



UNIVERSITAS INDONESIA

**MEMBUAT POLA SEBARAN HUJAN DAN
PETA ISOHYET PADA DAS
CILIWUNG – CISADANE**

SKRIPSI

**IFAN FAJRI
0403010372**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
JULI 2009**

869/FT.01/SKRIP/07/2009



UNIVERSITAS INDONESIA

**MEMBUAT POLA SEBARAN HUJAN DAN
PETA ISOHYET PADA DAS
CILIWUNG – CISADANE**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana teknik

**IFAN FAJRI
0403010372**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
JULI 2009**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Ifan Fajri

NPM : 0403010372

Tanda Tangan :

Tanggal : 1 Juli 2009

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Ifan Fajri
NPM : 0403010372
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Membuat Pola Sebaran Hujan dan Peta Isohyet
pada DAS Ciliwung - Cisadane

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Dr. Ing. Ir. Dwita Sutjningsih Dipl.HE. ()
Pembimbing : Toha Saleh S.T., M.Sc. ()
Penguji : Ir. El Khobar Muhaemin Nazech M.Eng. ()
Penguji : Ir. Ruswan Rasul M.Sc. ()

Ditetapkan di :

Tanggal :

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan rahmat-Nya tugas skripsi ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Skripsi dengan judul **Membuat Pola Sebaran Hujan dan Peta Isohyet pada DAS Ciliwung - Cisadane** ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan akademis dalam meraih gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Indonesia.

Skripsi ini tidak dapat terlaksana dengan baik tanpa dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Dr. Ing. Ir. Dwita Sutjningsih Dipl.HE. selaku dosen pembimbing pertama saya dalam tugas ini. Terima kasih atas segala bantuan, motivasi, arahan, dan bimbingan serta diskusinya.
2. Bapak Toha Saleh S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing kedua Skripsi. Terima kasih atas segala bantuan, motivasi, arahan, dan bimbingan serta diskusi selama proses pelaksanaan seminar skripsi dan skripsi ini.
3. Bapak Ir. El Khobar Muhaemin Nazech M.Eng. dan bapak Ir. Ruswan Rasul M.Sc. selaku dosen penguji dalam sidang skripsi ini.
4. Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral.
5. Pihak Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan.
6. Pak Bagyo yang telah membantu saya untuk memperoleh data dan mengajarkan dalam membaca data hujan otomatis.
7. Mba Dian atas segala bantuan dalam semua proses pengurusan administrasi dan kelengkapan seminar skripsi dan skripsi ini.
8. Pak Jali, Pak Kasim, Ibu Wati, dan semua staf Departemen Teknik Sipil FTUI yang telah membantu saya dalam proses penyusunan seminar skripsi dan skripsi ini.
9. Bapak Ibu pegawai dan staf Perpustakaan FTUI yang telah membantu dalam pencarian referensi.
10. Sahabat yang telah banyak membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini.

11. Semua pihak yang tidak bisa saya sebut satu persatu, terima kasih atas semua dukungan, do'a dan kontribusinya.

Penulis menyadari masih terdapat banyak kekurangan dalam penulisan tugas skripsi ini. Untuk ini, saran dan kritik sangat penulis harapkan untuk memperbaiki penulisan di masa yang akan mendatang.



Depok, 1 Juli 2009

Ifan Fajri

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Ifan Fajri
NPM : 0403010372
Program Studi : Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Membuat Pola Sebaran Hujan dan Peta Isohyet pada DAS Ciliwung - Cisadane

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 1 Juli 2009

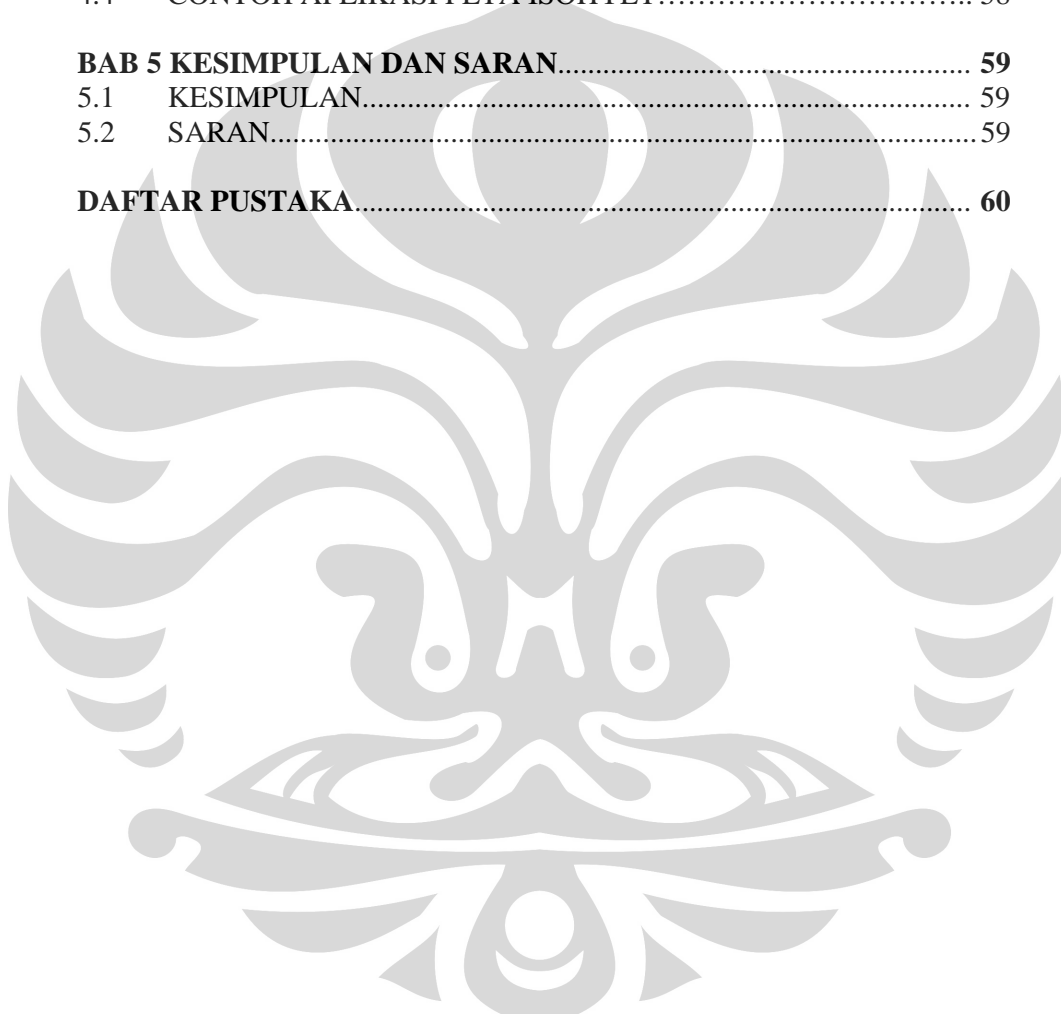
Yang menyatakan

(Ifan Fajri)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	vi
ABSTRAK.....	vii
ABSTRACT.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 TUJUAN PENULISAN.....	3
1.3 RUANG LINGKUP PEMBAHASAN.....	4
1.4 SISTEMATIKA PENULISAN.....	4
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	6
2.1 PENDAHULUAN.....	6
2.2 PETA.....	8
2.2.1 Pengertian Peta.....	8
2.2.2 Fungsi Peta.....	8
2.2.3 Jenis Peta.....	8
2.2.4 Simbol Peta.....	9
2.3 DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS).....	9
2.3.1 Pengertian Umum.....	9
2.3.2 Penetapan Batas Daerah Aliran Sungai.....	10
2.3.3 Corak dan Karakteristik Daerah Aliran Sungai.....	10
2.4 PENGOLAHAN DATA DENGAN ANALISA FREKUENSI.....	10
2.4.1 Pendahuluan.....	10
2.4.2 Pengukuran Hujan.....	11
2.4.3 Frekuensi Pengukuran.....	11
2.4.4 Melengkapi Data Hujan Yang Hilang.....	12
2.4.5 Kualitas Data Hidrologi.....	12
2.4.6 Pengujian Data Hidrologi.....	13
2.4.7 Kurva Masa Ganda.....	14
2.4.8 Rata-Rata Hitung.....	15
2.4.9 Pengukuran Dispersi.....	16
2.4.10 Probabilitas (Peluang).....	17
2.4.11 Intensitas hujan.....	22
2.5 WILAYAH STUDI.....	24
2.5.1 Umum.....	24
2.5.2 Kondisi Geologi.....	25
2.5.3 Karakteristik DAS Ciliwung.....	25

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....	27
3.1 KERANGKA DASAR PEMIKIRAN.....	27
3.2 TAHAPAN PENGOLAHAN DATA.....	29
BAB 4 ANALISA DATA.....	32
4.1 DATA HUJAN.....	32
4.2 PENGOLAHAN DATA.....	34
4.3 PEMBUATAN PETA ISOHYET.....	51
4.4 CONTOH APLIKASI PETA ISOHYET.....	58
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
5.1 KESIMPULAN.....	59
5.2 SARAN.....	59
DAFTAR PUSTAKA.....	60



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Peta Isohyet Tinggi Curah Hujan 100 tahun – 5 menit (in).....	7
Gambar 2.2	Peta Isohyet Tinggi Curah Hujan 2 tahun – 5 menit (in).....	7
Gambar 2.3	Kurva Massa Ganda.....	15
Gambar 2.4	DAS Ciliwung – Cisadane.....	24
Gambar 3.1	Bagan Alur Penelitian Tahap 1.....	28
Gambar 3.2	Bagan Alur Penelitian Tahap 2.....	29
Gambar 4.1	Hasil rekaman dengan Otomatik 1.....	33
Gambar 4.2	Hasil rekaman dengan Otomatik 2.....	33
Gambar 4.3	Kurva Hujan Rata-rata pada Jam Ke- (Stasiun Cigudeg).....	39
Gambar 4.4	Kurva Hujan Rata-rata pada Jam Ke- (Stasiun Ranca Sumur).....	44
Gambar 4.5	Kurva Hujan Rata-rata pada Jam Ke- (Stasiun Ranca Bungur).....	47
Gambar 4.6	Kurva Hujan Rata-rata pada Jam Ke- (Stasiun Gadok).....	51
Gambar 4.7	Peta Isohyet Tinggi Curah Hujan 10 tahun – 1 jam dari 4 lokasi.....	52
Gambar 4.8	Peta Isohyet Tinggi Curah Hujan 10 tahun – 1 jam dari 7 lokasi.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Nilai Variabel Reduksi Gumbel.....	19
Tabel 2.2	Hubungan Periode Ulang (T) dengan Reduksi Variat dari Variabel (Y).....	21
Tabel 2.3	Hubungan Reduksi Variat Rata-rata (Yn) dengan Jumlah Data.....	21
Tabel 2.4	Hubungan antara deviasi standar dan reduksi variat dengan jumlah data.....	22
Tabel 4.1	Peristiwa Hujan pada Stasiun Cigudeg.....	34
Tabel 4.2	Curah Hujan Maksimum Jam-jaman (mm) pada Stasiun Cigudeg.....	37
Tabel 4.3	Nilai Tinggi Curah Hujan Rencana (mm) pada Stasiun Cigudeg.....	37
Tabel 4.4	Nilai Rata-Rata Hujan pada Jam Ke- (Stasiun Cigudeg).....	38
Tabel 4.5	Peristiwa Hujan pada Stasiun Ranca Sumur.....	40
Tabel 4.6	Curah Hujan Maksimum Jam-jaman (mm) pada Stasiun Ranca Sumur.....	42
Tabel 4.7	Nilai Tinggi Curah Hujan Rencana (mm) pada Stasiun Ranca Sumur.....	43
Tabel 4.8	Nilai Rata-Rata Hujan pada Jam Ke- (Stasiun Ranca Sumur).....	43
Tabel 4.9	Peristiwa Hujan pada Stasiun Ranca Bungur.....	44
Tabel 4.10	Curah Hujan Maksimum Jam-jaman (mm) pada Stasiun Ranca Bungur.....	46
Tabel 4.11	Nilai Tinggi Curah Hujan Rencana (mm) pada Stasiun Ranca Bungur.....	46
Tabel 4.12	Nilai Rata-Rata Hujan pada Jam Ke- (Stasiun Ranca Bungur).....	46
Tabel 4.13	Peristiwa Hujan pada Stasiun Gadok.....	47
Tabel 4.14	Curah Hujan Maksimum Jam-jaman (mm) pada Stasiun Gadok.....	50
Tabel 4.15	Nilai Tinggi Curah Hujan Rencana (mm) pada Stasiun Gadok.....	50
Tabel 4.16	Nilai Rata-Rata Hujan pada Jam Ke- (Stasiun Gadok).....	51
Tabel 4.17	Curah Hujan Maksimum Harian (mm) pada Stasiun Cikarang.....	53
Tabel 4.18	Nilai Tinggi Curah Hujan Rencana (mm) pada Stasiun Cikarang.....	54
Tabel 4.19	Nilai Rata-Rata Hujan pada Jam Ke- (Stasiun Cikarang).....	54
Tabel 4.20	Curah Hujan Maksimum Harian (mm) pada Stasiun Cawang.....	54
Tabel 4.21	Nilai Tinggi Curah Hujan Rencana (mm) pada Stasiun Cawang.....	55
Tabel 4.22	Nilai Rata-Rata Hujan pada Jam Ke-	

	(Stasiun Cawang).....	55
Tabel 4.23	Curah Hujan Maksimum Harian (mm) pada Stasiun Pasir Jaya.....	56
Tabel 4.24	Nilai Tinggi Curah Hujan Rencana (mm) pada Stasiun Pasir Jaya.....	56
Tabel 4.25	Nilai Rata-Rata Hujan pada Jam Ke- (Stasiun Pasir Jaya).....	57



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Data hujan yang dikelompokkan pada Stasiun Cigudeg.....	62
Lampiran 2.	Data hujan yang dikelompokkan pada Stasiun Ranca Sumur.....	66
Lampiran 3.	Data hujan yang dikelompokkan pada Stasiun Ranca Bungur.....	70
Lampiran 4.	Data hujan yang dikelompokkan pada Stasiun Gadok.....	74
Lampiran 5.	Peta isohyet Ciliwung – Cisadane (4 lokasi) dengan periode ulang 10 tahun – 1 jam.....	76
Lampiran 6.	Peta isohyet Ciliwung – Cisadane (7 lokasi) dengan periode ulang 10 tahun – 1 jam.....	81



ABSTRAK

Nama : Ifan Fajri
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Membuat Pola Sebaran Hujan dan Peta Isohyet pada DAS Ciliwung - Cisadane

Untuk merancang suatu hitungan hidrologi ada yang menggunakan data curah hujan yang terus menerus dan dalam durasi yang sangat singkat yang menggunakan data curah hujan otomatis. Dimana data itu sangat jarang ditemukan bahkan tidak ada di Indonesia khususnya di daerah penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pola distribusi curah hujan yang sesuai didasarkan dari data curah hujan otomatis yang ada pada DAS Ciliwung-Cisadane dan peta isohyet dengan kala ulang tertentu.

Untuk memperoleh hasil diatas digunakan pendekatan analisa frekuensi. Penelitian diatas nantinya akan menghasilkan suatu pola sebaran dari data hujan otomatis kemudian pola tersebut digunakan pada daerah lain yang tidak mempunyai data pengamatan otomatis melainkan dengan data pengamatan manual. Setelah mendapatkan pola sebaran hujan selanjutnya disajikan dalam bentuk peta isohyet. Dari peta isohyet ini kita dapat memprediksikan besarnya data curah hujan di suatu daerah yang belum mempunyai data pengamatan dengan asumsi bahwa kondisi yang ada sama dengan daerah penelitian.

Kata kunci:
Pola sebaran hujan, peta isohyet, analisa frekuensi

ABSTRACT

Name : Ifan Fajri
Study Program : Civil Engineering
Title : Developing Rain Distribution Pattern and Isohyet Map at
Ciliwung – Cisadane Catchment Area

To design a calculation of hydrology, something applies rainfall data that is continuous and in a real brief duration using automatic rainfall data. Where the data very rare found even there is no in Indonesia especially in research district. This research aim to determine distribution pattern of rainfall appropriate based from automatic rainfall data of the DAS Ciliwung-Cisadane and isohyet map with certain re- period.

To obtain result is upper applied by approach of frequency analysis. Research is upper later will yield a distribution pattern from automatic rain data then the pattern applied at other district of which is not has automatic observation data but with manual observation data. After getting rain distribution pattern, next is presented in the form of isohyet map. From this isohyet map we can predict level of rainfall data in a district which has not had observation data with assumption that the condition equal to research district.

Key words :

Distribution pattern of rainfall, isohyet map, frequency analysis

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Manusia dan semua makhluk hidup butuh air. Air merupakan material yang membuat kehidupan terjadi di bumi. Tumbuhan dan binatang juga membutuhkan air. Sehingga dapat dikatakan air merupakan salah satu sumber kehidupan. Semua organisme yang hidup tersusun dari sel-sel yang berisi air sedikitnya berisi air 60 % dan aktifitas metabolismenya mengambil tempat dilarutan air. Dapat disimpulkan bahwa untuk kepentingan manusia dan kepentingan komersial lainnya, ketersediaan air dari segi kualitas maupun kuantitas mutlak diperlukan.

Air yang merupakan bagian dari sumber daya alam juga sebagai bagian dari ekosistem secara keseluruhan. Mengingat keberadaannya di suatu tempat dan di suatu waktu tidak tetap artinya bisa berlebih atau berkurang maka air harus dikelola dengan bijak dengan pendekatan terpadu dan menyeluruh.¹ Terpadu mencerminkan keterkaitan dengan berbagai aspek, berbagai pihak (stakeholders) dan berbagai disiplin ilmu. Menyeluruh mencerminkan cakupan yang sangat luas, melintas batas anatar sumber daya, antar lokasi, hulu dan hilir, antar kondisi, jenis tata guna lahan, antar banyak aspek dan antar multi disiplin, antar para-pihak.

Di Indonesia yang mempunyai musim hujan dan musim kemarau sepanjang tahun, jumlah air yang berada di suatu wilayah tergantung dari kedua musim tersebut. Pada waktu musim hujan, jumlah air meningkat sangat tajam dan di permukaan bumi air mengalir dari hulu ke hilir, dari tempat yang lebih tinggi ke tempat yang lebih rendah menuju ke laut sebagai muara paling akhir. Air juga akan meresap ke dalam tanah membentuk aliran air tanah.

