAPE			8,49
Interpretasi nilai MAPE			Sangat akurat
r_{xy} aktual (t, I_{Ak})			-0,874
r_{xy} ramalan (t, I_{Rm})			-0,866

Tabel 4.22 Nilai MAPE dan koefisien korelasi di Stasiun Klimatologi Pesawaran /ID 96291

Stasiun Klimatologi Pesawaran /ID 96291			
t (menit)	I_{Ak} (mm/jam)	I_{Rm} (mm/jam)	Persentase kesalahan absolute (%)
15	98,4	110	11,79
30	62,0	70	12,90
45	47,3	50	5,71
60	39,1	30	23,27
90	29,8	30	0,67
120	24,6	30	21,95
MAPE			12,72
Interpretasi nilai MAPE			Baik
r_{xy} aktual (t, I_{Ak})			-0,874
r_{xy} ramalan (t, I_{Rm})			-0,814

Tabel 4.23 Nilai MAPE dan koefisien korelasi di Stasiun Meteorologi Radin Inten II/ID 96295

Stasiun Meteorologi Radin Inten II/ID 96295			
t (menit)	I_{Ak} (mm/jam)	I_{Rm} (mm/jam)	Persentase kesalahan absolute (%)
15	98,9	130	31,45
30	62,3	70	12,36
45	47,5	50	5,26
60	39,2	50	27,55
90	29,9	30	0,33
120	24,7	30	21,46
MAPE			16,40
Interpretasi nilai MAPE			Baik
r_{xy} aktual (t, I_{Ak})			-0,874
r_{xy} ramalan (t, I_{Rm})			-0,820

Tabel 4.24 Nilai MAPE dan koefisien korelasi
 di Stasiun Meteorologi Maritim Panjang / ID
 96293

Stasiun Meteorologi Maritim Panjang / ID 96293			
t (menit)	I_{Ak} (mm/jam)	I_{Rm} (mm/jam)	Persentase kesalahan absolute (%)
15	111,6	110	1,43
30	70,3	70	0,43
45	53,7	50	6,89
60	44,3	50	12,87
90	33,8	30	11,24
120	27,9	30	7,53
MAPE			6,73
Interpretasi nilai MAPE			Sangat akurat
r_{xy} aktual (t, I_{Ak})			-0,874
r_{xy} ramalan (t, I_{Rm})			-0,866

Dengan melihat nilai rata-rata MAPE pada 4 stasiun klimatologi sebesar 11,085% dan interpretasi MAPE nya menunjukkan baik, dapat disimpulkan bahwa nilai intensitas hujan pada pos-pos hujan yang tidak memenuhi kriteria analisis hidrologi, dapat dilakukan peramalan/pendugaan menggunakan peta intensitas yang berasal dari pos-pos hujan yang memiliki data memenuhi kriteria analisis hidrologi. Jika melihat nilai koefisien korelasi (r_{xy}) ramalan di 4 stasiun klimatologi, antara variabel x dan variabel y memiliki hubungan keeratan kuat dan arah hubungannya berbanding terbalik (koefisien korelasi bertanda negatif), dimana semakin tinggi nilai variabel x maka nilai variabel y semakin rendah dan begitupun sebaliknya semakin rendah nilai variabel x maka nilai variabel y semakin tinggi.

Penelitian metoda pendugaan nilai intensitas hujan pada *ungauged basin* menggunakan peta kontur ini, sebelumnya telah dilakukan oleh El-Sayed EAH. (2011) dengan judul penelitian *Generation of Rainfall Intensity Duration Frequency Curves For Ungauged Sites*, dipublikasikan pada Nile Basin Water Science & Engineering Journal 4 (1): 112–124. Dari penelitian tersebut, pemilahan data hujan menggunakan data maksimum tahunan (*the maximum Annual precipitation series*) dari 12 pos hujan manual; pembentukan kurva IDF berdasarkan metode Kimijima. Parameter metode Kimijima inilah yang digunakan untuk membuat peta kontur (aplikasi ArcGIS); dan pada penelitian

ini tidak melakukan analisa hubungan/komparasi intensitas hujan dari peta kontur (pendugaan) dengan intensitas hujan yang terukur (stasiun pengukur hujan otomatis), serta nilai intensitas hujan hasil dari peta kontur hanya digunakan untuk memperkirakan nilai parameter pada 1 stasiun tak terukur (*ungauged site*) saja.