Aliran air sangat tergantung oleh kondisi tata guna lahan di permukaan bumi. Bila tidak ada daerah resapan air maka pada waktu hujan air akan mengalir langsung ke badan air penerima. Pada waktu musim kemarau maka keberadaan air di suatu tempat tergantung dari kuantitas dan kualitas resapan dan penahan air pada waktu musim hujan. Dengan resapan maupun penahan air yang baik dan

¹Robert J. Kodoatie dan Roestam Sjarief, *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*, (Yogyakarta: Andi Offset, 2005), Hal 2.

optimal maka kebutuhan air dapat terpenuhi di musim kemarau karena masih ada air yang tertampung dan terhenti, misalnya waduk, danau, retensi, cekungan, dll. Serta yang meresap di dalam tanah sehingga membentuk air tanah.

Ketika kedua musim yang terjadi sepanjang tahun lebih diamati, maka beberapa hal yang sangat penting dapat ditemukan untuk dicermati. Pada waktu musim hujan, hampir selalu ada beberapa wilayah yang mengalami bencana banjir dan juga longsor. Sebaliknya pada waktu musim kemarau beberapa wilayah mengalami bencana kekeringan. Banyak sungai yang sama sekali tidak ada aliran pada musim kemarau, namun aliran yang sangat besar terjadi pada musim hujan. Ada perbedaan debit yang sangat besar untuk beberapa sungai pada saat dua musim tersebut berlangsung. Dengan bukti nyata peningkatan bencana sangat dikhawatirkan dampak yang terjadi akibat pembangunan yang cenderung meningkat.

Pada perencanaan bangunan air itu sendiri, masalahnya ialah berapakah besar debit aliran air yang harus disalurkan melalui bangunannya. Kalau yang harus disalurkan itu adalah debit saluran irigasi atau saluran air minum yang besarnya sudah tertentu, maka ukuran bangunan kita tetapkan berdasarkan debit yang sudah tertentu itu. Tetapi kalau yang harus disalurkan adalah debit suatu saluran pembuangan atau sungai, maka besarnya debit tidak tertentu dan berubah-ubah karena adanya banjir-banjir. Sebagai debit air yang harus kita salurkan kita ambil suatu debit banjir tertentu yang cukup besar. Banjir ini disebut *banjir rencana*, yaitu banjir yang kita pakai sebagai dasar untuk perhitungan ukuran bangunan yang kita rencanakan. Debit banjir rencana itu sudah tentu tidak kita ambil terlalu kecil sehingga air banjir di tempat bangunan sering meluap kalau di dalam saluran pembuangannya terjadi banjir yang lebih besar dari pada banjir rencana dan menimbulkan kerusakan pada bangunan kita atau daerah-daerah di sekitar bangunan kita. Sebaliknya, banjir rencana juga tak boleh kita ambil terlalu besar sehingga menyebabkan ukuran bangunan kita menjadi terlalu besar dan tidak ekonomis.

Penetapan besarnya banjir rencana itu adalah masalah pertimbangan hidro-ekonomis. Bagaimanapun juga, kita harus dapat memperkirakan besarnya banjir-banjir di dalam saluran pembuangan atau sungainya agar dapat memilih suatu

banjir rencana. Untuk keperluan ini yang kita butuhkan adalah data aliran sebagai dasar perhitungan besaran rencananya.

Permasalahannya yang terjadi di Indonesia secara umum adalah data berupa data aliran itu masih sangat jarang bahkan belum ada sama sekali. Untuk dapat menggantikan data aliran tersebut dan yang mudah diperoleh adalah dengan menggunakan data curah hujan. Data tersebut dapat disubstitusikan dengan metode statistik dan probabilistik. Metode tersebut juga masih banyak ragamnya, namun dari berbagai macam ragamnya analisa frekuensilah yang paling mudah digunakan. Untuk data curah hujan, yang terpenting adalah bagaimana caranya mendapatkan data tersebut dengan mudah dan waktu yang sangat lama. Selain itu data curah hujan dengan frekuensi yang sangat singkat perlu juga diketahui.

Oleh karena itu, dilakukanlah suatu penelitian di DAS Ciliwung-Cisadane mengenai pola persebaran curah hujan, dimana pada DAS tersebut data curah hujannya mudah didapat dan waktu pengamatannya pun cukup lama dibandingkan dengan DAS yang lain.

Dari penelitian tersebut kemudian diolah dan disajikan dalam bentuk informasi berupa peta isohyet tinggi curah hujan. Dari peta tersebut kemudian kita dapat menggunakannya untuk keperluan menghitung banjir rencana, misalnya untuk merencanakan suatu drainase jalan, gorong-gorong atau bangunan air lainnya.

1.2 TUJUAN PENULISAN

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah untuk mendapatkan pola persebaran hujan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung-Cisadane. Dari pola penyebaran hujan ini kemudian disajikan dalam bentuk informasi berupa peta isohyet curah hujan.

Kemudian dari peta tersebut dapat digunakan untuk memperkirakan tinggi curah hujan di lokasi yang belum ada data pengamatannya dengan asumsi bahwa kondisi yang terjadi sama. Selain itu dalam pengolahan hidrologi lebih lanjut dapat membuat banjir rencana, misalkan dalam merencanakan saluran drainase yang membutuhkan data curah hujan dengan frekuensi yang sangat singkat.

1.3 RUANG LINGKUP PEMBAHASAN

Proses hidrologi dalam suatu DAS dapat digambarkan dengan adanya hubungan antara unsur input yakni hujan, proses, dan output yaitu berupa aliran. Adanya hujan tertentu akan menghasilkan aliran tertentu pula. Aliran ini selain dipengaruhi oleh karakteristik DAS dan juga sangat tergantung pada karakteristik hujan yang jatuh. Karakteristik hujan meliputi intensitas hujan dan durasi hujan, sedangkan karakteristik DAS meliputi topografi, geologi, geomorfologi, tanah, penutup lahan / vegetasi, dan pengelolaan lahan.

Untuk menentukan pola persebaran hujan dilakukan pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung-Cisadane, dengan menggunakan data curah hujan yang terekam pada alat ukur curah hujan otomatis yang ada pada stasiun-stasiun di daerah tersebut. Selain data curah hujan yang ada di setiap stasiun tersebut, data curah hujan hasil catatan Badan Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika (BMKG) tidak menutup kemungkinan di gunakan untuk menganalisa dalam perhitungan skripsi ini.

1.4 SISTEMATIKA PENULISAN

Penulisan skripsi ini terdiri atas beberapa bagian, yaitu:

BAB 1. PENDAHULUAN

Menjelaskan mengenai Latar Belakang, Tujuan Penulisan, Ruang Lingkup Pembahasan, Metode Penulisan, dan Sistematika Penulisan yang tertera pada Skripsi ini.

BAB 2. LANDASAN TEORI

Menjelaskan mengenai teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang ada.

BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN

Menjelaskan mengenai proses yang dilakukan dalam melaksanakan penelitian untuk skripsi ini yang berisi mengenai tahapan pencarian data-data yang dibutuhkan.

BAB 4. ANALISA DATA

Menjelaskan mengenai cara pengolahan data seperti mengolah data curah hujan setiap jam, membuat pola sebarab hujan, dan membuat peta isohyet curah hujan.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berisi mengenai kesimpulan dan saran dari hasil penelitian yang dilakukan.



BAB 2

LANDASAN TEORI

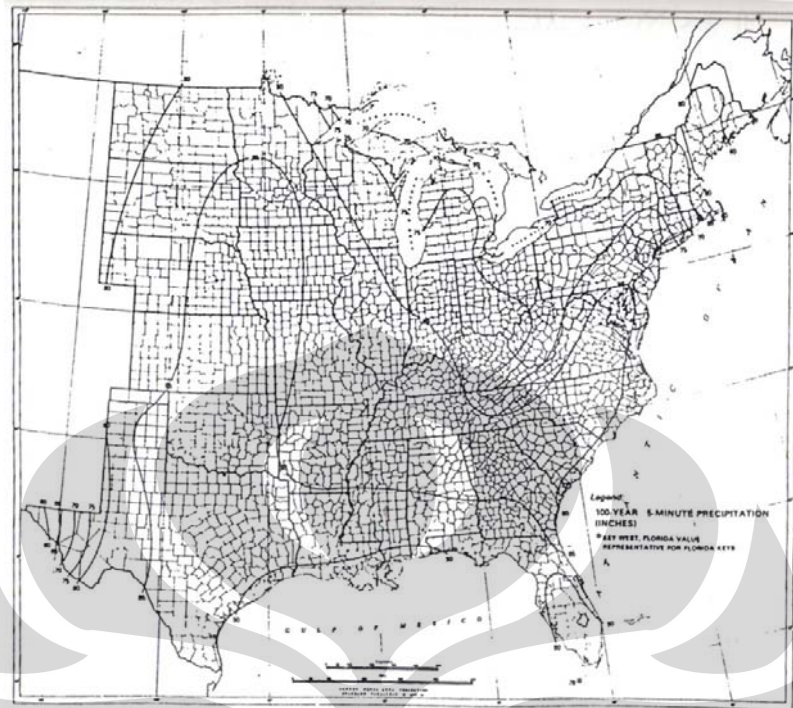
2.1 PENDAHULUAN

Data hujan dapat digunakan di dalam disain rencana dari system hidrologi. Biasanya di dalam disain rencana menyajikan seperti system input dan dihasilkan kecepatan aliran melalui system yang dihitung menggunakan aliran hujan. Sebuah disain rencana bisa diketahui oleh sesuatu nilai seperti tinggi curah hujan pada satu titik, hidrograf khusus waktu distribusi selama hujan berlangsung atau oleh sebuah peta isohyet dari tinggi curah hujan.

Penggunaan peta isohyets tinggi curah hujan sebagai sumber informasi di negara Amerika sudah banyak digunakan dalam mendisain untuk analisis hidrologi. Sebagai contoh peta isohyets tinggi curah hujan dapat dilihat dalam gambar 2.1 dan gambar 2.2.

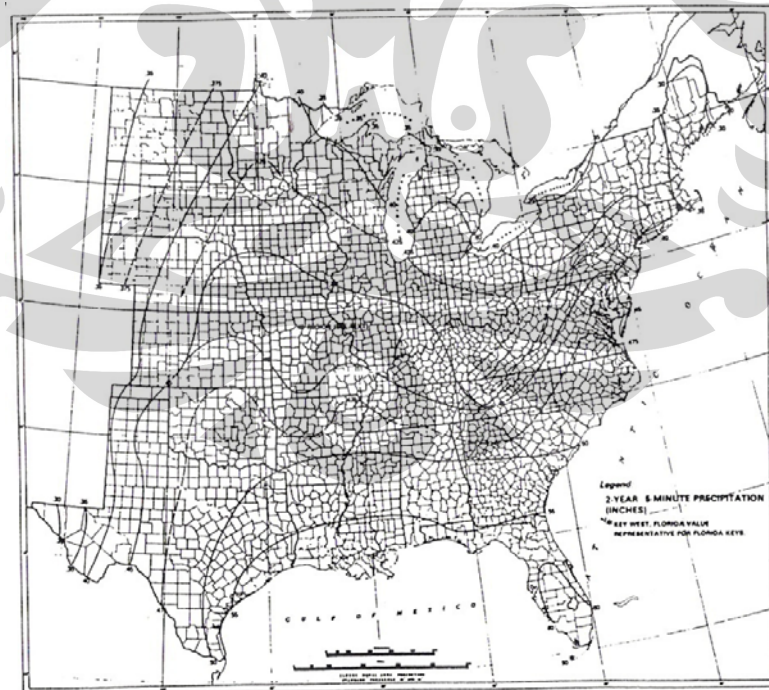
Peta isohyets dapat dibuat dengan mengetahui tinggi curah hujan dari beberapa lokasi kemudian ditarik garis yang mempunyai titik yang sama tinggi. Hasil peta isohyets akan berbeda satu dengan yang lain tergantung dari banyaknya data tinggi curah hujan di beberapa lokasi.

Peta isohyets merupakan salah satu alternatif informasi yang dapat digunakan untuk mengetahui tinggi curah hujan pada lokasi tertentu yang belum terdapat data pengamatan.



Gambar 2.1 Peta Isohyet Tinggi Curah Hujan 100 tahun – 5 menit (in)

(Sumber : Ven Te Chow, Applied Hydrology, 1988)



Gambar 2.2 Peta Isohyet Tinggi Curah Hujan 2 tahun – 5 menit (in)

(Sumber : Ven Te Chow, Applied Hydrology, 1988)

2.2 PETA

2.2.1 Pengertian Peta

Peta adalah gambaran keadaan permukaan bumi yang ditampilkan pada suatu bidang datar dengan skala tertentu. Peta bisa disajikan dalam berbagai cara yang berbeda, mulai dari peta konvensional yang tercetak hingga peta digital yang tampil di layar komputer. Peta mulai ada dan digunakan manusia, sejak manusia melakukan penjelajahan dan penelitian. Walaupun masih dalam bentuk yang sangat sederhana yaitu dalam bentuk sketsa mengenai lokasi suatu tempat.

2.2.2 Fungsi Peta

Secara umum fungsi peta dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Menunjukkan posisi atau lokasi suatu tempat di permukaan bumi, memperlihatkan ukuran (luas, jarak) dan arah suatu tempat di permukaan bumi.
- Menggambarkan bentuk-bentuk di permukaan bumi, seperti benua, negara, gunung, sungai dan bentuk-bentuk lainnya.
- Membantu peneliti sebelum melakukan survei untuk mengetahui kondisi daerah yang akan diteliti.
- Menyajikan data tentang potensi suatu wilayah.
- Alat analisis untuk mendapatkan suatu kesimpulan. Alat untuk menjelaskan rencana-rencana yang diajukan.
- Alat untuk mempelajari hubungan timbal-balik antara fenomena-fenomena (gejala-gejala) geografi di permukaan bumi.

2.2.3 Jenis Peta

Jenis peta menurut isi atau kegunaannya ada dua, yaitu:

- Peta umum, adalah peta yang memberikan gambaran umum tentang suatu daerah atau wilayah. Misalnya : peta dunia, peta kartografi, dan peta topografi.
- Peta khusus atau peta tematik, adalah peta yang menggambarkan kenampakan tertentu dari suatu wilayah. Misalnya : peta iklim, peta curah hujan, peta pariwisata, peta perhubungan, dan lain-lain.

2.2.4 Simbol Peta

Untuk menyatakan sesuatu hal ke dalam peta tentunya tidak bisa digambarkan seperti bentuk benda itu yang sebenarnya, melainkan dipergunakan sebuah gambar pengganti atau simbol.

Bentuk simbol dapat bermacam-macam seperti; titik, garis, batang, lingkaran, bola dan pola.

Simbol titik biasanya dipergunakan untuk menunjukkan tanda misalnya letak sebuah kota dan menyatakan kuantitas misalnya satu titik sama dengan 100 orang, dan sebagainya.

Simbol garis digunakan untuk menunjukkan tanda seperti jalan, sungai, rel KA dan lainnya. Garis juga digunakan untuk menunjukkan perbedaan tingkat kualitas, yang dikalangan pemetaan dikenal dengan *isolines*.

Dengan demikian timbul istilah-istilah :

- *Isohyet* yaitu garis dengan jumlah curah hujan sama
- *Isobar* yaitu garis dengan tekanan udara sama
- *Isogon* yaitu garis dengan deklinasi magnet yang sama
- *Isoterm* yaitu garis dengan angka suhu sama
- *Isopleth* yaitu garis yang menunjukkan angka kuantitas yang bersamaan.

2.3 DAERAH ALIRAN SUNGAI (DAS)

2.3.1 Pengertian Umum

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

2.3.2 Penetapan Batas Daerah Aliran Sungai

Dalam praktek penetapan batas ini sangat diperlukan untuk menetapkan batas-batas DAS yang akan dianalisa. Penetapan ini mudah dilakukan dari peta topografi untuk bagian sungai di sebelah hulu, akan tetapi untuk bagian-bagian sungai di sebelah hilir, dekat pantai sering tidak terlalu mudah.

Dari peta yang dimiliki, ditetapkan titik-titik tertinggi di sekitar sungai utama yang dimaksudkan, dan masing-masing titik tersebut dihubungkan satu dengan yang lainnya sehingga membentuk garis utuh yang bertemu ujung pangkalnya. Garis tersebut merupakan batas DAS di titik kontrol tertentu.

2.3.3 Corak dan Karakteristik Daerah Aliran Sungai

Ada 4 corak dan karakteristik dari daerah aliran sungai diantaranya yaitu:

- Daerah aliran berbentuk bulu burung
Jalur daerah di kiri kanan sungai utama dimana anak-anak sungai mengalir ke sungai utama disebut daerah pengaliran bulu burung. Daerah aliran sedemikian rupa mempunyai debit banjir yang kecil, karena waktu tiba banjir dari anak-anak sungai itu berbeda-beda. Sebaliknya banjirnya berlangsung agak lama.
- Daerah aliran radial
Daerah aliran ini berbentuk seperti kipas atau lingkaran dan dimana anak-anak sungainya mengkonsentrasi ke suatu titik secara radial. Daerah aliran dengan corak sedemikian rupa mempunyai banjir yang besar di dekat titik pertemuan anak-anak sungai.
- Daerah aliran paralel
Bentuk ini mempunyai corak dimana dua jalur daerah pengaliran bersatu atau bertemu di bagian hilir. Banjir tersebut terjadi di sebelah hilir titik pertemuan sungai-sungai.
- Daerah aliran yang kompleks
Daerah aliran seperti ini hanya terdapat di beberapa daerah aliran yang mempunyai bentuk-bentuk seperti ini, dimana aliran ini merupakan gabungan dari dua atau tiga corak daerah aliran yang lain.

2.4 PENGOLAHAN DATA DENGAN ANALISA FREKUENSI

2.4.1 Pendahuluan

Hujan biasanya dinyatakan sebagai kedalaman cairan yang berakumulasi di atas permukaan bumi bila seandainya tidak terdapat kehilangan. Semua air yang bergerak di dalam bagian lahan dari daur hidrologi secara langsung maupun tidak langsung berasal dari hujan. Sebaliknya, sebagaimana dijelaskan dalam daur

hidrologi, sumber dari hampir semua hujan adalah laut. Udara yang diserap oleh air membawa air yang diuapkan dari samudra dan bergerak hingga air tersebut mendingin sampai dibawah titik embun dan mempresipitasikan uap air sebagai hujan maupun bentuk presipitasi lain seperti salju.

2.4.2 Pengukuran Hujan

Yang paling utama besar pengaruhnya terhadap banjir di dalam sungai ialah besarnya hujan, intensitas hujan, luas daerah hujan, dan lama waktu hujan. Deras hujan berubah dengan lama waktu hujannya. Semakin lama waktu hujan semakin berkurang deras rata-rata hujannya. Hubungan antara deras rata-rata dan lama berlangsungnya hujan, untuk berbagai tempat tidak sama dan harus ditentukan sendiri-sendiri berdasarkan pengamatan selama waktu cukup lama.

Besarnya hujan dinyatakan dengan berapa milimeter tiap menit. Besarnya hujan diukur dengan alat penakar hujan yang ukurannya distandarisasi, berbentuk tabung dengan diameter 8". Di dalamnya terdapat sebuah tabung pengukur diameter 2,5".

Dengan alat penakar manual, lama waktu hujan dan tinggi curah hujannya tidak dapat kita ketahui, demikian pula pada saat mulai dan saat akhir hujan.

Dengan alat penakar hujan otomatis yang mencatat hujannya dengan alat pencatat otomatis secara grafis pada gulungan-gulungan kertas yang berputar, kita dapat mengetahui saat permulaan dan saat akhir hujan serta besarnya hujan pada setiap saat.

2.4.3 Frekuensi Pengukuran

Frekuensi pengukuran hujan atau pengamatan curah hujan dapat dilakukan sebanyak

- Sekali dalam sehari, misalnya pada setiap jam 7.00 atau jam 8.00 pagi hari. Banyaknya penangkapan diukur dengan gelas ukur.
- Sekali dalam seminggu atau sebulan, dilakukan dengan alat pencatat otomatis penggantian kertas setiap minggu atau setiap bulan. Meskipun hanya dilakukan sekali dalam seminggu atau sebulan, tetapi hasil pencatatannya dapat membaca tinggi hujan setiap saat. Jika alat pencatatnya berupa *punched tape* yang dihubungkan dengan komputer di pusat komputer, maka setiap

selang waktu pendek, data curah hujan dapat disimpan dalam memori komputer.

2.4.4 Melengkapi Data Hujan yang Hilang

Hasil pengukuran hujan yang diterima oleh Pusat Meteorologi Klimatologi dan Geofisika di Jakarta dari tempat-tempat pengamatan hujan diseluruh Indonesia kadang-kadang ada yang tak lengkap, sehingga di dalam daftar hujan yang disusun ada data hujan yang hilang.

Tidak tercatatnya data hujan oleh petugas di tempat pengamatan mungkin karena alat penakarnya rusak atau kelupaan petugas untuk mencatat atau sebab lain.

Untuk melengkapi data yang hilang itu kita dapat mengadakan perkiraan . Sebagai dasar untuk perkiraan ini digunakan data hujan dari tiga tempat pengamatan yang berdekatan dan mengelilingi tempat pengamatan yang datanya tidak lengkap. Kalau selisih antara hujan-hujan tahunan normal dari tempat pengamatan yang datanya tak lengkap itu kurang dari 10% maka perkiraan data yang hilang boleh diambil harga rata-rata hitung dari data-data tempat pengamatan yang mengelilingi tadi. Kalau selisih itu melebihi 10% diambil cara menurut perbandingan biasa, yaitu:

$$r = \frac{1}{3} \left(\frac{R}{R_A} r_A + \frac{R}{R_B} r_B + \frac{R}{R_C} r_C \right)$$

Cara ini disebut metode rasional

R = Curah hujan rata-rata setahun di tempat pengamatan R yang datanya harus dilengkapi. r_A , r_B , r_C adalah curah hujan di tempat pengamatan R_A , R_B , R_C . R_A , R_B , R_C adalah curah hujan rata-rata setahun di A, B, C.

2.4.5 Kualitas Data Hidrologi

Penetapan banjir-rencana untuk perancangan bangunan-bangunan hidraulik dapat dilakukan dengan berbagai cara tergantung dari ketesediaan data. Makin baik data yang tersedia, dalam pengertian kuantitatif dan kualitas memberikan kemungkinan penggunaan cara analisis yang diharapkan dapat memberikan hasil perkiraan data hidrologi yang lebih baik.

Analisis frekuensi dapat dilakukan dengan seri data yang diperoleh dari rekaman data baik data hujan maupun data debit. Analisis ini sering dianggap

sebagai cara analisis yang paling baik, karena dilakukan terhadap data yang terukur langsung yang tidak melewati pengalihragaman terlebih dahulu.

Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik data yang tersedia untuk memperoleh probabilitas besaran hujan (debit) di masa yang akan datang. Berdasarkan hal tersebut maka berarti sifat statistik data yang akan datang diasumsikan masih sama dengan sifat statistik data yang telah tersedia. Secara fisik dapat diartikan bahwa sifat klimatologis, dan sifat hidrologis DAS diharapkan masih tetap sama. Hal terakhir ini yang tidak akan dapat diketahui sebelumnya, lebih-lebih yang berkaitan dengan tingkat aktivitas manusia.

Kualitas data sangat menentukan hasil analisis yang dilakukan. Panjang data yang tersedia juga mempunyai peranan yang cukup besar. Perbedaan panjang data yang dipergunakan dalam analisis memberikan penyimpangan yang cukup berarti terhadap perkiraan hujan dengan kala-ulang tertentu.

Makin pendek data yang tersedia, makin besar penyimpangan yang terjadi. Penyimpangan sejenis terjadi pula sebagai akibat kerapatan jaringan pengukuran hujan. Makin kecil kerapatan stasiun hujan, makin besar penyimpangannya.

Dalam kaitan ini tidak dijumpai patokan yang jelas tentang berapa tinggi kerapatan stasiun hujan yang diperlukan serta berapa panjang data yang dipandang memadai.

Khusus untuk analisa frekuensi data hujan, pengambilan data hendaknya dilakukan dengan prosedur yang betul. Data hujan yang dimaksudkan dalam analisis adalah data hujan rata-rata DAS, sedangkan data yang diketahui adalah data hujan dari masing-masing stasiun hujan.

2.4.6 Pengujian Data Hidrologi

Setelah pengukuran selesai dilaksanakan umumnya data hidrologi dikirim ke Pusat Pengolahan Data untuk dikumpulkan, dicek dan disimpan serta diolah menjadi data siap pakai.

Data yang telah diterima di Pusat Pengolahan Data kemudian diurutkan menurut fungsi waktu sehingga merupakan data deret berkala. Data deret berkala kemudian dilakukan pengetesan/pengujian tentang:

- Konsistensi (*consistency*), dan
- Kesamaan jenis (*homogenety*)

Uji konsistensi berarti menguji kebenaran data lapangan yang tidak dipengaruhi oleh kesalahan pada saat pengiriman atau saat pengukuran, data tersebut harus betul-betul menggambarkan fenomena hidrologi seperti keadaan sebenarnya dilapangan.

Pengecekan kualitas data merupakan keharusan sebelum data hidrologi diproses untuk diolah. Pengecekan dapat dilakukan dengan berbagai cara, dalam kasus ini pengecekan dilakukan dengan analisis kurva masa ganda (*double mass curve analysis*).

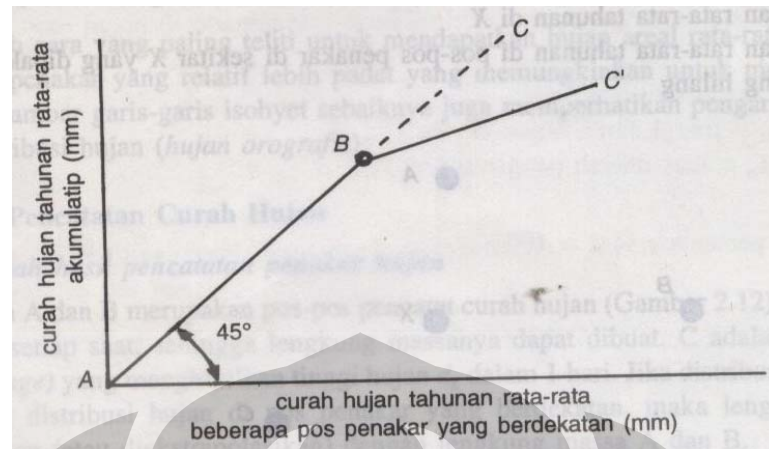
Sekumpulan data dari suatu variabel hidrologi sebagai hasil pengamatan atau pengukuran dapat disebut sama jenis (*homogeen*) apabila data tersebut diukur dari suatu resim (*regime*) yang tidak berubah. Perubahan resim dari fenomena hidrologi dapat terjadi karena banyak sebab, misal:

- Perubahan alam, misal perubahan iklim, bencana alam, banjir besar, hujan lebat.
- Perubahan karena ulah manusia, misalnya pembuatan bendung pada alur sungai, penggundulan hutan.

Cara untuk menguji kesamaan jenis dari data hidrologi digunakan kurva masa ganda.

2.4.7 Kurva masa ganda

Jika data hujan tidak konsisten karena perubahan atau gangguan lingkungan di sekitar tempat penakar hujan dipasang, misalnya, penakar hujan terlindung oleh pohon, terletak berdekatan dengan gedung tinggi, perubahan cara penakaran dan pencatatan, pemindahan letak penakar dan sebagainya, memungkinkan terjadi penyimpangan terhadap trend semula. Hal tersebut dapat diselidiki dengan menggunakan kurva massa ganda seperti terlihat pada Gambar II.1.



Gambar 2.3 Kurva Massa Ganda

(Sumber : C.D. Soemarto, *Hidrologi Teknik*, 1999)

Kalau tidak ada perubahan terhadap lingkungan maka akan diperoleh garis ABC. Tetapi karena pada tahun tertentu terjadi perubahan lingkungan, terjadi garis patah ABC'. Penyimpangan tiba-tiba dari garis semula menunjukkan adanya perubahan tersebut, yang bukan disebabkan oleh perubahan iklim atau keadaan hidrologis yang dapat menyebabkan adanya perubahan lingkungan.

2.4.8 Rata-Rata Hitung

Dalam suatu distribusi besarnya nilai rata-rata hitung (mean) dapat dihitung dari data yang tidak dikelompokkan atau dari data yang dikelompokkan.

a.) Data yang tidak dikelompokkan

Rata-rata hitung dari hasil pengelompokan variat dengan nilai $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ ialah hasil penjumlahan nilai-nilai tersebut dibagi dengan jumlah sebesar n . Bila rata-rata hitung dinyatakan sebagai \bar{X} (dibaca X bar), maka nilai yang diberikan adalah :

$$\bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

atau dapat ditulis :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

Dimana :

$$\bar{X} = \text{rata-rata hitung}$$

n = jumlah data
 X_i = nilai pengukuran dari suatu variat

b.) Data yang dikelompokan

Dalam suatu distribusi, apabila datanya disusun bersama-sama dengan frekuensinya maka disebut dengan data yang dikelompokan. Rata-rata dari data tersebut adalah jumlah perkalian tiap variate dengan frekuensinya dibagi dengan jumlah frekuensi. Untuk jelasnya dapat dilihat pada rumus berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n f_i X_i}{\sum_{i=1}^n f_i}$$

Dimana :

\bar{X} = rata-rata hitung

f_i = frekuensike i

X_i = nilai data ke i

n = jumlah data

2.4.9 Pengukuran Dispersi

Suatu kenyataan bahwa tidak semua variat dari suatu variable hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya akan tetapi kemungkinan ada nilai variat yang lebih besar atau lebih kecil dari pada nilai rata-ratanya. Besarnya derajat dari sebaran variasi disekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi atau disperse dari pada suatu data sembarang variable hidrologi. Cara mengukur besarnya variasi atau disperse disebut juga dengan pengukuran variabilitas atau pengukuran dispersi. Beberapa macam cara untuk mengukur disperse diantaranya adalah :

a.) Deviasi rata-rata

Deviasi rata-rata adalah nilai rata-rata penyimpangan mutlak dari rata-rata hitung untuk semua nilai variat. Deviasi rata-rata dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$MD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |X_i - \bar{X}|$$

Dimana :

MD	= deviasi rata-rata
X_i	= nilai variat ke i
\bar{X}	= rata-rata hitung semua variat
$ X_i - \bar{X} $	= harga mutlah selisih X_i dengan \bar{X}

b.) Deviasi standard dan varian

Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata maka nilai S akan besar, akan tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata maka S akan kecil. Deviasi standard an varian dapat dihitung dengan rumus :

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}$$

Dimana :

S	= deviasi standar
X_i	= nilai variat
\bar{X}	= nilai rata-rata
n	= jumlah data
S^2	= varian

2.4.10 Probabilitas (Peluang)

Kebenaran dari kesimpulan yang dibuat dari analisis data hidrologi sebetulnya tidak dapat dipastikan benar secara absolut, karena kesimpulan analisis hidrologi umumnya dibuat berdasarkan data sampel dari populasi, oleh karena itu aplikasi teori peluang sangat diperlukan dalam analisis hidrologi.

Besarnya peluang sebuah variat adalah jumlah kejadian dari pada deskript variat dibagi dengan jumlah total kejadiannya. Jumlah peluang dari semua variat

tersebut adalah sama dengan satu, atau $P = 1$. Distribusi peluang (*probability distribution*) adalah suatu distribusi yang menggambarkan peluang dari sekumpulan variat sebagai pengganti frekuensinya. Peluang kumulatif dari sebuah variat adalah peluang dari suatu variabel acak yang mempunyai nilai sama atau kurang dari suatu nilai tertentu. Kalau nilai sebuah variat tersebut adalah x , maka peluang kumulatifnya adalah $P(X \leq x)$, dan peluang kumulatif dari suatu variabel acak mempunyai nilai sama atau lebih dari suatu nilai tertentu adalah $1 - P(X \leq x)$, umumnya ditulis sebagai $P(X \geq x)$.

Fungsi distribusi peluang umumnya dibedakan menjadi deskriptif dan kontinyu. Namun untuk analisis data hidrologi kedepannya akan dipakai fungsi distribusi peluang kontinyu, diantaranya Gumbel Tipe I.

Distribusi Gumbel Tipe I

Distribusi Tipe I Gumbel atau disebut juga dengan distribusi ekstrem tipe I umumnya digunakan untuk analisis data maksimum, misalnya untuk analisis frekuensi banjir. Peluang kumulatif dari distribusi Gumbel adalah :

$$P(X \leq x) = e^{(-e)^{-x}}$$

Dimana :

$P(X \leq x)$ = fungsi densitas peluang tipe Gumbel

X = variabel acak kontinyu

e = 2,71828

Y = faktor reduksi Gumbel

Persamaan garis lurus model Matematika Distribusi Gumbel tipe I yang ditentukan dengan menggunakan metode momen adalah :

$$Y = a(X - X_0)$$

$$a = \frac{1,283}{S}$$

$$X_0 = \bar{X} - \frac{0,577}{a}$$

$$X_0 = \bar{X} - 0,455S$$

Dimana :

\bar{X} = nilai rata-rata

S = deviasi standar

Distribusi tipe I Gumbel, mempunyai koefisien kemencengan $CS = 1,139$. Nilai Y , factor reduksi Gumbel merupakan fungsi dari besarnya peluang atau periode ulang seperti ditunjukkan pada table 2.1

Tabel 2.1 Nilai Variabel Reduksi Gumbel.

T (tahun)	Peluang	Y
1,001	0,001	- 1,930
1,005	0,005	- 1,670
1,01	0,01	- 1,530
1,05	0,05	- 1,097
1,11	0,10	- 0,834
1,25	0,20	- 0,476
1,33	0,25	- 0,326
1,43	0,30	- 0,185
1,67	0,40	0,087
2,00	0,50	0,366
2,50	0,60	0,671
2,33	0,70	1,030
4,00	0,75	1,240
5,00	0,80	1,510
10,00	0,90	2,250
20,00	0,95	2,970
50,00	0,98	3,900
100,00	0,99	4,600
200,00	0,995	5,290
500,00	0,998	6,210
1000,00	0,999	6,900

(Sumber : Soewarno, Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data, 1995)

Perhitungan persamaan garis lurus untuk distribusi Gumbel yang paling sering digunakan karena lebih sederhana dan kurang menyimpang. Persamaan

garis lurus untuk distribusi frekuensi tipe I Gumbel dapat juga menggunakan persamaan distribusi frekuensi empiris sebagai berikut :

$$X = \bar{X} + \frac{S}{Sn}(Y - Y_n)$$

Dimana :

X = nilai variat yang diharapkan terjadi

\bar{X} = nilai rata-rata hitung variat

Y = nilai reduksi variat dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang tertentu (hubungan antara periode ulang T dengan Y dapat dilihat pada table 2.2)

Yn = nilai rata-rata dari reduksi variat. nilainya tergantung dari jumlah data (n) dan dapat dilihat pada table 2.3.

Sn = deviasi standar dari reduksi variat, nilainya tergantung dari jumlah data (n) dan dapat dilihat pada table 2.4.