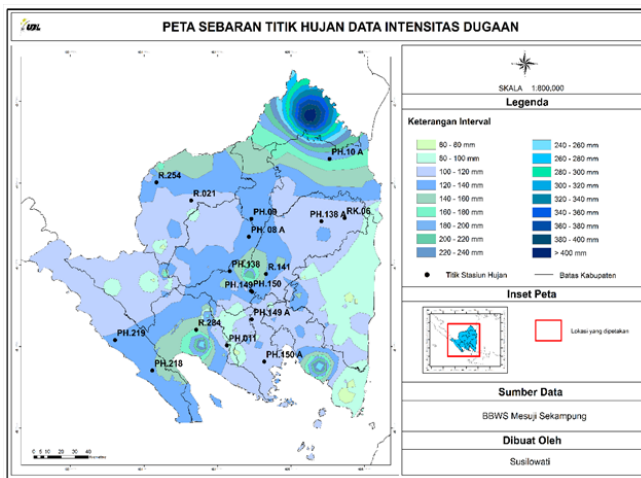


**BAB
XI**

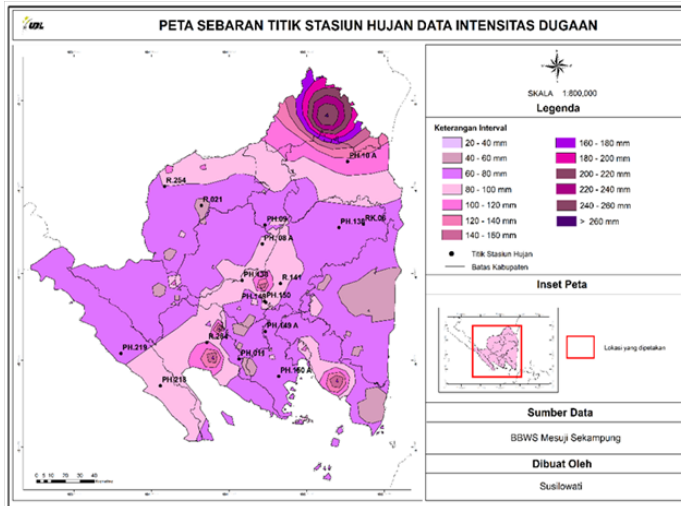
ANALISA INTENSITAS DURASI

A. Analisis Intensitas Durasi Frekuensi untuk pos-pos hujan di *ungauged basin*

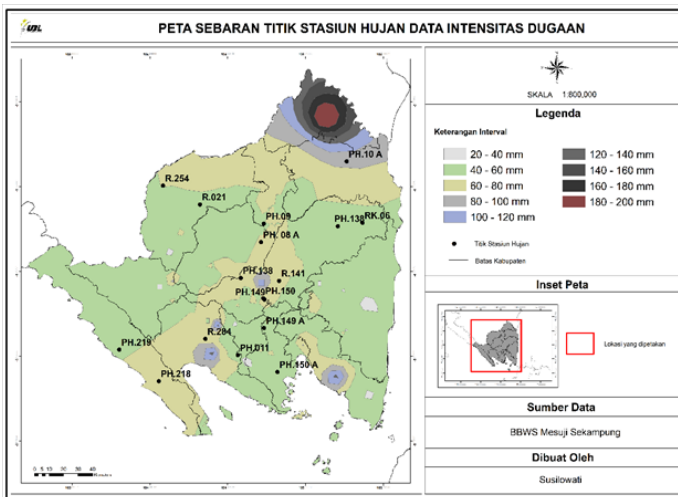
Berdasarkan nilai dan interpretasi MAPE pada masing-masing stasiun klimatologi (Tabel 4.18 hingga Tabel 4.21), kemudian dilakukan analisis pendugaan yang sama pada 17 pos hujan yang datanya tidak memenuhi kriteria analisis hidrologi. Ordinat lokasi ke-17 pos hujan di proyeksikan pada peta intensitas kala ulang 5 Tahun untuk durasi 15 menit, 30 menit, durasi 45 menit, durasi 60 menit, durasi 90 menit dan durasi 120 menit, kemudian nilai intensitas peramalan/pendugaan ditentukan dari interval intensitas pada peta dimana ke 17 pos hujan tersebut ditempatkan (warna pada peta).



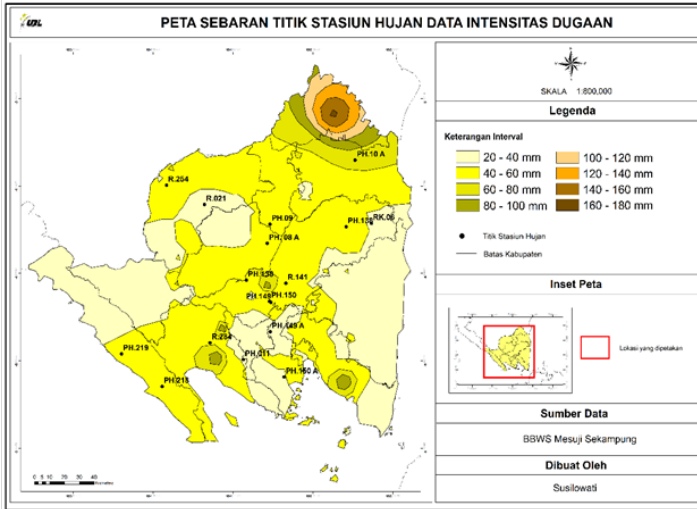
Gambar 4.18. Sebaran 17 pos hujan pada peta Intensitas kala ulang 5 tahun durasi 15 menit



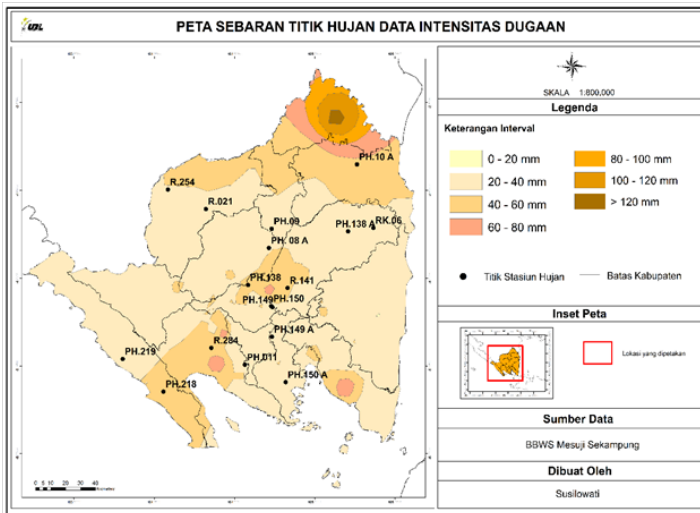
Gambar 4.19. Sebaran 17 pos hujan pada peta Intensitas kala ulang 5 tahun durasi 30 menit