Tabel 2.2 Hubungan Periode Ulang(T) dengan Reduksi Variat dari Variabel (Y)

T	Y
2	0,3065
5	1,4999
10	2,2504
20	2,9702
50	3,9019
100	4,6001

(Sumber : Soewarno, Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data, 1995)

Tabel 2.3 Hubungan Reduksi Variat Rata-rata (Yn) dengan Jumlah Data

n	Yn	n	Yn	N	Yn	n	Yn
10	0,4592	34	0,5396	58	0,5518	82	0,5572
11	0,4996	35	0,5402	59	0,5518	83	0,5574
12	0,5053	36	0,5410	60	0,5521	84	0,5576
13	0,5070	37	0,5418	61	0,5524	85	0,5578
14	0,5100	38	0,5424	62	0,5527	86	0,5580

15	0,5128	39	0,5430	63	0,5530	87	0,5581
16	0,5157	40	0,5436	64	0,5533	88	0,5583
17	0,5181	41	0,5442	65	0,5535	89	0,5585
18	0,5202	42	0,5448	66	0,5538	90	0,5586
19	0,5220	43	0,5453	67	0,5540	91	0,5587
20	0,5236	44	0,5458	68	0,5543	92	0,5589
21	0,5252	45	0,5463	69	0,5545	93	0,5591
22	0,5268	46	0,5468	70	0,5548	94	0,5592
23	0,5283	47	0,5473	71	0,5550	95	0,5593
24	0,5296	48	0,5477	72	0,5552	96	0,5595
25	0,5309	49	0,5481	73	0,5555	97	0,5596
26	0,5320	50	0,5485	74	0,5557	98	0,5598
27	0,5332	51	0,5489	75	0,5559	99	0,5599
28	0,5343	52	0,5493	76	0,5561	100	0,5600
29	0,5353	53	0,5497	77	0,5563		
30	0,5362	54	0,5501	78	0,5565		
31	0,5371	55	0,5504	79	0,5567		
32	0,5380	56	0,5508	80	0,5569		
33	0,5388	57	0,5511	81	0,5570		

(Sumber : Soewarno, Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data, 1995)

Tabel 2.4 Hubungan antara deviasi standar dan reduksi variat dengan jumlah data

N	Sn	n	Sn	n	Sn	n	Sn
10	0,9496	33	1,1226	56	1,1696	79	1,1930
11	0,9697	34	1,1255	57	1,1708	80	1,1938
12	0,9933	35	1,1285	58	1,1721	81	1,1945
13	0,9971	36	1,1313	59	1,1734	82	1,1953
14	1,0095	37	1,1339	60	1,1747	83	1,1959
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	1,0565	42	1,1458	65	1,1803	88	1,1994
20	1,0628	43	1,1480	66	1,1814	89	1,2001
21	1,0696	44	1,1499	67	1,1824	90	1,2007
22	1,0754	45	1,1519	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	1,0915	48	1,1574	71	1,1863	94	1,2032
26	1,1961	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	1,1623	74	1,1890	97	1,2049
29	1,1086	52	1,1638	75	1,1898	98	1,2055
30	1,1124	53	1,1658	76	1,1906	99	1,2060
31	1,1159	54	1,1667	77	1,1915	10	1,2065
32	1,1193	55	1,1681	78	1,1923	0	

(Sumber : Soewarno, Hidrologi Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data, 1995)

2.4.11 Intensitas hujan

Kalau kita diminta untuk perencanaan teknis bangunan air, pertama-tama yang harus ditentukan berapa debit yang harus diperhitungkan, atau yang lazim disebut debit (banjir) perencanaan. Besarnya debit (banjir) perencanaan ditentukan oleh intensitas hujan yang dinyatakan dengan rumus $i = \frac{d}{t}$.

Pada umumnya semakin besar t intensitas hujannya semakin kecil. Kalau tidak ada waktu untuk mengamati besarnya intensitas hujan atau karena disebabkan tidak ada alat untuk mengamati, maka dapat ditempuh cara empiris dengan menggunakan rumus yang sering dipakai yaitu rumus mononobe

$$i = \frac{d_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^m$$

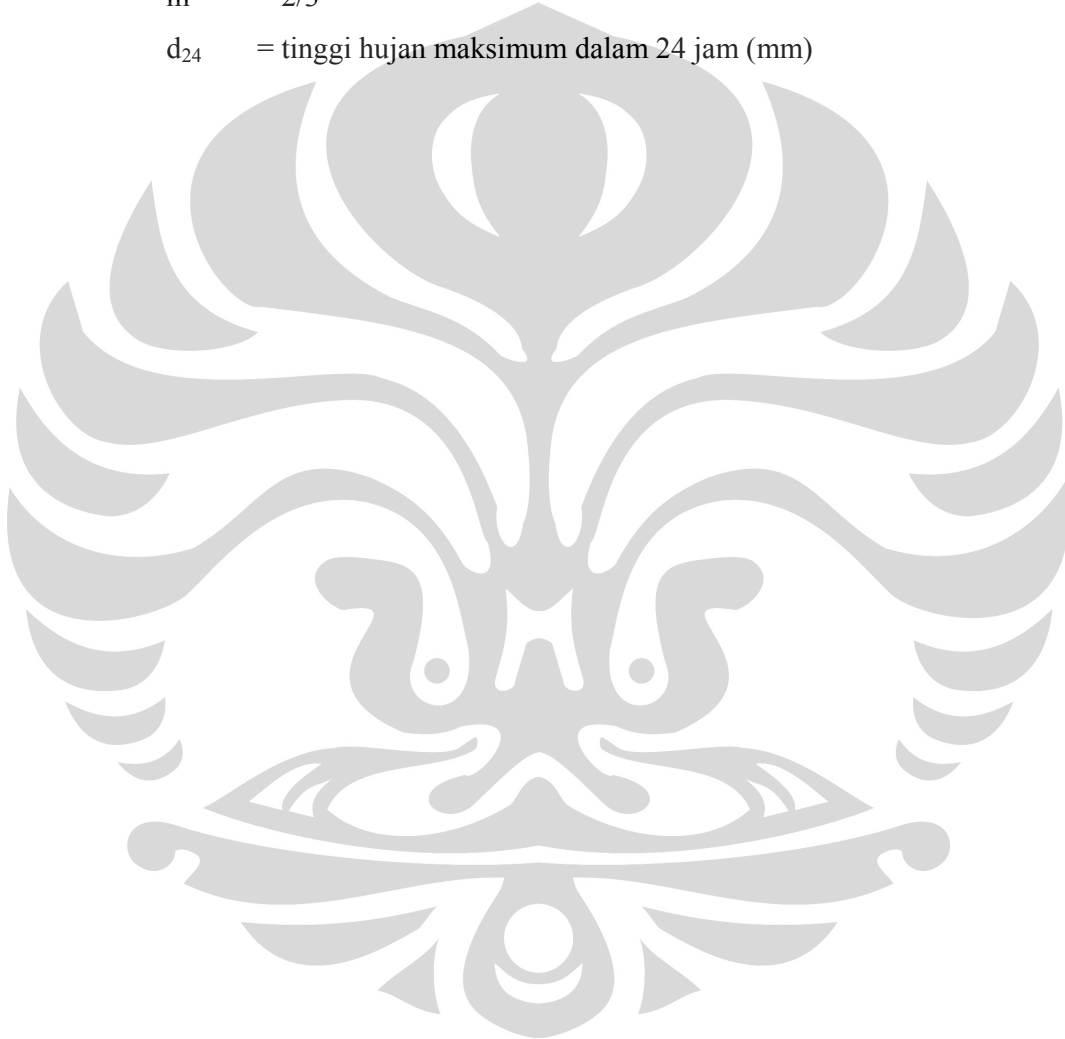
dengan

i = intensitas hujan (mm/jam)

t = waktu (durasi) curah hujan (jam)

m = 2/3

d_{24} = tinggi hujan maksimum dalam 24 jam (mm)



daerah Cikini, Gondangdia, hingga Gambir, namun setelah Pintu Air jalur lama tidak ditemukan lagi karena dibuat kanal-kanal, seperti di sisi barat Jalan Gunung Sahari dan kanal di antara Jalan Gajah Mada dan Jalan Veteran. Dari Manggarai, dibuat Banjir Kanal Barat yang mengarah ke barat, lalu membelok ke utara melewati Tanah Abang, Tomang, Jembatan Lima, hingga ke Pluit.

2.5.2 Kondisi Geologi

Morfologi DAS Ciliwung berdasarkan klasifikasi Lobeck merupakan bentukan dari satuan produk gunung api dan dapat dibagi menjadi 3 satuan utama yaitu Tubuh, Lereng dan Kipas Vulkanik. LIPI (1988) membagi menjadi 5 satuan geomorfologi yang lebih detail berdasarkan produknya yaitu:

- Tubuh Gunungapi Tua Gegerbentang
- Tubuh Gunungapi Pangrango
- Tubuh Gunungapi Lemo
- Lereng Gunungapi Pangrango
- Kipas Vulkanik Bogor

Stratigrafi daerah yang dilalui aliran Sungai Ciliwung dapat dibagi ke dalam 4 satuan. Satuan tertua adalah batuan sedimen berumur Tersier yang dikelompokkan menjadi satu karena dianggap sebagai basement dengan nilai konduktifitas hidraulik rendah. Satuan Kedua adalah Endapan Gunungapi yang umumnya memiliki nilai konduktifitas hidraulik tinggi dan sering bertindak sebagai lapisan akifer yang baik. Satuan ketiga adalah selang-seling dari Endapan Fluvio-Marin yang tertutup di permukaan oleh Kipas Vulkanik Bogor. Satuan keempat yaitu Endapan laut (Marin) di dekat garis pantai Jakarta.

2.5.3 Karakteristik DAS Ciliwung

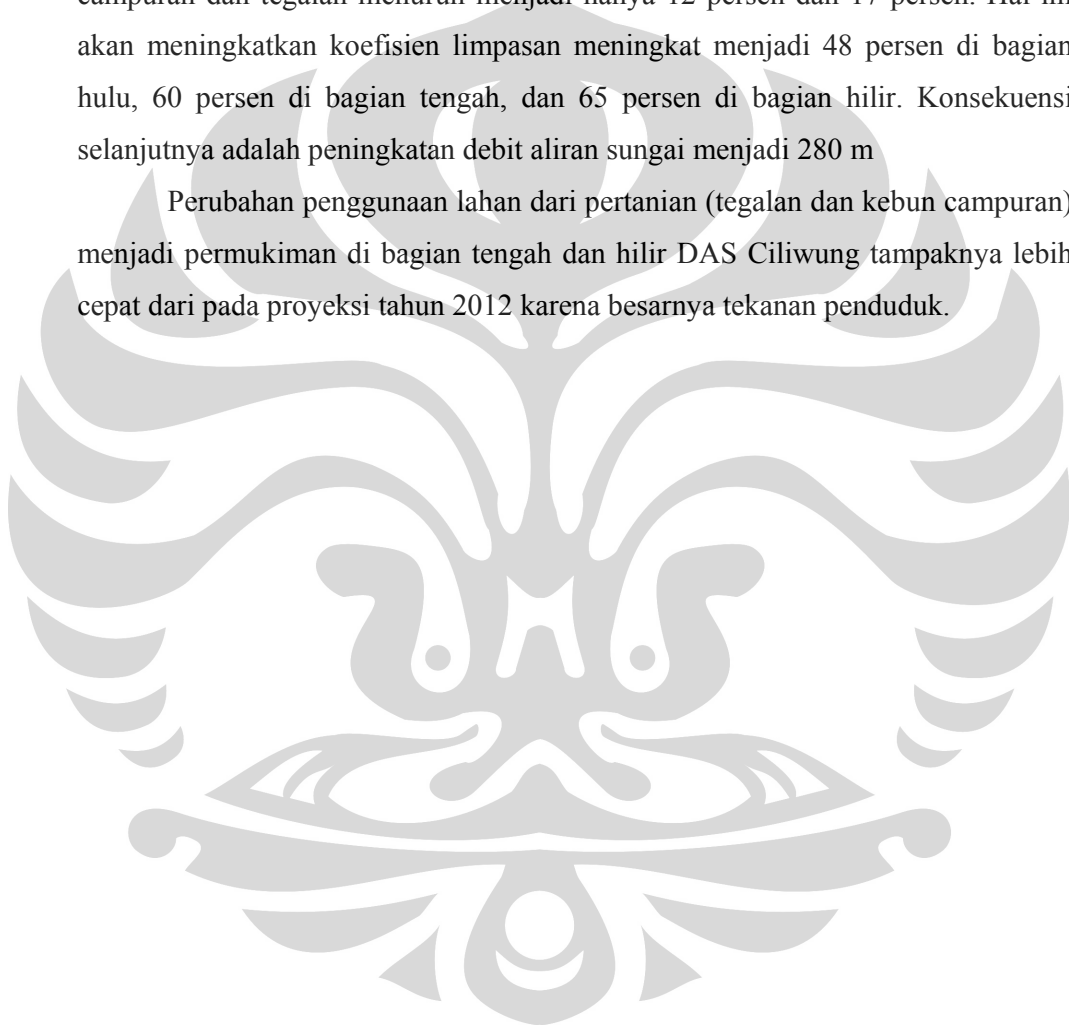
DAS Ciliwung dibagi tiga, menjadi bagian hulu mulai dari Gunung Pangrango sampai Stasiun Katulampa, bagian tengah mulai dari Katulampa sampai Stasiun Ratujuaya (Depok), dan bagian hilir dari Ratujuaya sampai Stasiun Manggarai.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan mahasiswa PS DAS-IPB melalui simulasi model, dengan data penggunaan lahan tahun 1996 dan curah hujan 88

mm pada 11 Februari 1996, maka debit Stasiun Katulampa hanya 205 m³ debit di Stasiun Ratujaya 320 m³ dan debit di Stasiun Manggarai 383m³.

Data tersebut menunjukkan bahwa kontribusi bagian hulu hanya 33 persen, tengah 35 persen, dan hilir 32 persen. Proyeksi penggunaan lahan sampai tahun 2012 yang didasarkan pada trend perubahan 1990-1996 menunjukkan bahwa daerah permukiman akan meningkat menjadi 48 persen, tetapi kebun campuran dan tegalan menurun menjadi hanya 12 persen dan 17 persen. Hal ini akan meningkatkan koefisien limpasan meningkat menjadi 48 persen di bagian hulu, 60 persen di bagian tengah, dan 65 persen di bagian hilir. Konsekuensi selanjutnya adalah peningkatan debit aliran sungai menjadi 280 m

Perubahan penggunaan lahan dari pertanian (tegalan dan kebun campuran) menjadi permukiman di bagian tengah dan hilir DAS Ciliwung tampaknya lebih cepat dari pada proyeksi tahun 2012 karena besarnya tekanan penduduk.

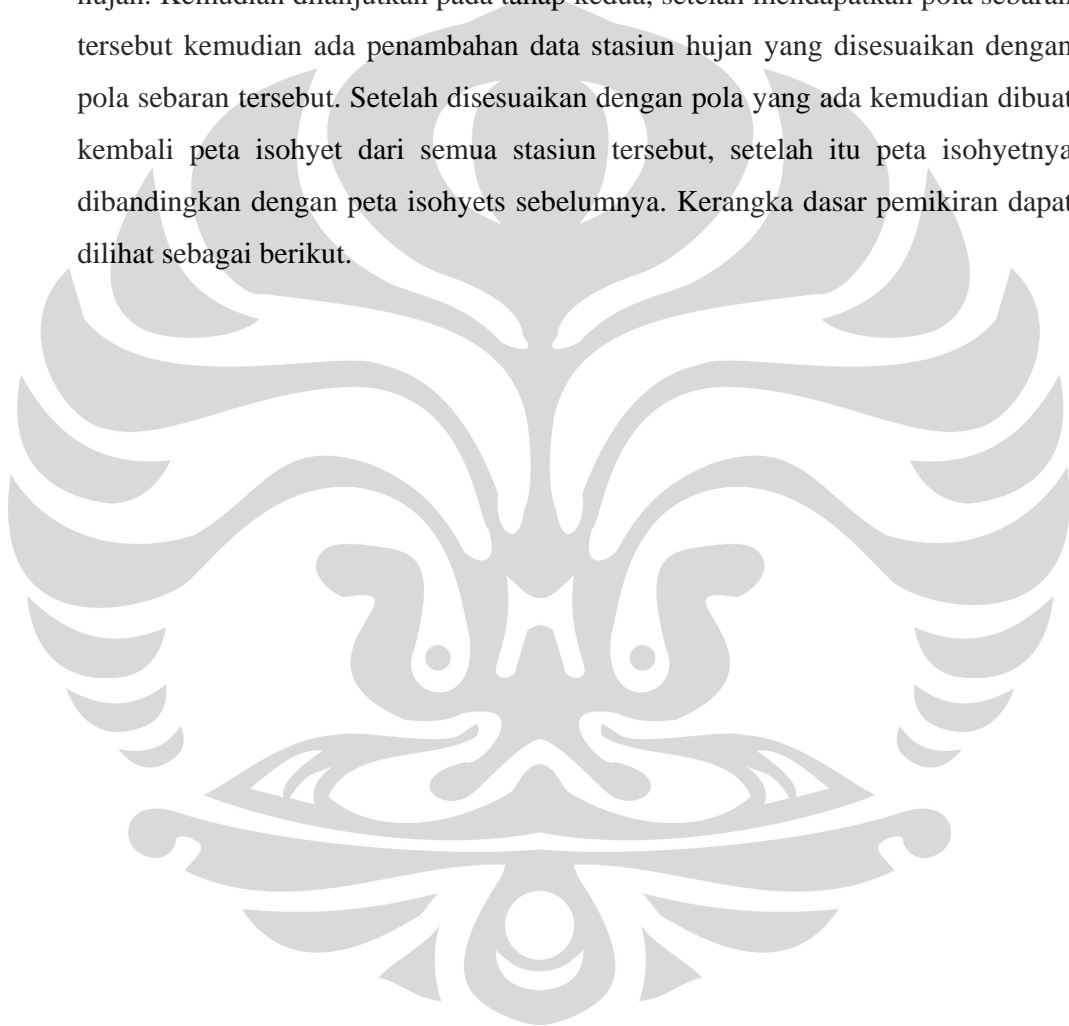


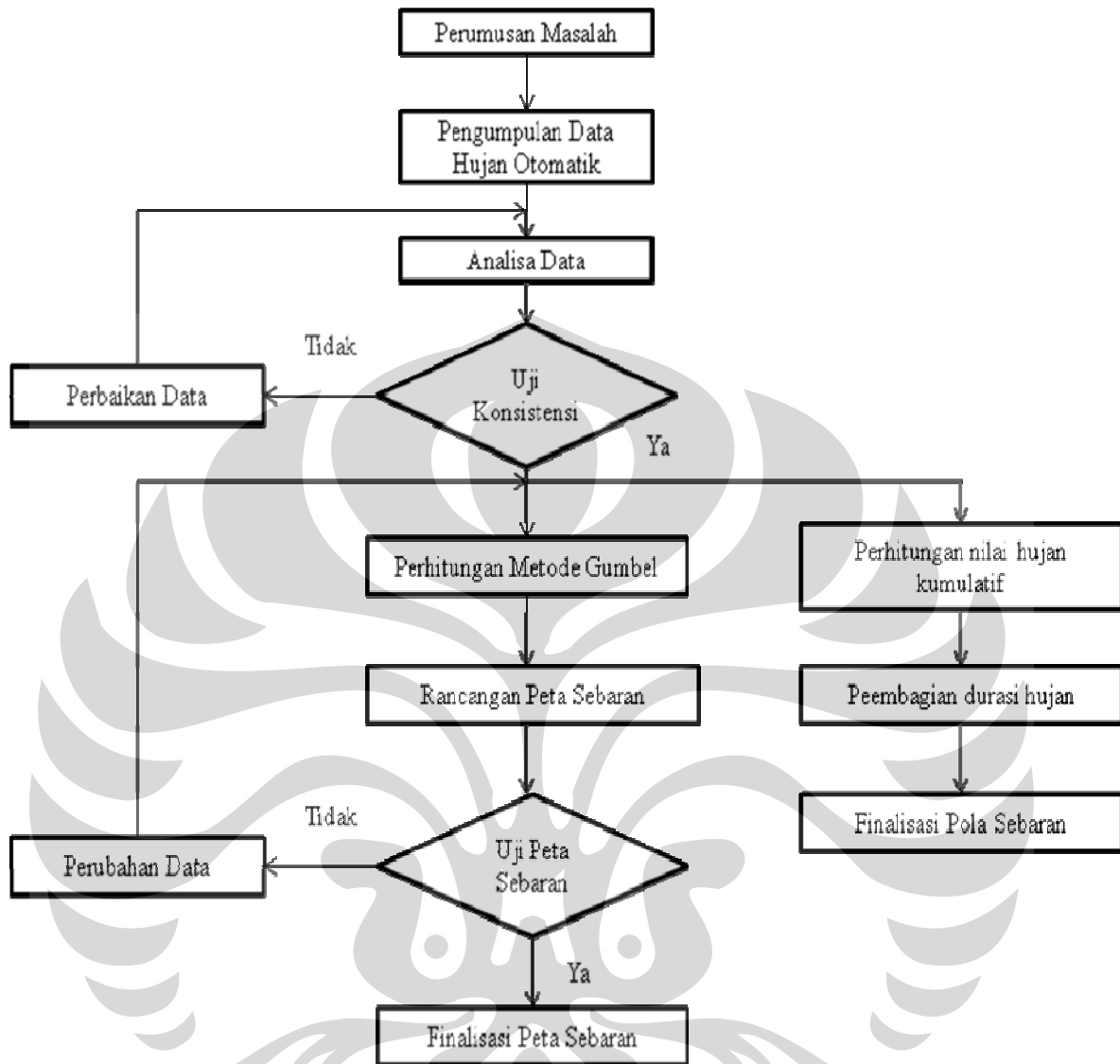
BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

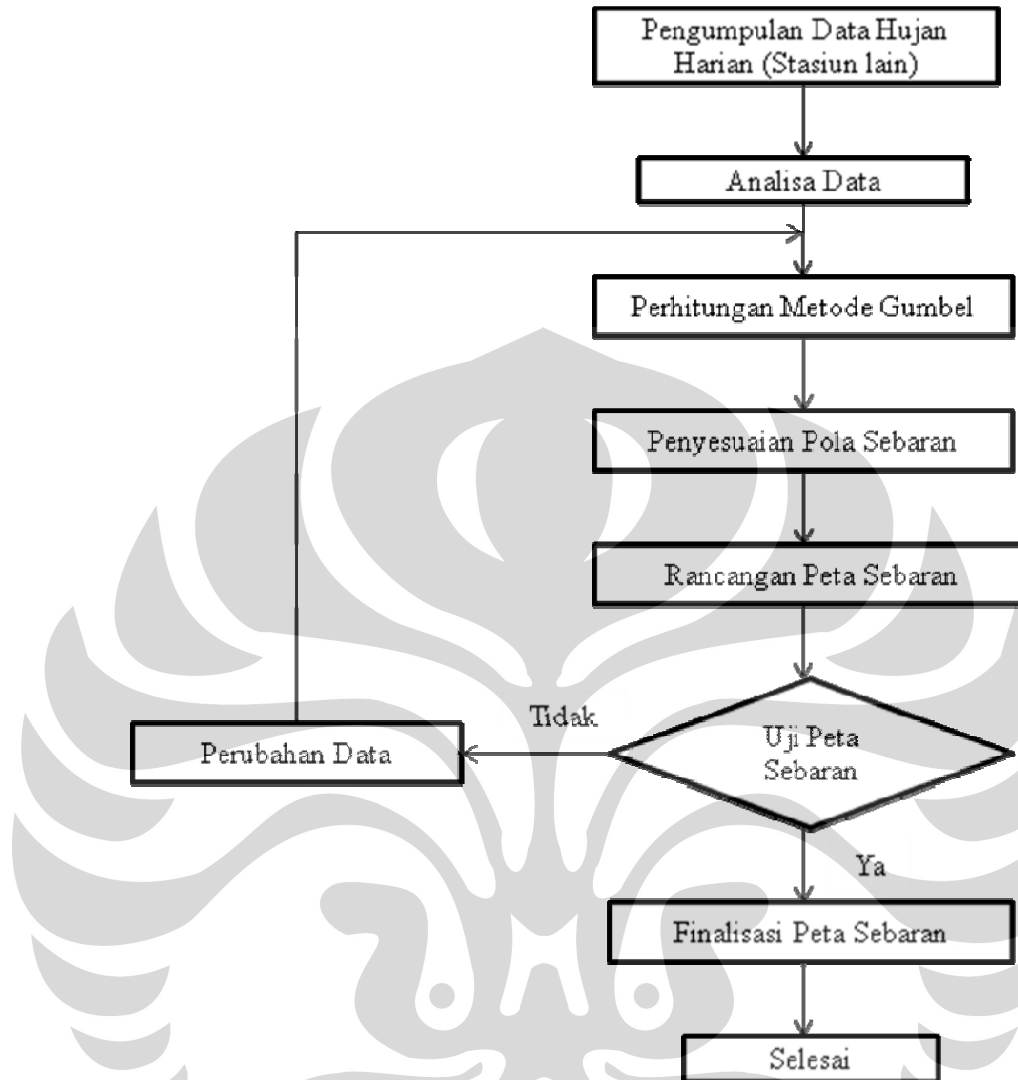
3.1. KERANGKA DASAR PEMIKIRAN

Dalam melakukan penelitian ini, kerangka dasarnya dibagi menjadi 2 tahap. Pada tahap pertama adalah membuat peta isohyet dan pola sebaran dari 4 stasiun hujan. Kemudian dilanjutkan pada tahap kedua, setelah mendapatkan pola sebaran tersebut kemudian ada penambahan data stasiun hujan yang disesuaikan dengan pola sebaran tersebut. Setelah disesuaikan dengan pola yang ada kemudian dibuat kembali peta isohyet dari semua stasiun tersebut, setelah itu peta isohyetnya dibandingkan dengan peta isohyets sebelumnya. Kerangka dasar pemikiran dapat dilihat sebagai berikut.





Gambar 3.1 Bagan Alur Penelitian Tahap 1



Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian Tahap 2

3.2 TAHAPAN PENGOLAHAN DATA

Secara umum dalam penyusunan skripsi ini, metodologi penelitian disusun menjadi 2 tahap. Berikut merupakan langkah-langkah pekerjaan yang dilakukan :

Tahap Pertama

- Perumusan masalah yaitu mengidentifikasi masalah yang terjadi pada wilayah DAS Ciliwung-Cisadane.
- Mengumpulkan data-data yang diperlukan seperti :
 - Data hidrologi : berupa data curah hujan otomatis yang terdapat pada stasiun pencatatan hujan DAS Ciliwung – Cisadane.

- Melakukan analisa dari data-data yang ada.
 - Mengolah data curah hujan : Data hujan yang sudah diperoleh kemudian dibaca dalam durasi jam-jaman.
 - Setelah dibaca dalam jam-jaman, kemudian data tersebut diuji dengan data hujan hariannya. Data hujan otomatis yang sama dengan data hujan hariannya diambil sebagai data hujan yang akan diolah selanjutnya atau disebut dengan data yang valid.
- Data yang valid tersebut kemudian dicari nilai jam-jaman yang maksimum.
- Dari nilai jam-jaman maksimum tersebut kemudian diolah dengan menggunakan Metode Gumbel untuk mendapatkan nilai tinggi hujan rencana (X_{tr}).
- Dari nilai tinggi hujan rencana (X_{tr}) tersebut kemudian digambarkan kedalam peta isohyet dengan menghubungkan nilai tinggi hujan yang sama besar.
- Kemudian peta isohyet tersebut dapat digunakan untuk mengasumsikan tinggi hujan pada tempat-tempat yang belum terdapat stasiun pengamatanya.
- Selain membuat peta isohyet, dari pengolahan data tersebut dicari juga pola sebaran yang terjadi pada stasiun-stasiun tersebut.
- Pola sebaran hujan dapat dicari dengan mengkumulatikan nilai tinggi hujan setiap jamnya pada setiap stasiun.
- Setelah dikumulatikan data hujan tersebut dikelompokkan ke dalam durasi tertentu, dalam hal ini menjadi 3 jam, 4 jam, 5 jam, dan 6 jam.
- Setelah dikelompokkan kemudian dihitung nilai rata-ratanya yang dapat mewakili dari durasi tersebut.
- Setelah didapat nilai rata-rata kumulatif dari setiap stasiun hujan kemudian dilihat frekuensi yang paling banyak dari setiap durasi tersebut untuk dijadikan pola sebaran hujan yang dapat mewakili dari semua stasiun tersebut.
- Setelah didapat pola sebaran hujan dari pengolahan tersebut kemudian dijadikan acuan untuk mendapatkan pola pada stasiun-stasiun yang lain yang tidak memiliki data hujan otomatisnya, yang dilanjutkan pada tahap kedua.

Tahap Kedua

- Mengumpulkan data hujan harian dari stasiun hujan yang belum memiliki data hujan otomatis.
- Kemudian data tersebut dianalisa untuk mendapatkan nilai hujan harian maksimum.
- Setelah mendapatkan nilai hujan maksimum kemudian dihitung dengan menggunakan Metode Gumbel untuk mendapatkan nilai tinggi hujan rencana (X_{tr}).
- Dari nilai tinggi hujan rencana (X_{tr}) tersebut kemudian disesuaikan dengan pola sebaran yang sudah dicari agar pola sebaran di stasiun ini sama dengan pola sebaran pada stasiun sebelumnya.
- Setelah dapat tinggi hujan rencana yang sudah sama semua pola sebarannya kemudian dibuatkan ke dalam peta isohyet, berupa garis yang menghubungkan nilai tinggi hujan yang sama besar.
- Kemudian peta isohyet tersebut dibandingkan dengan peta isohyet pada tahap pertama dan diambil kesimpulan dari hasil kedua peta tersebut.

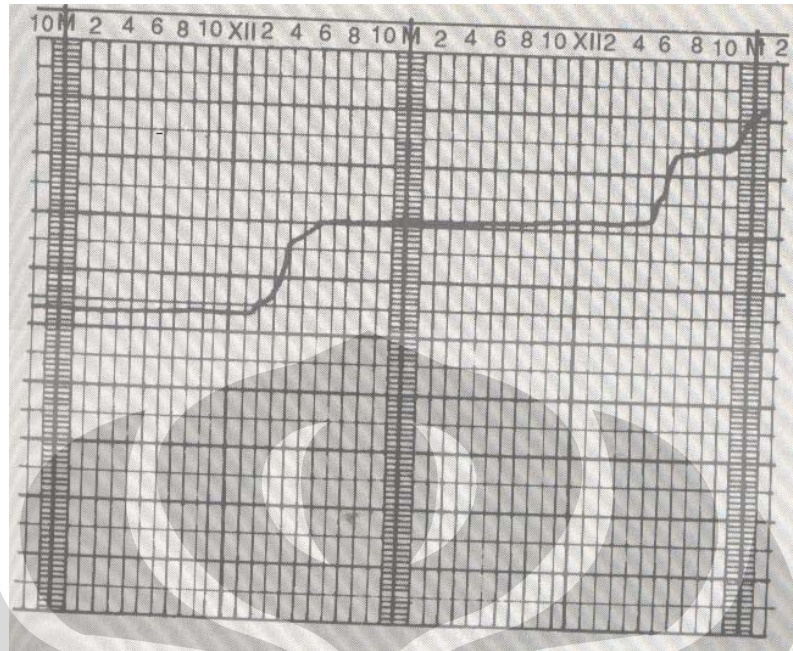
BAB 4

ANALISA DATA

4.1 DATA HUJAN

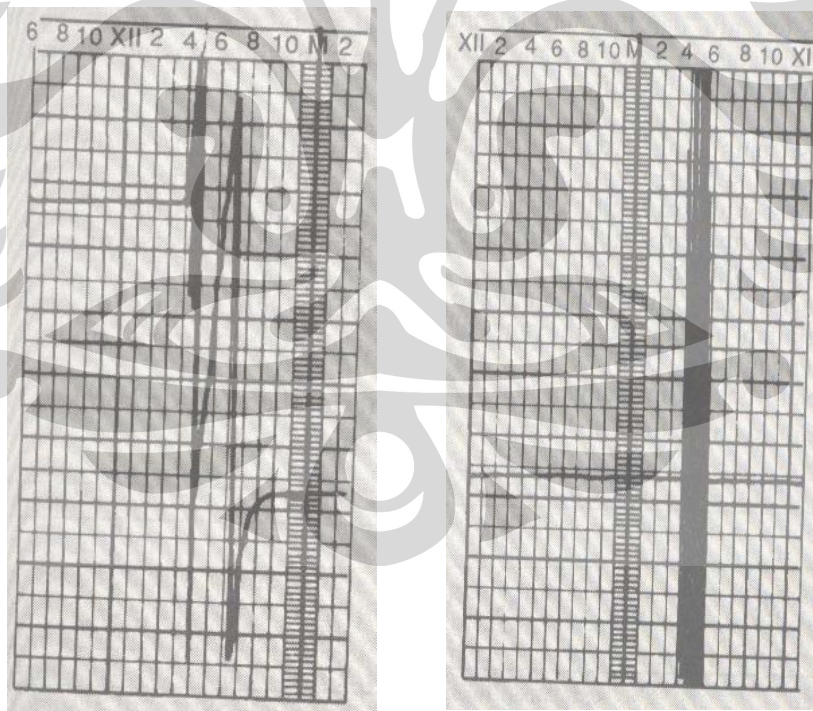
Data hujan yang digunakan dalam pengolahan data adalah data hujan otomatis (dalam bentuk grafik). Data hujan ini berasal dari pos penakar di stasiun hujan Cigudeg, Gadok, Ranca Sumur, dan Ranca Bungur. Adapun lamanya waktu pengamatan yang digunakan selama 7 tahun dari tahun 1999 sampai tahun 2005. Data hujan otomatis ini dibaca dalam durasi jam-jaman.

Umumnya hasil rekaman yang terjadi dapat dilihat seperti contoh pada Gambar 4.1 dan Gambar 4.2 berikut. Gambar 4.1 menunjukkan rekaman data hujan terisolir. Bagian garis yang menunjukkan garis datar berarti selama waktu tersebut tidak terjadi hujan. Hujan hanya terjadi pada periode dengan garis yang menunjukkan kemiringan tertentu. Dalam hal ini berarti jumlah hujan yang terjadi selama waktu tersebut adalah selisih besaran hujan yang terjadi diantara dua interval waktu yang ditetapkan. Pada Gambar 4.2, nampak terjadinya hujan yang relatif banyak dalam waktu yang relatif singkat. Karena garis-garis tegak dalam rekaman menunjukkan bahwa pena telah sampai di ujung atas kertas dan kemudian jatuh, maka garis-garis tersebut sebenarnya merupakan satu kelanjutan. Keadaan menjadi sangat sulit apabila jumlah naik turunnya jarum dalam waktu yang pendek sudah tidak dapat dihitung lagi, atau dengan kenampakkan seperti Gambar 4.2. Dalam hal ini hanya akan dapat diselesaikan dengan bantuan alat ukur hujan biasa (manual), yang dalam praktek diharuskan dipasang mendampingi alat ukur hujan otomatis.



Gambar 4.1 Hasil rekaman dengan Otomatik 1

(Sumber : Sri Harto Br, Analisis Hidrologi, 1993)



Gambar 4.2 Hasil rekaman dengan Otomatik 2

(Sumber : Sri Harto Br, Analisis Hidrologi, 1993)

4.2 PENGOLAHAN DATA

Data hujan dari hasil bacaan jam-jaman tersebut terlihat bahwa terjadi peristiwa hujan dalam sehari. Yang dimaksud peristiwa hujan adalah turunnya hujan sampai berhenti. Dalam sehari bisa terjadi lebih dari satu peristiwa hujan dan durasi peristiwa hujannya pun berbeda-beda. Ada peristiwa hujan selama 1 jam, 2 jam, 3 jam, bahkan lebih dari 6 jam.

Dalam pengolahan ini digunakan data hujan dengan peristiwa hujan lebih dari 3 jam, karena umumnya data ini mendekati atau sama dengan data hujan manualnya dan biasanya besarnya juga lebih dari 10 mm.

Adapun pengolahan data yang dilakukan pada Stasiun Cigudeg adalah sebagai berikut.