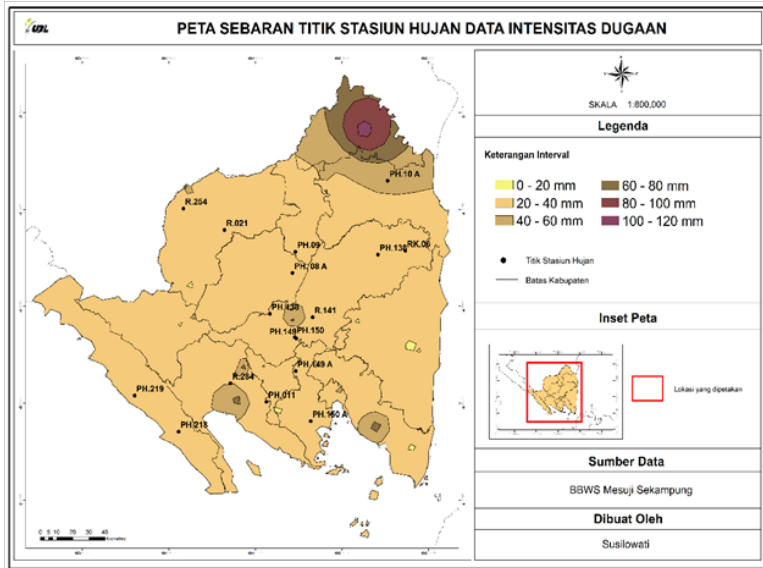
Gambar 4.20. Sebaran 17 pos hujan pada peta Intensitas kala ulang 5 tahun durasi 45 menit



Gambar 4.21. Sebaran 17 pos hujan pada peta Intensitas kala ulang 5 tahun durasi 60 menit



Gambar 4.22. Sebaran 17 pos hujan pada peta Intensitas kala ulang 5 tahun durasi 60 menit



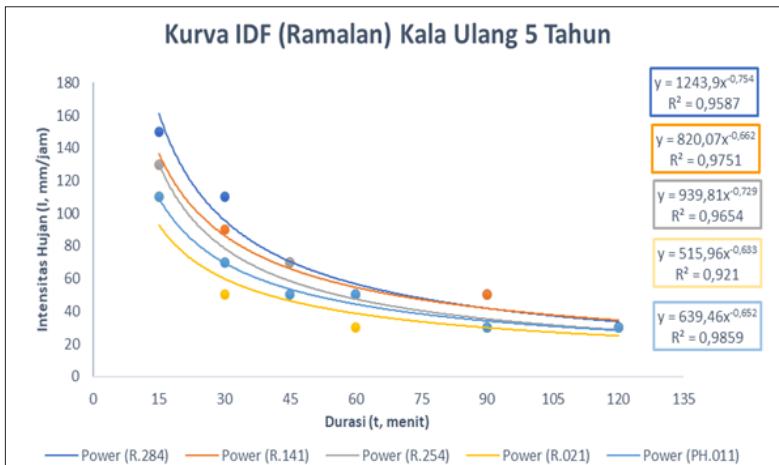
Gambar 4.23. Sebaran 17 pos hujan pada peta Intensitas kala ulang 5 tahun durasi 120 menit

Tabel 4.25 Intensitas hujan ramalan kala ulang 5 tahun berbagai durasi di 17 Pos hujan dan koefisien korelasinya

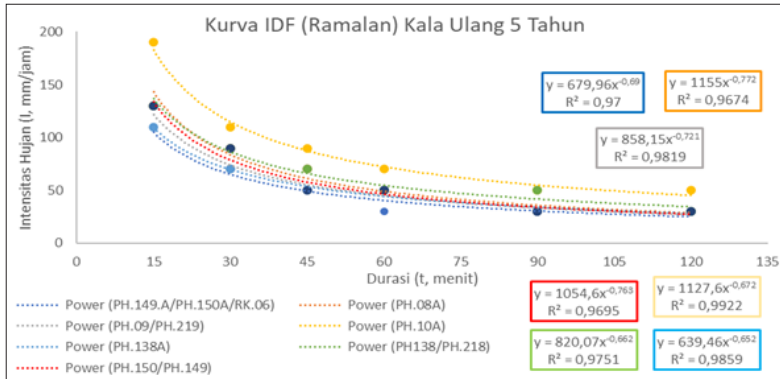
Nama Pos Hujan	Jumlah Data (n)	Koef. Korelasi (r_{xy})	Intensitas Hujan Ramalan (mm/jam)					
			15'	30'	45'	60'	90'	120'
PH. 149 A	2	-0,814	110	70	50	30	30	30
PH.150 A	2	-0,814	110	70	50	30	30	30
PH.08 A	1	-0,909	130	90	70	50	30	30
PH. 09	7	-0,820	130	70	50	50	30	30
PH.10A	2	-0,843	190	110	90	70	50	50
RK.06	7	-0,814	110	70	50	30	30	30
PH.138A	2	-0,866	110	70	50	50	30	30
PH.138	8	-0,900	130	90	70	50	50	30
PH.219	1	-0,820	130	70	50	50	30	30
PH.218	1	-0,900	130	90	70	50	50	30
PH. 149	8	-0,858	130	90	50	50	30	30
PH.150	8	-0,858	130	90	50	50	30	30
R. 284	10	-0,886	150	110	70	50	50	30
R.141	10	-0,900	130	90	70	50	50	30

R.254	10	-0,865	130	70	70	50	30	30
R.021	10	-0,743	110	50	50	30	30	30
PH.011	10	-0,866	110	70	50	50	30	30
r_{xy} rerata		-0,852	Interpretasi : memiliki hubungan erat, arah hubungan antara variabel x dan y berbanding terbalik					

Kemudian dari nilai intensitas hujan ramalan kala ulang 5 tahun dengan berbagai durasi di 17 pos hujan tersebut, dibuatlah kurva IDF ramalan/dugaan kala ulang 5 tahun seperti terlihat di Gambar 4.24 dan Gambar 4.25.



Gambar 4.24 Kurva IDF (ramalan) kala ulang 5 Tahun dan persamaannya pada pos-pos hujan yang tidak memenuhi kriteria analisis hidrologi ($N = 10$)



Gambar 4.25 Kurva IDF (ramalan) kala ulang 5 Tahun dan persamaannya pada pos-pos hujan yang tidak memenuhi kriteria analisis hidrologi ($N < 10$)

Pada Gambar 4.24 dan Gambar 4.25 terlihat nilai koefisien determinan (R^2) dari kurva IDF (ramalan) menunjukkan nilai lebih besar dari 0,9 hampir mendekati angka 1. Nilai R^2 yang mendekati satu berarti variabel bebas (durasi, sumbu X) memberikan hampir semua informasi yang dibutuhkan untuk memprediksi variasi variabel terikat (Intensitas hujan, sumbu Y) secara simultan.

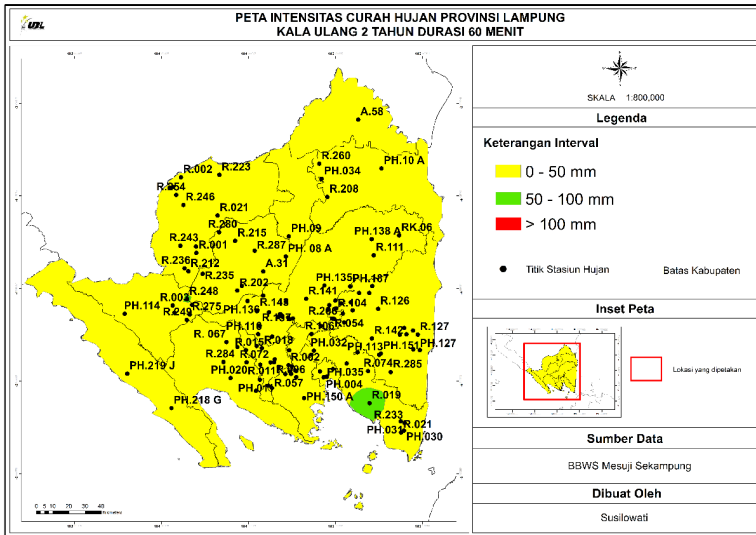
Intensitas hujan merupakan salah satu dari karakteristik hujan rencana (R_T). Secara umum karakteristik hujan rencana sama dengan karakteristik hujan yang terjadi pada masa lalu dan apabila kita dapat menggambarkan karakteristik hujan di suatu DAS saat analisis dan perencanaan hidrologi, maka diharapkan bisa menggambarkan kejadian hujan

yang terjadi pada masa mendatang, sehingga bila di suatu DAS terdapat pos pengukur hujan yang minim data terukur, maka karakteristik hujan dari pos tersebut bisa digunakan dalam analisis hidrologi dengan analisis pendugaan melalui peta intensitas hujan pos-pos hujan sekitar yang lengkap datanya. Walaupun dalam pembahasan penelitian ini hanya ditampilkan analisis IDF dugaan untuk kala ulang 5 Tahun pada durasi 15 menit, 30 menit, 45 menit, 60 menit, 90 menit dan 120 menit, akan tetapi tahapan ini bisa dilakukan untuk analisis intensitas hujan pada berbagai kala ulang yang lainnya.

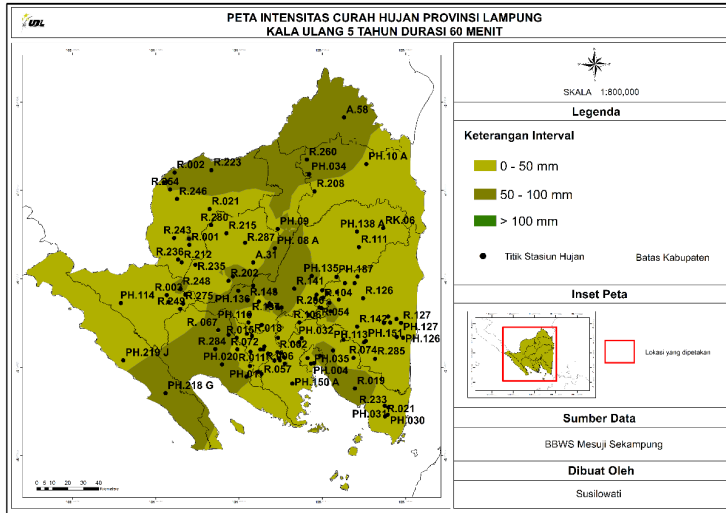
B. Peta intensitas hujan durasi 60 menit dengan berbagai periode ulang