Tabel 4.1 Peristiwa Hujan pada Stasiun Cigudeg

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)													Hujan Harian (mm)	CH 1 jam max (mm)		
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			13	
1999	Maret	15	0.0	4.0	4.5	0.1	0.1											8.7	7.8
	Juli	5	0.0	0.4	3.2	8.8												12.4	
	Agust	11	0.0	7.8	11.4	0.3												19.5	
	Okt	12	0.0	2.0	0.2	6.8	7.5											16.5	
2000	Jan	1	0.0	0.8	10.0	9.0	0.5											20.3	10.0
		3	0.0	0.5	9.0	5.0												14.5	
		4	0.0	7.0	10.0	4.0												21.0	
		9	0.0	5.0	10.0	10.0	6.0	2.0										33.0	
		16	0.0	4.0	7.0	5.0	3.0											19.0	
		18	0.0	0.5	10.0	7.0	3.0											20.5	
		21	0.0	5.0	10.0	6.0	2.5											23.5	
		26	0.0	3.0	9.0	4.0	2.0	1.0										19.0	
	29	0.0	10.0	9.0	7.0	5.0											31.0		
	Feb	13	0.0	4.0	9.0	3.0	0.5											16.5	
		16	0.0	5.0	12.0	8.0	0.5											25.5	
		23	0.0	0.5	10.0	6.0	2.0	1.5	0.5									20.5	
		29	0.0	10.0	6.0	4.0												20.0	
	Mar	31	0.0	0.7	8.0	4.0	2.0	1.0										15.7	
	April	18	0.0	10.0	7.0	5.0												22.0	
		30	0.0	0.5	10.0	5.0	3.5	2.0	1.5									22.5	
	Mei	22	0.0	6.0	13.0	5.0	1.5											25.5	
	Juni	13	0.0	3.0	8.0	6.5	0.5											18.0	
22		0.0	1.0	12.0	4.0	3.5	2.0	1.0									23.5		

	Juli	8	0.0	5.0	3.0	3.5	0.5												12.0	
		17	0.0	3.0	10.0	1.2	0.3													14.5
	Agust	31	0.0	2.0	8.0	8.0														18.0
	Sept	6	0.0	0.4	6.5	5.0	5.0	3.2	0.5											20.6
		13	0.0	3.0	11.0	4.0	2.0	1.3												21.3
		17	0.0	4.0	10.0	7.0	4.0													25.0
	Okt	20	0.0	0.5	10.0	7.0	4.0													21.5
		14	0.0	2.0	8.0	5.0														15.0
	Nov	23	0.0	1.0	6.0	5.0	2.0	0.5	0.5											15.0
		23	0.0	0.6	4.3	5.0	3.0													12.9
Des	28	0.0	3.0	7.0	1.5	0.5	0.5												12.5	
2001		1	0.0	6.0	10.0	8.0	3.0	1.5												28.5
	Jan	10	0.0	0.5	5.0	10.0	7.0	2.0	1.5	0.5										26.5
		20	0.0	2.0	11.0	9.0	3.0	0.7	0.5	0.2										26.4
	Feb	16	0.0	5.9	10.0	4.5	3.0	1.3												24.7
	April	10	0.0	7.1	5.0	1.0														13.1
	Mei	16	0.0	4.0	8.0	3.0	1.5													16.5
	Juni	14	0.0	8.4	10.0	4.0	2.0													24.4
		24	0.0	6.0	9.0	3.0														18.0
	Juli	19	0.0	6.0	8.0	6.0														20.0
	Agust	12	0.0	4.1	4.2	10.0	3.0	1.0	0.5											22.8
		22	0.0	4.3	4.1	8.0	6.0	2.0	1.5											25.9
	Sept	10	0.0	6.3	9.0	5.0	4.0													24.3
		23	0.0	1.3	4.0	6.0	2.5	1.5												15.3
	Okt	3	0.0	0.1	10.0	8.0	1.5													19.6
7		0.0	3.4	3.2	6.0	4.0	0.5												17.1	
24		0.0	1.8	8.0	4.0	4.0	2.5												20.3	
Des	14	0.0	0.8	0.8	0.8	0.6	6.9												9.9	
2002	Jan	17	0.0	0.4	3.5	6.0	0.2													10.1
	Feb	5	0.0	1.0	0.7	1.0	2.0	1.0	4.0	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1				10.6
		23	0.0	3.0	4.5	8.0	2.0	1.5	0.5											19.5
	Mar	19	0.0	1.0	3.0	2.5	0.6	0.4	1.0	1.4	0.1	0.1								10.1
	April	7	0.0	2.0	3.2	0.8	3.0	0.4												9.4
		21	0.0	5.0	1.0	1.2	2.3	0.3	0.7	2.0										12.5
	Juli	29	0.0	10.2	9.0	0.5														19.7
	Sept	20	0.0	0.3	4.0	6.0	9.4	1.0	0.5											21.2
Des	15	0.0	5.7	1.7	5.1	0.9	0.6												14.0	
2003	Feb	7	0.0	0.1	6.0	2.5	1.0	0.2												9.8
	Maret	20	0.0	10.0	5.0	2.0	0.2	0.3												17.5
		31	0.0	0.2	9.6	0.3														10.1
	April	25	0.0	3.5	6.5	0.4														10.4
		26	0.0	0.2	5.0	15.0	5.8													26.0
Okt	31	0.0	0.2	10.0	10.0														20.2	

8.4

10.2

10.0

2004	Jan	12	0.0	8.0	2.0	0.2	0.2												10.4		
		10	0.0	14.5	0.2	0.1	0.2	0.1												15.1	
	Feb	19	0.0	6.6	4.4	0.3	0.2	0.1												11.6	
	April	1	0.0	11.0	0.3	0.2	0.2	0.1	0.1											11.9	
	Mei	3	0.0	12.0	11.0	0.5														23.5	
		11	0.0	0.5	11.7	1.0														13.2	
	Juni	9	0.0	0.6	10.0	2.0	1.5													14.1	
		26	0.0	9.0	2.7	0.3	0.1													12.1	
	Juli	11	0.0	0.4	0.0	11.0	20.0													31.4	
	Okt	22	0.0	16.4	0.4	0.2	0.1	2.3												19.4	
Nov	1	0.0	5.0	8.0	6.0	3.0													22.0		
2005	Jan	3	0.0	10.0	0.3	0.3														10.6	
		8	0.0	13.0	10.0	1.5														24.5	
		11	0.0	0.3	7.0	1.0	0.5													8.8	
		17	0.0	15.0	0.3	0.4	0.1													15.8	
	Feb	1	0.0	14.0	5.0	3.0														22.0	
		16	0.0	10.0	8.0	6.0	3.5	2.0	1.5											31.0	
	Maret	16	0.0	10.0	2.0	1.5														13.5	
	April	20	0.0	9.8	6.0	2.5														18.3	
		21	0.0	8.3	6.0	4.5	3.0	1.5												23.3	
		22	0.0	8.4	10.0	7.0	0.5													25.9	
	Juni	10	0.0	3.5	10.0	0.2														13.7	
		17	0.0	1.5	10.0	0.4														11.9	
		21	0.0	0.3	13.3	5.0	1.0													19.6	
	Juli	14	0.0	21.0	0.3	0.3	0.1													21.7	
		19	0.0	0.2	23.8	0.2	0.2													24.4	
	Agust	10	0.0	0.1	4.0	8.5	0.1													12.7	
		17	0.0	17.0	5.0	0.3														22.3	
		18	0.0	0.3	2.0	2.0	6.0	2.0	1.0	1.0										14.3	
		23	0.0	2.0	20.0	0.8															22.8
		24	0.0	2.0	2.0	11.0	2.0	2.0	2.0	2.0											23.0
Des	11	0.0	20.0	2.5	0.5														23.0		
	26	0.0	20.0	7.0	0.5														27.5		
	31	0.0	20.0	6.5	0.3														26.8		

Dari tabel data tersebut dapat dilihat bahwa pada stasiun cigudeh hujan berlangsung selama 13 jam tanpa berhenti dan hanya terjadi sekali peristiwa saja. Peristiwa hujan yang banyak terjadi terdapat pada durasi 3 jam dan 4 jam. Dapat pula dilihat dari tabel biasanya hujan besar terjadi pada jam-jam pertama dibandingkan pada jam berikutnya yang semakin kecil. Dari semua peristiwa hujan tersebut memiliki tinggi hujan maksimum pada jam pertama sebesar 21 mm.

Dipilihnya hujan maksimum pada jam pertama karena penelitian yang dilakukan pada jam pertama. Data hujan maksimum tersebut kemudian disusun berdasarkan tahunnya untuk dilakukan pengolahan dengan Metode Gumbel. Adapun pengolahan dengan Metode Gumbel adalah sebagai berikut untuk Stasiun Cigudeg.

Tabel 4.2 Curah Hujan Maksimum Jam-jaman (mm) pada Stasiun Cigudeg

Tahun	CH max	X - X rata2	(X - Xrata)^2
1999	7.80	-4.17	17.40
2000	10.00	-1.97	3.89
2001	8.40	-3.57	12.76
2002	10.20	-1.77	3.14
2003	10.00	-1.97	3.89
2004	16.40	4.43	19.61
2005	21.00	9.03	81.52
Jumlah	83.80		142.19
Rata - rata	11.97		

Tabel 4.3 Nilai Tinggi Curah Hujan Rencana (mm) pada Stasiun Cigudeg

	Periode Ulang				
	2	5	10	20	50
X rata2	11.97	11.97	11.97	11.97	11.97
S	4.87	4.87	4.87	4.87	4.87
Y	0.30	1.50	2.25	2.97	3.90
Sn	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Yn	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
Xtr	11.78	18.33	22.44	26.38	31.48

Dari pengolahan dengan Metode Gumbel didapat tinggi hujan rencana dengan variasi periode ulang. Data pengamatan yang dipakai hanya 7 tahun karena keterbatasan data, sehingga nilai Sn dan Yn didapat dari hasil interpolasi.

Dapat dilihat bahwa semakin besar periode ulang yang dipakai maka nilai dari tinggi hujan rancana (Xtr) akan semakin besar. Hal berkaitan dengan peluang

yang akan terjadi. Misalnya periode ulang 10 tahun, maka peristiwa yang bersangkutan akan terjadi rata-rata 1 kali setiap 10 tahun. Terjadinya peristiwa itu sendiri tidak harus tiap 10 tahun melainkan rata-rata sekali sekali dalam 10 tahun, misalnya 10 kali dalam 100 tahun, 25 kali dalam 250 tahun, dan seterusnya.

Selain nilai tinggi hujan rencana (X_{tr}) dapat juga dicari pola hujan pada Stasiun Cigudeg. Untuk mengetahui pola hujan dari Stasiun Cigudeg maka dilakukan pengelompokan berdasarkan durasi hujannya. Durasi hujan yang dikelompokkan mulai dari 3 jam, 4 jam, 5 jam, dan 6 jam. Dipilihnya durasi tersebut karena frekuensi dari durasi tersebut merupakan yang paling banyak dibandingkan hujan dengan durasi lain. Setelah dikelompokkan maka dicari nilai rata-ratanya dari tiap durasi hujan tersebut. Hasil dari hujan rata-rata setiap durasi tersebut adalah sebagai berikut.

Tabel 4.4 Nilai Rata-Rata Hujan pada Jam Ke- (Stasiun Cigudeg)

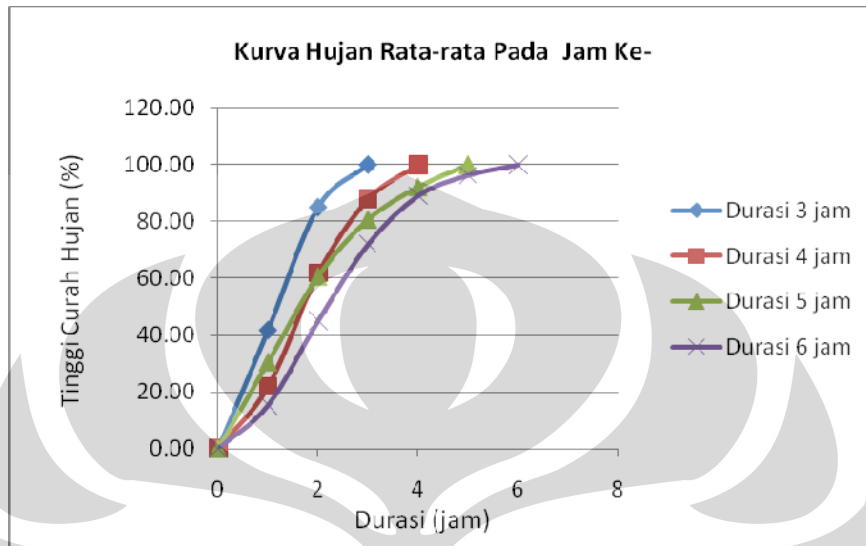
Durasi (jam)	Rata - rata hujan persentase pada jam ke- (%)						
	0	1	2	3	4	5	6
3	0.00	41.82	85.05	100.00			
4	0.00	21.99	61.81	87.93	100.00		
5	0.00	30.58	60.69	80.72	92.12	100.00	
6	0.00	15.40	45.09	72.06	89.16	96.33	100.00

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa untuk durasi 3 jam pada jam pertama hujan melimpas sebesar 41,82 %, kemudian pada jam kedua melimpas sebesar 43,23 %, dan pada jam ketiga melimpas sebesar 14,95 %. Jadi pada durasi 3 jam melimpasnya hujan terbesar terjadi pada jam kedua.

Pada durasi 4 jam melimpasnya hujan pada jam pertama sebesar 21,99 %, pada jam kedua hujan melimpas sebesar 39,82 %, pada jam ketiga hujan melimpas sebesar 26,12 %, dan pada jam keempat hujan melimpas sebesar 12,07 %. Jadi melimpasnya hujan terbesar pada durasi 4 jam terjadi pada jam ke dua sama dengan durasi 3 jam.

Begitu juga pada durasi 5 jam dan 6 jam, hampir rata-rata hujan melimpas terbesar terjadi pada jam ke 2.

Jika tabel hujan rata-rata diatas dibuatkan kedalam grafik maka akan terlihat seperti grafik dibawah ini.



Gambar 4.3 Kurva Hujan Rata-rata pada Jam Ke- (Stasiun Cigudeg)

Jika kita lihat grafik diatas maka kemiringan yang paling curam terjadi pada jam ke dua dibandingkan pada jam berikutnya yang semakin lebih landai. Hal ini menandakan bahwa hujan melimpas yang paling besar terjadi pada jam ke dua.

Untuk pengolahan data pada stasiun hujan yang lain sama dengan pengolahan data sebelumnya. Adapun pengolahan data yang dilakukan pada Stasiun Ranca Sumur adalah sebagai berikut.

Tabel 4.5 Peristiwa Hujan pada Stasiun Ranca Sumur

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)												Hujan Harian (mm)	CH 1 jam max (mm)	
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			12
1999	Jan	11	0.0	4.4	2.8	2.8										15.9	29.3
		11	0.0	0.3	0.7	3.4	1.5										
		14	0.0	9.3	3.5	0.5	1.0	2.0	3.0	5.0	3.9					28.2	
		24	0.0	0.7	1.9	7.0	5.7									15.3	
	Feb	10	0.0	3.5	1.5	7.5	3.5	1.0	0.3	1.5	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	19.5	
		14	0.0	29.3	2.2	2.0	0.3									33.8	
15		0.0	0.3	1.0	1.0	5.5	3.2	0.2							11.2		
		22	0.0	2.0	4.3	4.5	2.5								13.3		

		23	0.0	8.8	9.2	0.3													18.3
		24	0.0	3.0	8.0	4.3													15.3
		27	0.0	0.7	2.0	0.9	2.5	4.0	1.4	6.5	3.0	1.0	0.3						22.3
	Maret	29	0.0	16.0	2.5	4.5													23.0
	April	6	0.0	0.5	0.5	4.0	3.0	1.8	2.2	6.0	2.5	0.3							20.8
		16	0.0	4.8	4.0	1.0	0.5	0.5											10.8
	Mei	6	0.0	2.5	6.5	2.0	4.5												15.5
	Juni	8	0.0	9.0	8.0	2.0	0.4	0.4											19.8
		14	0.0	0.2	8.0	22.0	2.6												32.8
	Juli	9	0.0	11.3	13.0	2.7													27.0
		20	0.0	21.0	10.0	4.3	2.0	2.0	1.0	1.3									41.6
	Okt	17	0.0	24.0	1.0	1.7													26.7
		23	0.0	3.6	14.5	2.0													20.1
	Nov	5	0.0	1.5	3.0	2.2	6.0	4.0	4.0	2.5	0.6	0.8	0.6						25.2
		16	0.0	3.5	11.0	1.8	0.1	0.4											16.8
		30	0.0	2.3	14.0	10.0	21.0												47.3
	Des	24	0.0	1.5	7.0	8.0	4.0	3.0											23.5
2000	Jan	10	0.0	12.6	0.5	13.0	5.5	3.0	0.1	0.2									34.9
	Feb	2	0.0	1.6	11.0	1.0	2.0	2.0	2.0										19.6
		3	0.0	1.2	18.0	3.0	0.1												22.3
		3	0.0	4.7	5.0	11.0	2.6	0.8	0.6										24.7
		4	0.0	0.7	0.9	0.3	4.4	2.3	0.7	5.4	0.6								15.3
		5	0.0	3.0	9.0	4.0	4.0	1.2	0.3	1.3	0.4	0.1							23.3
		9	0.0	10.0	6.0	0.2	0.1												16.3
		20	0.0	10.0	7.0	10.0	3.0	3.0	4.0	1.6	0.4	0.7							39.7
	25	0.0	3.2	2.8	4.5	0.3												10.8	
	Maret	5	0.0	2.5	5.1	0.2	4.8	2.2											14.8
	April	29	0.0	8.3	0.9	1.0	5.0	5.0	0.2										20.4
	Mei	3	0.0	3.5	10.0	1.5	3.3												18.3
		12	0.0	5.8	12.0	10.0	4.0	2.5	1.0	0.5									35.8
		15	0.0	13.6	1.5	0.1	0.2	0.3											15.7
	Sep	24	0.0	7.3	6.0	1.5													14.8
	Okt	1	0.0	9.5	7.0	0.6	0.2												17.3
		11	0.0	8.0	6.0	4.5	2.0	1.0	0.5										22.0
	Nov	7	0.0	6.2	0.1	0.2	6.8												13.3
		29	0.0	5.0	10.6	0.2													15.8
	Des	24	0.0	0.5	1.6	5.0	1.0	4.3											12.4
2001	Jan	9	0.0	8.0	14.5	3.0	2.5												28.0
		10	0.0	6.0	10.0	2.0													18.0
		11	0.0	10.0	11.0	9.0	10.0	3.0	1.0	1.0									45.0
		23	0.0	0.6	11.0	7.0	6.5	3.0											28.1
	Feb	12	0.0	3.0	10.0	11.0	8.0	8.0	1.5	1.0									42.5
		20	0.0	2.0	4.0	1.0	13.0	0.2											20.2

13.6

14.0

Sep	25	0.0	5.0	8.0	4.0	2.5	2.0	1.0											22.5		
	30	0.0	3.0	10.0	4.0														17.0		
Nov	23	0.0	8.0	6.0	6.0	2.0	2.0	1.0											25.0		
Des	30	0.0	5.0	3.0	3.0														11.0		
2005	Jan	13	0.0	11.7	13.2	3.0	3.0													30.9	
		24	0.0	6.7	10.0	5.0	2.0	1.0													24.7
		28	0.0	7.0	4.0	2.0	2.0														15.0
Feb	13	0.0	3.7	7.0	1.0															11.7	
Maret	24	0.0	6.0	10.0	8.0	0.4														24.4	
April	22	0.0	5.0	5.0	1.0	1.0	5.0													17.0	
Juni	16	0.0	10.0	6.3	5.0	1.0														22.3	
Juli	3	0.0	12.0	7.0	4.0															23.0	
Sep	29	0.0	12.0	6.0	1.0															19.0	
Okt	29	0.0	4.0	4.0	5.0	1.0														14.0	
Des	20	0.0	6.0	7.0	3.0	2.0														18.0	

11.7

Adapun pengolahan dengan Metode Gumbel adalah sebagai berikut untuk Stasiun Ranca Sumur.