Berikut ini adalah peta intensitas hujan metode Mononobe untuk berbagai kala ulang dengan durasi 60 menit (Gambar 4.26 hingga Gambar 4.31). Peta dibuat menggunakan Arc Gis, untuk memudahkan dalam pembacaan nilai intensitas, perubahan warna diatur untuk interval intensitas hujan per 50 mm. Peta-peta ini dapat dipergunakan untuk memperkirakan debit puncak (hujan rencana) di daerah tangkapan (*catchment area*) kecil di Provinsi Lampung. Besaran debit puncak atau hujan rencana dipergunakan dalam perencanaan

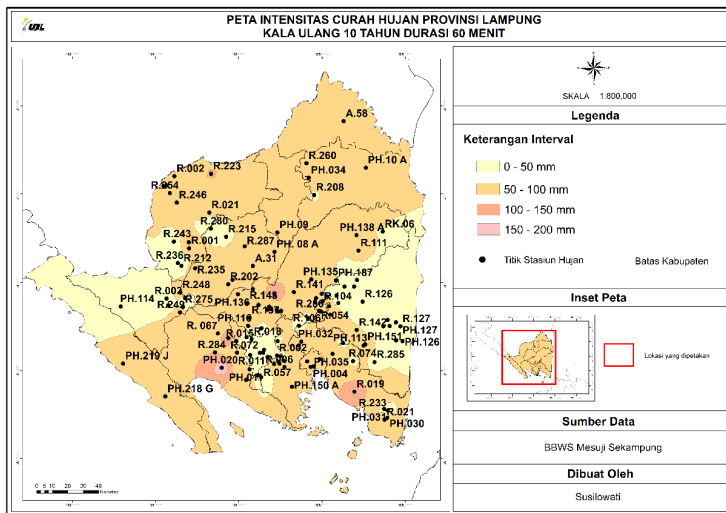
sistem drainase kota, gorong-gorong dan jembatan. Secara umum karakteristik hujan rencana sama dengan karakteristik hujan yang terjadi pada masa lalu dan apabila kita dapat menggambarkan karakteristik hujan di suatu DAS saat analisis dan perencanaan hidrologi, maka diharapkan bisa menggambarkan kejadian hujan yang terjadi pada masa mendatang, sehingga bila di suatu DAS terdapat pos pengukur hujan yang minim data terukur, maka karakteristik hujan dari pos tersebut bisa digunakan dalam analisis hidrologi dengan analisis pendugaan melalui peta intensitas hujan pos-pos hujan sekitar yang lengkap datanya.



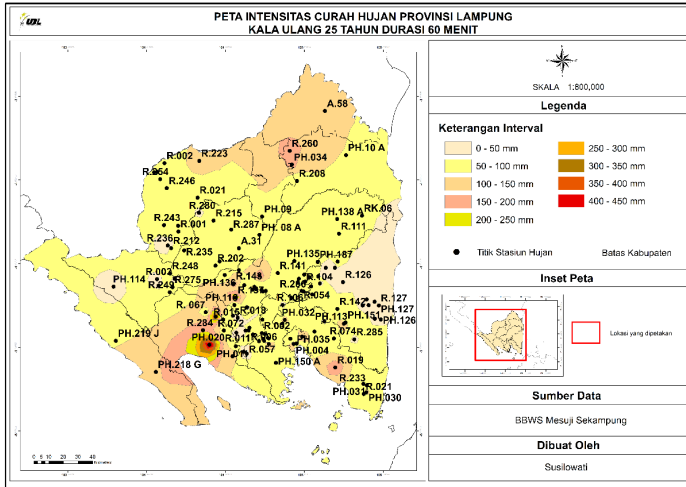
Gambar 4.26 Peta intensitas hujan kala ulang 2 tahun durasi 60 menit



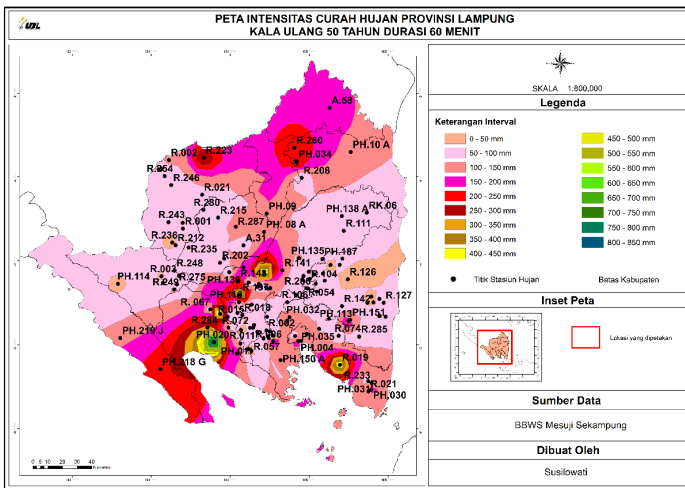
Gambar 4.27 Peta intensitas hujan kala ulang 5 tahun durasi 60 menit



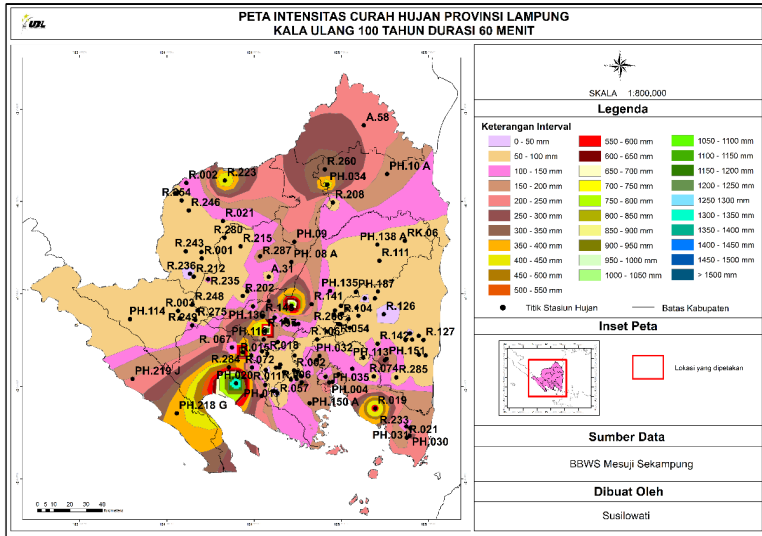
Gambar 4.28 Peta intensitas hujan kala ulang 10 tahun durasi 60 menit



Gambar 4.29 Peta intensitas hujan kala ulang 25 tahun durasi 60 menit



Gambar 4.30 Peta intensitas hujan kala ulang 50 tahun durasi 60 menit



Gambar 4.31 Peta intensitas hujan kala ulang 100 tahun
durasi 60 menit

Dari gambar 4.26 hingga gambar 4.31, dalam satu durasi yang sama (60 menit) dengan kala ulang yang berbeda, nilai intensitas hujan lebih seragam dan sedikit variasinya untuk kala ulang kecil, dan seiring kenaikan kala ulang maka nilai intensitas hujan yang dihasilkan semakin bervariasi (terlihat dari pola warna pada peta). Perencanaan bangunan air didasarkan pada debit banjir rencana yang diperoleh dari analisis hujan aliran dengan kala ulang tertentu. Debit banjir rencana dapat dihitung dari kedalaman hujan titik dengan menggunakan metode rasional untuk menentukan debit puncak pada perencanaan drainase dan

jembatan (gotong-gorong), sehingga peta-peta intensitas hujan mononobe yang dihasilkan dari penelitian ini, dapat dimanfaatkan untuk perencanaan bangunan air di Provinsi Lampung.

Dari tahapan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Hasil analisis frekuensi data hujan yang sesuai di Provinsi Lampung adalah distribusi Log Pearson III.
2. Nilai intensitas hujan dengan persamaan Mononobe pada pos-pos hujan di Provinsi Lampung untuk kala ulang 5 tahun dan durasi 60 menit, masuk kategori hujan sangat lebat. Untuk curah hujan harian maksimum rata-rata di Provinsi Lampung, 44,7% (51 pos hujan) masuk kategori rendah, 54,4% (62 pos hujan) masuk kategori menengah dan 0,9% (1 pos hujan) masuk kategori tinggi.
3. Analisis IDF pada pos-pos hujan di *ungauged basin* dapat dilakukan dengan metode pendekatan nilai intensitas hujan berdasarkan peta intensitas hujan Mononobe, dimana penyimpangan hasil pendekatan didapatkan nilai rata-rata MAPE sebesar 11,085% dan masuk kategori interpretasi baik.

DAFTAR PUSTAKA

Bambang Triatmojo (2008), Hidrologi terapan, Beta Offset, Yogyakarta.

Bambang Beny Setiaji, (2009), Akurasi metode interpolasi isohyet pada aplikasi

sistem informasi geografis di Sumatera Selatan, Buletin meteorologi dan

geofisika Vol.5 No.3 September 2009, ISSN 0215-1952, 289-297.

Bara M., Gaal L., Kohnova S., Szolgay J., Hlavcova K., (2009), "Estimation of IDF curves of extreme rainfall by simple scaling in Slovakia", Contributions to Geophysics and Geodesy Volume 39/3, 187–206.

Ben-Zvi A., (2009), "Rainfall intensity–duration–frequency relationships derived from large partial duration series", Journal of Hydrology 367: 104-114.

Bernard MM. (1932). Formulas for rainfall intensities of long durations. Transactions ASCE 96: 592–624. Chen CL (1983) Rainfall intensity-duration-frequency formulas. Journal of Hydraulic Engineering 109: 1603–1621.