Tabel 4.6 Curah Hujan Maksimum Jam-jaman (mm) pada Stasiun Ranca Sumur

Tahun	CH max	X - X rata2	(X - Xrata)^2
1999	29.30	13.96	194.80
2000	13.60	-1.74	3.04
2001	14.00	-1.34	1.80
2002	11.00	-4.34	18.86
2003	13.40	-1.94	3.77
2004	14.40	-0.94	0.89
2005	11.70	-3.64	13.27
Jumlah	107.40		236.44
Rata - rata	15.34		

Tabel 4.7 Nilai Tinggi Curah Hujan Rencana (mm) pada Stasiun Ranca Sumur

	Periode Ulang				
	2	5	10	20	50
X rata2	15.34	15.34	15.34	15.34	15.34

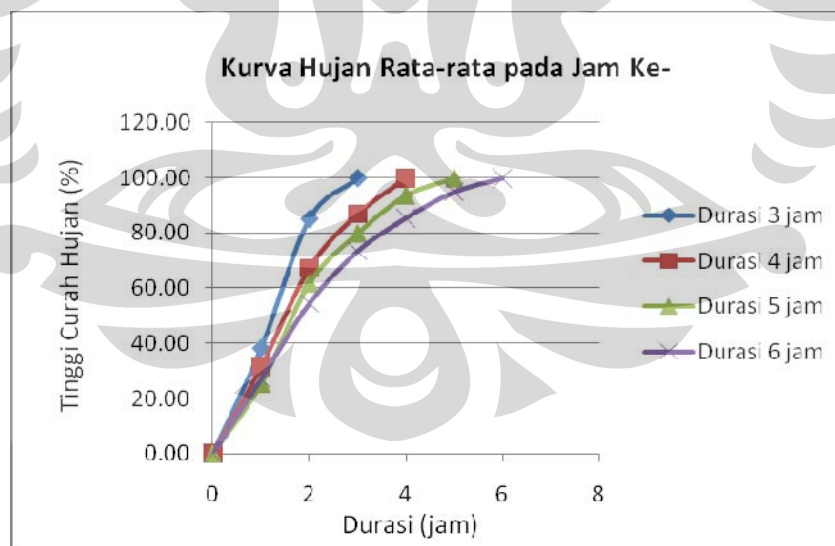
S	6.28	6.28	6.28	6.28	6.28
Y	0.30	1.50	2.25	2.97	3.90
Sn	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Yn	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
Xtr	15.10	23.54	28.84	33.92	40.50

Kemudian Hasil dari hujan rata-rata setiap durasi untuk Stasiun Ranca Sumur adalah sebagai berikut.

Tabel 4.8 Nilai Rata-Rata Hujan pada Jam Ke- (Stasiun Ranca Sumur)

Durasi (jam)	Rata - rata hujan persentase pada jam ke- (%)						
	0	1	2	3	4	5	6
3	0.00	38.29	85.22	100.00			
4	0.00	31.51	67.33	86.95	100.00		
5	0.00	25.39	61.84	79.91	93.72	100.00	
6	0.00	27.10	54.52	73.45	85.50	94.97	100.00

Kurva dari hujan rata-rata Stasiun Ranca Sumur adalah sebagai berikut



Gambar 4.4 Kurva Hujan Rata-rata pada Jam Ke- (Stasiun Ranca Sumur)

Untuk pengolahan data pada stasiun hujan Ranca Bungur sama dengan pengolahan data sebelumnya. Adapun pengolahan data yang dilakukan pada Stasiun Ranca Bungur adalah sebagai berikut.

Tabel 4.9 Peristiwa Hujan pada Stasiun Ranca Bungur

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)							Hujan Harian (mm)	CH 1 jam max (mm)		
			0	1	2	3	4	5	6			7	
1999	Feb	11.0	0.0	2.2	9.4	1.6						13.2	12.3
		20.0	0.0	11.2	2.6	0.3						14.1	
		22.0	0.0	0.3	2.2	0.5	0.1	0.9	1.8	4.3		10.1	
	Maret	5.0	0.0	12.0	18.3	0.2						30.5	
		12.0	0.0	0.2	17.5	0.3						18.0	
		27.0	0.0	10.3	16.1	0.2						26.6	
	April	28.0	0.0	2.2	6.3	24.2						32.7	
		4.0	0.0	0.1	9.4	17.3						26.8	
	Mei	10.0	0.0	10.4	20.6	0.2						31.2	
		16.0	0.0	10.2	10.2	0.3						20.7	
		22.0	0.0	6.7	20.0	0.5						27.2	
	Juni	23.0	0.0	10.2	19.6	0.3						30.1	
	Juli	12.0	0.0	8.4	9.6	0.4						18.4	
	Sep	22.0	0.0	12.3	1.7	0.2						14.2	
	Nov	12.0	0.0	10.1	10.1	0.2						20.4	
		30.0	0.0	7.3	0.3	2.8						10.4	
Des	13.0	0.0	0.3	9.8	0.4						10.5		
	23.0	0.0	3.6	10.5	0.1	0.1	0.6				14.9		
2000		TIDAK ADA DATA											
2001		TIDAK ADA DATA											
2002	Jan	17.0	0.0	10.5	10.8	0.2						21.5	20.8
		20.0	0.0	20.4	20.3	0.5						41.2	
	Maret	21.0	0.0	10.3	20.4	0.3						31.0	
	April	18.0	0.0	0.5	10.3	0.2						11.0	
	Mei	8.0	0.0	10.5	30.8	10.4	0.5					52.2	
	Juni	5.0	0.0	20.8	20.8	0.5						42.1	
		26.0	0.0	8.8	4.4	0.4	0.2					13.8	
	Juli	6.0	0.0	3.1	0.2	3.3	4.7					11.3	
	Agust	9.0	0.0	4.8	15.4	0.3	0.1					20.6	
	Sep	27.0	0.0	12.4	0.5	0.2						13.1	
	Nov	3.0	0.0	7.4	7.2	0.2						14.8	
		4.0	0.0	3.6	10.3	0.3						14.2	
		22.0	0.0	9.2	0.1	0.4	10.3					20.0	
29.0		0.0	3.8	8.8	0.5						13.1		

	Des	5.0	0.0	2.2	8.3	10.3					20.8	
		15.0	0.0	10.4	10.4	0.5					21.3	
2003	Feb	17.0	0.0	2.0	9.0	3.0	1.3				15.3	9.7
	Maret	15.0	0.0	9.7	10.0	4.0	2.0	0.5			26.2	
	Juni	14.0	0.0	1.2	8.0	0.9					10.1	
	Juli	8.0	0.0	0.8	9.2	10.0					20.0	
	Okt	6.0	0.0	0.6	8.4	1.0					10.0	
2004	Jan	12.0	0.0	1.1	9.0	0.5					10.6	16.2
	Feb	11.0	0.0	11.2	0.2	0.1					11.5	
	Maret	11.0	0.0	7.0	1.0	0.2	0.1	0.7	2.0		11.0	
	April	24.0	0.0	9.1	0.9	0.2					10.2	
		26.0	0.0	6.8	0.5	0.2	2.9				10.4	
	Okt	13.0	0.0	10.0	7.3	0.3					17.6	
		28.0	0.0	16.1	2.7	0.3					19.1	
	Nov	22.0	0.0	0.4	9.6	0.3					10.3	
	Des	9.0	0.0	3.5	15.0	0.5					19.0	
28.0		0.0	16.2	3.8	0.2					20.2		
2005	Feb	20.0	0.0	10.0	10.0	0.2					20.2	12.0
	April	26.0	0.0	2.0	6.5	9.4					17.9	
	Mei	4.0	0.0	6.7	2.3	11.0					20.0	
	Juni	27.0	0.0	5.3	12.2	0.3					17.8	
		28.0	0.0	2.3	10.0	0.2					12.5	
	Agust	2.0	0.0	0.1	2.0	1.1	3.0	5.5			11.7	
	Nov	16.0	0.0	5.1	11.5	0.4					17.0	
	Des	7.0	0.0	12.0	1.2	0.2					13.4	

Adapun pengolahan dengan Metode Gumbel untuk Stasiun Ranca Bungur adalah sebagai berikut.

Tabel 4.10 Curah Hujan Maksimum Jam-jaman (mm) pada Stasiun Ranca Bungur

Tahun	CH max	X - X rata2	(X - Xrata)^2
1999	12.30	2.16	4.65
2000	0.00	-0.75	0.56
2001	0.00	-0.75	0.56
2002	20.80	20.05	402.00
2003	9.70	8.95	80.10
2004	16.20	15.45	238.70

2005	12.00	11.25	126.56
Jumlah	71.00		853.15
Rata - rata	10.14		

Tabel 4.11 Nilai Tinggi Curah Hujan Rencana (mm) pada Stasiun Ranca Bungur

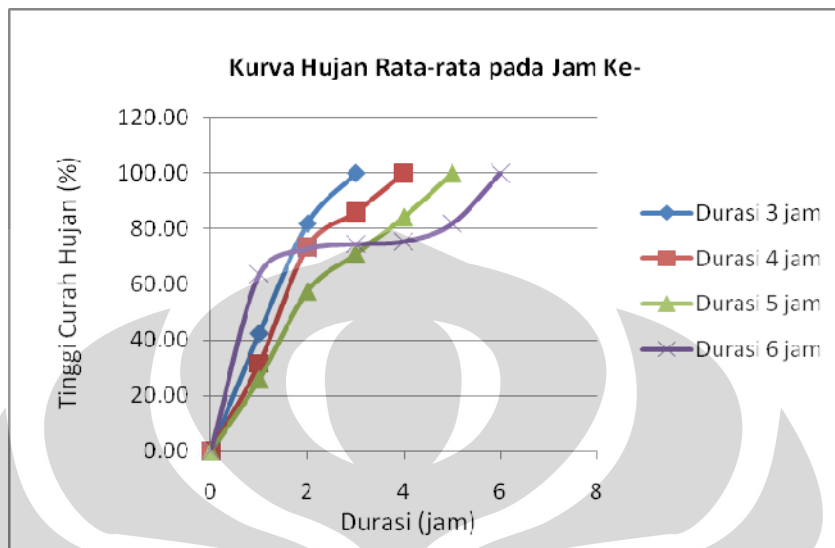
	Periode Ulang				
	2	5	10	20	50
X rata2	10.14	10.14	10.14	10.14	10.14
S	11.92	11.92	11.92	11.92	11.92
Y	0.30	1.50	2.25	2.97	3.90
Sn	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Yn	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
Xtr	9.68	25.72	35.79	45.44	57.93

Kemudian Hasil dari hujan rata-rata setiap durasi untuk Stasiun Ranca Bungur adalah sebagai berikut.

Tabel 4.12 Nilai Rata-Rata Hujan pada Jam Ke- (Stasiun Ranca Bungur)

Durasi (jam)	Rata - rata hujan persentase pada jam ke- (%)						
	0	1	2	3	4	5	6
3	0.00	42.35	81.86	100.00			
4	0.00	31.48	73.54	86.07	100.00		
5	0.00	25.86	57.52	70.98	84.17	100.00	
6	0.00	63.64	72.73	74.55	75.45	81.82	100.00

Kurva dari hujan rata-rata Stasiun Ranca Bungur adalah sebagai berikut.



Gambar 4.5 Kurva Hujan Rata-rata pada Jam Ke- (Stasiun Ranca Bungur)

Untuk pengolahan data pada stasiun hujan Gadok sama dengan pengolahan data sebelumnya. Adapun pengolahan data yang dilakukan pada Stasiun Gadok adalah sebagai berikut.

Tabel 4.13 Peristiwa Hujan pada Stasiun Gadok

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)											Hujan Harian (mm)	CH 1 jam max (mm)	
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			11
1999	Jan	1	0.0	0.1	14	14.1	0.9	4	8.5	0.4	1.2	1	0.1	0.3	44.6	32.0
		2	0.0	1	10.2	6.4									26.7	
		2	0.0	0.6	2.9	2	0.9	0.2	1.1	1.3	0.1				69.0	
		3	0.0	4	40	25									35.7	
		12	0.0	16.5	12	1	2	2	1.5	0.5	0.1	0.1			14.7	
		18	0.0	3.6	9	2.1									22.5	
		21	0.0	1.7	6.4	3	9.2	0.9	0.2	0.3	0.8				17.6	
		26	0.0	10.8	3.2	2.8	0.4	0.1	0.3						13.6	
	30	0.0	0.3	0.5	7.5	3	1.5	0.8						14.8		
	Feb	4	0.0	5	4	3	2.8								15.1	
		11	0.0	3.3	11.5	0.3									16.6	
		16	0.0	2.1	12.7	1.8									59.4	
		17	0.0	30	20	6.7	0.5	1.5	0.7						20.9	
		20	0.0	10.8	7	0.5	2	0.1	0.2	0.3						

		21	0.0	10.7	4	1.5	1.3	0.2	1.7	0.3								19.7
		25	0.0	12	11	0.4												23.4
		26	0.0	3.3	9	5	0.2											17.5
	April	7	0.0	3.3	8.2	0.9	0.4											12.8
		30	0.0	0.2	0.2	0.7	20.2	23	0.6									44.9
	Mei	4	0.0	32	0.9	0.7												33.6
	Agust	12	0.0	5.3	8	9.4												22.7
	Okt	27	0.0	19.8	2	4												25.8
		28	0.0	7.3	12.7	13	3	1.3	0.3									37.6
	Nov	3	0.0	8.7	10	6	4.5	1.1										30.3
		12	0.0	29.5	13	0.3	0.4	0.1										43.3
	Des	17	0.0	6.2	0.1	17.2	0.3											23.8
2000				TIDAK ADA DATA														
		4	0.0	1.5	14	5	0.5											21.0
	Jan	6	0.0	6.7	4	2	1	0.6	0.1	0.5	0.2	0.1						15.2
		8	0.0	4.1	15	2	2	1										24.1
		29	0.0	2.2	16	5	0.7	0.8	2.3									27.0
	Maret	26	0.0	1	0.3	1	5	5	4	1	0.1							17.4
		28	0.0	16.1	4	1	4	4.5										29.6
	April	13	0.0	2.3	1.2	4.5	1.5	0.1										9.6
	Mei	23	0.0	5.1	20	1.5												26.6
2001		6	0.0	7	6.9	0.6	1.5	6	1.7	0.1								23.8
	Juni	9	0.0	13.2	3	4.9	0.1											21.2
	Juli	8	0.0	3	6.5	12	2.6	7.4										31.5
	Sep	18	0.0	4.9	15	0.5												20.4
	Okt	4	0.0	0.2	8.5	3.8	6.2	2.5	7.5	5.2								33.9
		16	0.0	1.3	8	2.6	7.4	1.4										20.7
		25	0.0	2.6	10	4	2	1.5	0.2	0.4	0.1	1.6						22.4
		29	0.0	14.5	3	5	3.2											25.7
	Nov	16	0.0	3.2	13	5	3	2	2	0.5								28.7
		18	0.0	7.8	6.4	8.2	40	40	20	3.5	0.9							126.8
	Jan	19	0.0	2.5	20	30	5.1											57.6
		30	0.0	1.5	8	4	5.5	3	4.5									26.5
		31	0.0	8.3	9.5	20	5	5	4	0.6								52.4
		3	0.0	0.2	12	6	6	20										44.2
	Feb	6	0.0	3.5	0.3	0.3	7.8	2	2.5	2	1							19.4
		7	0.0	0.5	4	1	13	3	6	2.8								30.3
		9	0.0	1	10	6.5												17.5
		19	0.0	1	9	0.8	0.1	10										20.9
		20	0.0	10	20	22	3	2										69.8
		20	0.0	0.8	10	0.8	0.6	0.3	0.3									
	April	2	0.0	1.6	10	6	6	2.5	1.5	3.2								30.8
		18	0.0	20	10	4	0.1	0.1										34.2

16.1

23.5

	24	0.0	22	2.5	2	0.6									27.1
April	14	0.0	3.7	1.5	3.5	15	1.7								25.4
	19	0.0	11	5	1	8									25.0
Mei	15	0.0	0.8	1.5	40	11	0.6								53.9
Juni	5	0.0	20	12.8	0.2	3	7	5	0.5	0.5					49.0
Juli	6	0.0	20.1	0.6	0.1	11.2	13	0.6							45.6
Agust	4	0.0	11	9	3	7	16	15	11	7	7	7	2.2		95.2

Adapun pengolahan dengan Metode Gumbel untuk Stasiun Gadok adalah sebagai berikut.