- Chow V.T., D.R. Maidment and L.W.Mays, (1988), "Applied Hydrology", McGraw- Hill.
- Cokorda Agung Yujana dan Sri Harto (2000). Analisis Intensity-Duration-Frequency (IDF) dan Depth-Area-Duration (DAD) di Pulau Bali. Forum Teknik 2000, XXIV(3)
- Dewi Ayu Sofia & Noneng Nursila.(2019). Analisa Intensitas, Durasi, Frekuensi Kejadian Hujan di Wilayah Sukabumi. Jurnal Teknologi Rekayasa (JTERA), Vol.4, No.1, pp 85-92.
- El-Sayed EAH. (2011). Generation of Rainfall Intensity Duration Frequency Curves For Ungauged Sites. Nile Basin Water Science & Engineering Journal 4(1): 112–124.
- Entin Hidayah dan Indarto .(2017). Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) Pada 3 Stasiun (Studi Kasus DAS Sampayan Kabupaten Bondowoso), Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Infrastruktur – I. Jurusan Teknik Sipil Universitas Jember.
- Hershfield, D.M., 1961. Rainfall Frequency Atlas of the United States, Technical Paper No. 40. Weather Bureau, US Department of Commerce, Washington, DC.
- Hussain, Tuan, P.R.S., dan Ismail, H., 2013. Flood Frequency Analysis of Kelantan River Basin, Malaysia. World Applied Sciences Journal 28 (12): 1989-1995. ISSN 1818-4952.

- Indra Agus dan Takdir Alamsyah.(2011). Pembuatan Kurva IDF Catchment Area Taratak Timbulun Kabupaten Pesisir Selatan. *Rekayasa Sipil*, Vol.VII, No.1, pp 53 – 62
- Kim, T., Shin, J. Y., Kim, K., & Heo, J. H. (2008). Improving accuracy of IDF curves using long- and short-duration separation and multi-objective genetic algorithm. *Proceedings of the World Environmental and Water Resources Congress 2008*; Vol. 316)
- Koutsoyiannis D, Kozonis D, Manetas A. (1998). A mathematical framework for studying rainfall intensity-duration-frequency relationships. *Journal of Hydrology* 206: 118–135
- Lewis, C.D. (1982). *International and Business Forecasting Methods*. Butterworths, London.
- Liew, S.C., Raghavan, S.V. and Liong, S.H. (2014) Development of Intensity-Duration-Frequency Curves at Ungauged Sites: Risk Management under Changing Climate. *Geoscience Letters*, 1, 8.
- Nhat L., Y. Tachikawa and K. Takara, 2006, "Establishment of Intensity-Duration-Frequency Curves for Precepitation in the Monsoon Area of Vietnam", *Annals of Disas. Prev. Res.Inst., Kyoto Univ.*, No. 49 B.
- Okonkwo G. I., and C. C. Mbajiorgu. (2010). Rainfall Intensity-Duration-Frequency Analysis for Southeastern Nigeria. *Agric Eng Int: CIGR Journal*, 12(1): 22-30.

- Prayuda. D. D. (2015). Analisis Karakteristik Intensitas Hujan Di Wilayah Lereng Gunung Merapi. *Jurnal Rekayasa Infrastruktur*. Vol. 1, No 1 , pp. 14-1
- Raiford J. P., N.M. Aziz, A.A. Khan and D.N. Powell, 2007, "Rainfall Depth-Duration-Frequency Relationships for South Carolina, North Carolina, and Georgia", *American Journal of Environmental Science* 3(2): 78-84.
- Sherman CW. (1931). Frequency and intensity of excessive rainfalls at Boston, Massachusetts. *Transactions ASCE* 96: 951–960.
- Sri Harto (1993). Analisis Hidrologi. PT Gramedia, Jakarta.
- Sugiyono.(2015). Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D. Alfabeta. Bandung.
- Suroso. (2006). Analisa Curah Hujan untuk Membuat Kurva Intensity-Duration-Frequency (IDF) di Kawasan Rawan Banjir Kabupaten Banyumas. *Jurnal Teknik Sipil* Vol. 3 (1).
- Suripin.(2004). Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan. Penerbit ANDI. Yogyakarta. ISBN 979-731-137-6
- Susilowati dan Ilyas Sadad (2015). Analisa Karakteristik Curah Hujan di Bandar Lampung. *Jurnal Konstruksia* Vol.7(1). 13-26. ISSN 2086-7352.

- Susilowati dan Kusumastuti, D.I (2010). Analisa Karakteristik Curah Hujan dan Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) di Provinsi Lampung. *Jurnal Rekayasa* Vol.14 (1).47-56.
- Wei, William W.S. (2006). *Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods*. 2nd ed. United State of America. ISBN 0-321-32216-9.
- Violina Basumatary, Briti Sundar Sil (2017). Generation of Rainfall Intensity-Duration-Frequency curves for the Barak River Basin. *Meteorology Hydrology and Water Management Journal*, 6 (1), 47–57.

PROFIL PENULIS



A. Biodata:

Nama : Susilowati
Tempat/Tgl lahir : Teluk Betung, 6 Januari 1975
Alamat : Jl. Pagar Alam Gg. Lambang No.
45 Kel. Labuhan Ratu, Kota Bandar
Lampung
Email : susilowati@ubl.ac.id

B. Pendidikan Formal:

- SMA : SMAN 2 Tanjungkarang - Lulus tahun 1993
- S-1 : Sarjana Teknik Sipil Universitas Lampung,
Lulus tahun 1998

- S-2 : Magister Teknik Sipil Universitas Lampung, Lulus tahun 2010
- S-3 : Doktor Ilmu Teknik Sipil Universitas Tarumanegara, Lulus Ujian Tertutup 21 Juni 2022

C. Sertifikasi Keahlian:

1. Asesor Kompetensi Asesmen BNSP
2. Ahli Madya - Ahli K3 Konstruksi – LPJK
3. Ahli Madya - Ahli Teknik Jalan – LPJK
4. Ahli Madya – Ahli Teknik Bangunan Gedung, LPJK
5. Ahli Madya – Ahli Teknik Dermaga, LPJK
6. Ahli Madya – Ahli Teknik Landasan Terbang, LPJK

D. Riwayat Pekerjaan:

1. Universitas Bandar Lampung
 - 2011 – sekarang : Dosen Teknik Sipil
2. Asosiasi Profesi
 - 2016 – sekarang : Pengurus Perkumpulan Ahli Keselamatan Konstruksi Indonesia (d.h A2K4I) Wilayah Provinsi Lampung
 - 2015 – sekarang : Pengurus Asosiasi Tenaga Ahli Konstruksi Indonesia (ATAKI) Dewan Pimpinan Daerah Provinsi Lampung
 - 2018 – sekarang : Pengurus Ikatan Nasional Tenaga Ahli Konsultan Indonesia (Intakindo) Provinsi Lampung

3. Tenaga Ahli

- Tenaga Ahli Pembuatan Turning Area Runway 14 Bandara Radin Inten II Lampung, 2019
- Ahli K3, Preservasi Jalan Ruas Sanggi – Gedong Tataan, Kabupaten Tanggamus, 2020
- Ahli Muda K3/Pemeliharaan Berkala Jembatan Sanggi- Jl Monginsidi (Bandar Lampung), 2018

E. Publikasi Jurnal Internasional:

1. Susilowati, Alisjahbana, S.W., Kusumastuti, D.I. (2022). Estimation of intensity duration frequency for ungauged basin in Lampung Province, Indonesia. *International Journal of Design & Nature and Ecodynamics*, Vol. 17, No. 2, pp. 297-302

F. Publikasi Jurnal Nasional

1. Susilowati, DI Kusumastuti.(2010). Analisa. Karakteristik dan Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF) di Provinsi Lampung. *Jurnal Rekayasa-Universitas Lampung*, Vol.14 No.1, April 2010.pp. 47-56.
2. Susilowati. (2011). Pemanfaatan Serbuk Marmer Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Semen Pada Campuran Beton Normal. *Jurnal Arsitektur (JA!)-Universitas Bandar Lampung*, Vol. 1, No. 2, April 2011. pp.16-24.

3. Susilowati, Ilyas Sadad, (2015). Analisa Karakteristik Curah Hujan di Kota Bandar Lampung. Konstruksia – Universitas Muhamadiyah Jakarta, Vol. 7. No.1, Desember 2015. pp. 13-26.
4. Susilowati. (2016). Optimasi Waktu Pelaksanaan Proyek Menggunakan Microsoft Project. Jurnal Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung, Vol. 7. No. 2, Oktober 2016. pp 1020-1038.
5. Susilowati, AR Hapsari.(2017). Kajian Kapasitas Tampung Drainase di Perumahan Puri Perwata Teluk Betung Timur Bandar Lampung. Jurnal Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung, Vol. 8. No. 2, Oktober 2017. pp 1081-1092
6. Susilowati, Agus Tri Yono. (2021). Analisa Nilai Risiko K3 Konstruksi Stuktur Bawah Pada Pembangunan The Bay Apartement Bandar Lampung. Jurnal Teknik Sipil Universitas Bandar Lampung, Vol. 12. No. 2, Oktober 2021. pp 1263-1268.

G. Prosiding

1. Susilowati. (2012). *Analyze The Characteristic of Rainfall and Intensity Duration Frequency (IDF) Curve at Lampung Province*. The First International Conference in Engineering and Technology Development (1th ICETD), Lampung-Indonesia, June 2012. ISSN: 2301-6590. Pp. 161-173.

2. Lilies Widodojoko, Harianto Hardjasaputra, Susilowati. (2014). *Study of Gold Mine Tailings Utilization as Fine Aggregate Material for Producing Shotcrete Based on Concept of Green Technology*. The Third International Conference of Engineering & Technology Development (3rd ICETD), Lampung-Indonesia, Oktober-2014. ISSN: 2301-6590. Pp. 124-133.
3. Any Nurhasanah, Yulfriwini, Susilowati.(2016). Pola Pemetaan Jalur Evakuasi Tsunami Pesisir Kota Bandar Lampung. 3rd Andalas Civil Engineering National Conference (3rd ACE Conference), Universitas Andalas-Padang, 22-23 Oktober 2016. ISBN 978-602-9081-16-9. pp. 547-554.
4. Susilowati, Yulfriwini (2016). Analisa Hidrograf Satuan Sintetis di Kawasan Rawan Banjir Bandar Lampung. 3rd Andalas Civil Engineering National Conference (3rd ACE Conference), Universitas Andalas-Padang, 22-23 Oktober 2016. ISBN 978-602-9081-16-9. pp. 339-352.
5. Wayan dan Andika W Any Nurhasanah, Susilowati, Naomi Y, M. Archie. (2017). Konferensi Nasional Teknik Sipil dan Perencanaan II-Pekanbaru. 2017
6. Any Nurhasanah, Susilowati, Andika Wibisono. (2019). Pengaruh Genangan Terhadap Kecepatan Tsunami. 6th ACE Conference. Padang-Sumatera Barat. 29 Oktober 2019, ISBN 978-623-7736-98-1. pp. 979-986.