Tabel 4.14 Curah Hujan Maksimum Jam-jaman (mm) pada Stasiun Gadok

Tahun	CH max	X - X rata2	(X - Xrata)^2
1999	32.00	9.20	84.64
2000	0.00	-22.80	519.84
2001	16.10	-6.70	44.89
2002	23.50	0.70	0.49
2003	22.80	0.00	0.00
2004	40.00	17.20	295.84
2005	25.20	2.40	5.76
Jumlah	159.60		951.46
Rata - rata	22.80		

Tabel 4.15 Nilai Tinggi Curah Hujan Rencana (mm) pada Stasiun Gadok

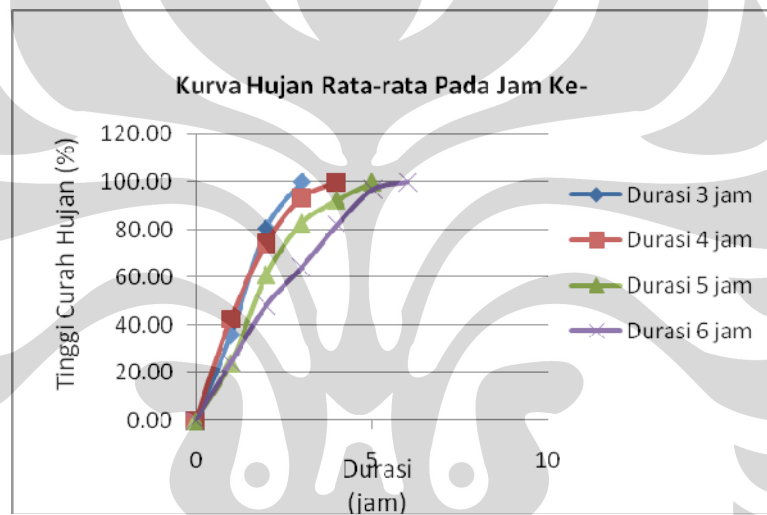
	Periode Ulang				
	2	5	10	20	50
X rata2	22.80	22.80	22.80	22.80	22.80
S	12.59	12.59	12.59	12.59	12.59
Y	0.30	1.50	2.25	2.97	3.90
Sn	0.89	0.89	0.89	0.89	0.89
Yn	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34
Xtr	22.31	39.25	49.88	60.07	73.27

Kemudian Hasil dari hujan rata-rata setiap durasi untuk Stasiun Gadok adalah sebagai berikut.

Tabel 4.16 Nilai Rata-Rata Hujan pada Jam Ke- (Stasiun Gadok)

Durasi (jam)	Rata - rata hujan persentase pada jam ke- (%)						
	0	1	2	3	4	5	6
3	0.00	35.97	80.59	100.00			
4	0.00	42.70	74.35	93.23	100.00		
5	0.00	24.24	61.20	82.73	92.42	100.00	
6	0.00	24.49	48.37	64.21	81.99	96.78	100.00

Kurva dari hujan rata-rata Stasiun Gadok adalah sebagai berikut.

**Gambar 4.6 Kurva Hujan Rata-rata pada Jam Ke- (Stasiun Gadok)**

4.3 PEMBUATAN PETA ISOHYET

Peta isohyet adalah peta yang menghubungkan tempat – tempat dengan curah hujan yang sama. Tujuan akhir dari skripsi ini yaitu membuat peta isohyet dari 4 lokasi yang sudah disebutkan sebelumnya yang sudah diolah dengan menggunakan Metode Gumbel.

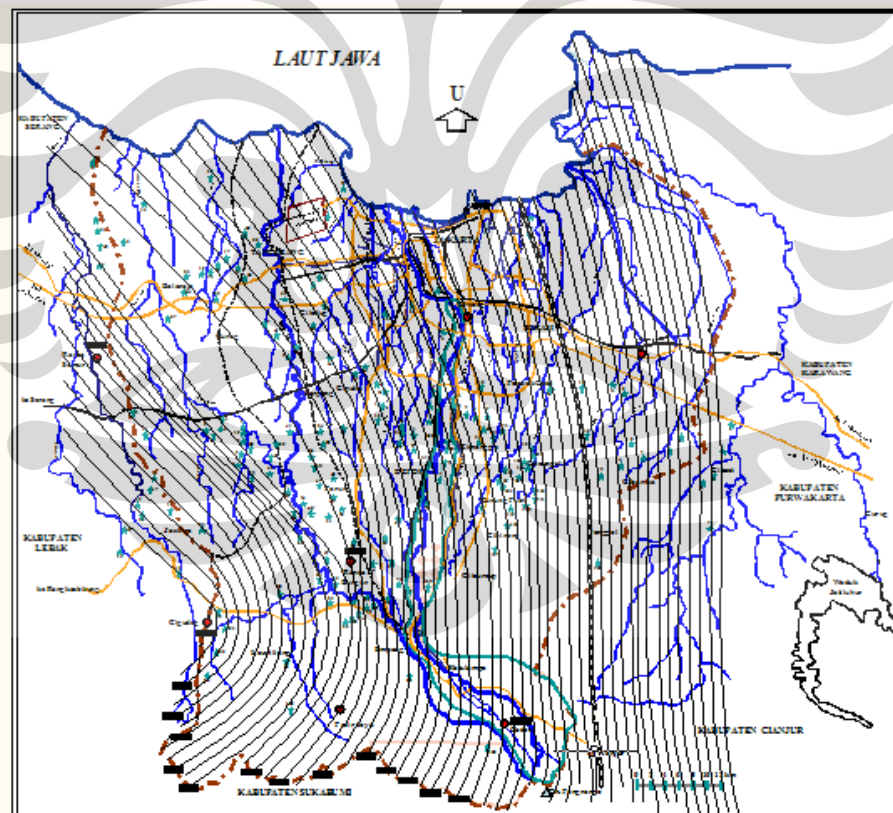
Umumnya data aliran berupa data hujan di Indonesia masih sangat jarang bahkan belum tentu ada karena ketebatan ruang dan waktu. Untuk memenuhi kebutuhan akan data aliran tersebut maka dibuatlah peta isohyet.

Tujuan dari pembuatan peta isohyets ini adalah agar dapat memperkirakan besarnya curah hujan tertentu disuatu tempat yang tidak mempunyai data-data pengamatan hujan.

Misalkan di suatu tempat T yang tidak memiliki data – data hujan, ingin diketahui besarnya curah hujan. Kemudian kita tentukan lebih dulu besarnya curah hujan yang mengelilingi tempat T, dan selanjutnya memperkirakan besarnya curah hujan untuk tempat T.

Demikian pula kita kerjakan kalau misalnya kita akan memperkirakan besarnya curah hujan dengan periode ulang tertentu n-tahunan. Dapat dimengerti bahwa memperkirakan besarnya curah hujan dengan peta isohyet ini diasumsikan kalau keadaan daerah – daerah yang bersangkutan tidak berbeda dengan keadaan daerah lain.

Adapun hasil peta isohyet dari pengolahan 4 lokasi tersebut dengan periode ulang 10 tahunan sebagai berikut.



Gambar 4.7 Peta Isohyet Tinggi Curah Hujan 10 tahun – 1 jam dari 4 lokasi

Karena kurangnya data hujan otomatis untuk berbagai tempat dibandingkan besarnya DAS Ciliwung – Cisadane sehingga hasilnya kurang akurat untuk membuat peta isohyets ini. Untuk melengkapi data dalam pembuatan peta isohyet ini, yang tadinya hanya 4 stasiun hujan kemudian ditambah 3 stasiun hujan lagi. Tiga lokasi itu adalah Stasiun Pasir Jaya, Stasiun Cawang, dan Stasiun Cikarang. Data yang dipakai dari 3 stasiun tambahan itu bukan data hujan otomatis melainkan data hujan harian, karena tidak ada data otomatis untuk 3 stasiun tambahan tersebut.

Dari pengolahan 4 stasiun hujan pertama didapat pola distribusi hujannya pada setiap jam. Kemudian dipilih satu distribusi hujan untuk mewakili dari 4 stasiun hujan tersebut. Pola distribusi hujan yang dipilih adalah yang mempunyai frekuensi peristiwa hujannya yang paling banyak.

Setelah didapat pola distribusinya, kemudian 3 lokasi tambahan tersebut disesuaikan dengan pola yang ada. Sebelum disesuaikan dengan pola yang ada, data dari 3 stasiun hujan tambahan diolah dengan menggunakan Metode Gumbel untuk mendapatkan nilai tinggi hujan rencananya (X_{tr}). Adapun hasil dari Metode Gumbel untuk stasiun hujan Cikarang adalah sebagai berikut.

Tabel 4.17 Curah Hujan Maksimum Harian (mm) pada Stasiun Cikarang

Tahun	CH max	X - X rata2	(X - Xrata)^2
1998	96.00	-2.45	6.02
1999	76.00	-22.45	504.21
2000	96.00	-2.45	6.02
2001	95.00	-3.45	11.93
2002	132.00	33.55	1125.30
2003	100.00	1.55	2.39
2004	73.00	-25.45	647.93
2005	92.00	-6.45	41.66
2006	105.00	6.55	42.84
2007	124.00	25.55	652.57
2008	94.00	-4.45	19.84

Jumlah	1083.00		3060.73
Rata - rata	98.45		

Tabel 4.18 Nilai Tinggi Curah Hujan Rencana (mm) pada Stasiun Cikarang

	Periode Ulang				
	2	5	10	20	50
X rata2	98.45	98.45	98.45	98.45	98.45
S	17.49	17.49	17.49	17.49	17.49
Y	0.30	1.50	2.25	2.97	3.90
Sn	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
Yn	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Xtr	94.92	116.50	130.04	143.03	159.84

Setelah disesuaikan dengan pola distribusi hujan yang ada, maka didapat pola distribusi hujan untuk Stasiun Cikarang sebagai berikut.

Tabel 4.19 Nilai Rata-Rata Hujan pada Jam Ke- (Stasiun Cikarang)

Periode Ulang	Xtr	Jam Ke-			
		0	1 (42.35 %)	2 (39.51 %)	3 (18.14 %)
2	94.92	0.00	40.20	37.50	17.22
5	116.50	0.00	49.34	46.03	21.13
10	130.04	0.00	55.07	51.38	23.59
20	143.03	0.00	60.57	56.51	25.95
50	159.84	0.00	67.69	63.15	28.99

Untuk Stasiun Cawang pengolahannya sama dengan Stasiun Cikarang. Adapun hasil dari Metode Gumbel untuk Stasiun Cawang adalah sebagai berikut.

Tabel 4.20 Curah Hujan Maksimum Harian (mm) pada Stasiun Cawang

Tahun	CH max	X - X rata2	(X - Xrata)^2
1998	98.50	18.11	327.94
1999	46.80	-33.59	1128.35

2000	42.50	-37.89	1435.72
2001	42.50	-37.89	1435.72
2002	0.00	-80.39	6462.70
2003	0.00	-80.39	6462.70
2004	99.50	19.11	365.16
2005	157.00	76.61	5868.95
2006	134.50	54.11	2927.79
2007	195.00	114.61	13135.24
2008	68.00	-12.39	153.53
Jumlah	884.30		39703.81
Rata - rata	80.39		

Tabel 4.21 Nilai Tinggi Curah Hujan Rencana (mm) pada Stasiun Cawang

	Periode Ulang				
	2	5	10	20	50
X rata2	80.39	80.39	80.39	80.39	80.39
S	63.01	63.01	63.01	63.01	63.01
Y	0.30	1.50	2.25	2.97	3.90
Sn	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
Yn	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Xtr	67.65	145.39	194.16	240.93	301.47

Dan pola distribusi hujannya untuk Stasiun Cawang adalah sebagai berikut.

Tabel 4.22 Nilai Rata-Rata Hujan pada Jam Ke- (Stasiun Cawang)

Periode Ulang	Xtr	Jam Ke-			
		0	1 (42.35 %)	2 (39.51 %)	3 (18.14 %)
2	67.65	0.00	28.65	26.73	12.27
5	145.39	0.00	61.57	57.44	26.37
10	194.16	0.00	82.23	76.71	35.22
20	240.93	0.00	102.03	95.19	43.70
50	301.47	0.00	127.67	119.11	54.69

Untuk Stasiun Pasir Jaya hasil dari Metode Gumbelnya adalah sebagai berikut.

Tabel 4.23 Curah Hujan Maksimum Harian (mm) pada Stasiun Pasir Jaya

Tahun	CH max	X - X rata2	(X - Xrata)^2
1998	60.00	-30.08	904.92
1999	47.40	-42.68	1821.74
2000	70.50	-19.58	383.45
2001	105.00	14.92	222.55
2002	141.00	50.92	2592.66
2003	0.00	-90.08	8114.73
2004	99.00	8.92	79.53
2005	120.00	29.92	895.10
2006	75.00	-15.08	227.46
2007	135.00	44.92	2017.64
2008	138.00	47.92	2296.15
Jumlah	990.90		19555.94
Rata - rata	90.08		

Tabel 4.24 Nilai Tinggi Curah Hujan Rencana (mm) pada Stasiun Pasir Jaya

	Periode Ulang				
	2	5	10	20	50
X rata2	90.08	90.08	90.08	90.08	90.08
S	44.22	44.22	44.22	44.22	44.22
Y	0.30	1.50	2.25	2.97	3.90
Sn	0.97	0.97	0.97	0.97	0.97
Yn	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Xtr	81.14	135.70	169.93	202.75	245.24

Dan pola distribusi hujannya untuk Stasiun Pasir Jaya adalah sebagai berikut.

Dari adanya penambahan 3 stasiun hujan terlihat jelas adanya perubahan, ini menuntukan bahwa banyaknya data akan sangat mempengaruhi hasil akhir. Mungkin peta isohyets ini akan berbeda lagi jika ditambahkan beberapa stasiun lagi. Lebih banyak data tentunya hasilnya akan lebih baik.

4.4 CONTOH APLIKASI PETA ISOHYET

Peta Isohyet digunakan untuk mengetahui besarnya tinggi curah hujan di suatu lokasi. Besarnya tinggi curah hujan sesuai dengan garis yang melewatinya. Jika letak dari suatu lokasi berada diantara 2 garis yang melewatinya, maka besarnya tinggi curah hujan dapat dicari dengan merata-ratakan besarnya ke-2 garis tersebut.

Misalnya kita mencari tinggi curah hujan yang terdapat di lokasi Cileduk dengan menggunakan peta isohyet tahap pertama di dapat tinggi curah hujan sebesar 40 mm. Sedangkan klo kita menggunakan peta isohyet tahap kedua didapat tinggi curah hujan di lokasi Cileduk sebesar 60 mm. Dari hasil yang kita dapat terjadi perbedaan, hal ini dikarenakan banyaknya stasiun hujan yang digunakan dalam membuat peta isohyet. Sebaiknya kita pilih tinggi curah hujan yang mempunyai stasiun yang lebih banyak karena mempunyai data curah hujan yang lebih banyak juga, dimana data yang lebih banyak akan mendapatkan hasil yang lebih baik. Selanjutnya kalau kita ingin mencari tinggi curah hujan di lokasi lain sama seperti cara sebelumnya.

BAB 5

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- Dengan dibuatnya pola sebaran hujan kita dapat mengetahui tinggi curah hujan perjam di daerah lain yang belum memiliki data hujan otomatis
- Dari pola sebaran hujan dapat diperkirakan hujan terbesar terjadi pada durasi 2 jam dan harus disesuaikan lagi dengan kondisi yang ada di suatu tempat.
- Dengan dibuatnya peta isohyet kita dapat mengetahui besarnya tinggi curah hujan di tempat lain yang belum mempunyai data pengamatan.
- Setiap stasiun hujan mempunyai tinggi hujan yang berbeda satu dengan yang lain. Dapat dilihat dari table perhitungan dengan Metode Gumbelnya.
- Dengan adanya penambahan 3 stasiun hujan yang berarti juga penambahan data hujan, menghasilnya peta isohyet yang berbeda. Jadi semakin banyak data maka hasilnya akan menjadi lebih baik.

5.2 SARAN

Saran – saran yang diperlukan dari penelitian ini adalah :

- Sebaiknya alat ukur hujan otomatis ditambahkan lagi untuk lokasi yang belum memiliki data pengamatan sesuai dengan hubungan pengaruhnya dari satu stasiun dengan stasiun lain, agar hasil dari penelitian selanjutnya menjadi lebih baik.
- Jika sudah ada data pengamatan, sebaiknya data tersebut disimpan yang layak agar dalam pembacaan data tersebut tidak terjadi kesalahan.

DAFTAR PUSTAKA

- Chow Ven Te. *Applied Hydrology*. 1988. Singapore: Mc Graw Hill
- Kodoatie, Robert J & Sjarief, Roestam. *Pengelolaan Sumber Daya Air Terpadu*. 2005. Yogyakarta: Andi.
- Seyhan, Ersin. *Dasar-dasar Hidrologi*. 1990. Yogyakarta: Gadjra Mada University Press.
- Soemarto, C. D. *Hidrologi Teknik*. Edisi ke-2. 1999. Jakarta: Erlangga.
- Soewarno. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. 1995. Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, Suyono & Takeda, Kensaku. *Hidrologi Untuk Pengairan*. 1993. Jakarta: PT Pradnya Paramita.
- Subarkah, Iman. *Hidrologi Untuk Perencanaan Bangunan Air*. 1980. Bandung: Idea Dharma.

<http://digilib.its.ac.id/detil.php?id=1425&q=Curah%20Hujan>

<http://bbwsciliwungcisadane.com>

LAMPIRAN

Lampiran 1
Data hujan yang dikelompokkan pada Stasiun Cigudeg

Hujan untuk durasi 3 jam

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)			
			0	1	2	3
1999	Juli	5	0.00	0.40	3.60	12.40
	Agust	11	0.00	7.80	19.20	19.50
2000	Jan	3	0.00	0.50	9.50	14.50
		4	0.00	7.00	17.00	21.00
	Feb	29	0.00	10.00	16.00	20.00
	April	18	0.00	10.00	17.00	22.00
	Agust	31	0.00	2.00	10.00	18.00
	Okt	14	0.00	2.00	10.00	15.00
2001	April	10	0.00	7.10	12.10	13.10
	Juni	24	0.00	6.00	15.00	18.00
	Juli	19	0.00	6.00	14.00	20.00
2002	Juli	29	0.00	10.20	19.20	19.70
2003	Maret	31	0.00	0.20	9.80	10.10
	April	25	0.00	3.50	10.00	10.40
	Okt	31	0.00	0.20	10.20	20.20
2004	Mei	3	0.00	12.00	23.00	23.50
		11	0.00	0.50	12.20	13.20
2005	Jan	3	0.00	10.00	10.30	10.60
		8	0.00	13.00	23.00	24.50
	Agust	17	0.00	17.00	22.00	22.30
		23	0.00	2.00	22.00	22.80
	Des	11	0.00	20.00	22.50	23.00
		26	0.00	20.00	27.00	27.50
		31	0.00	20.00	26.50	26.80
Jumlah			0.00	187.40	381.10	448.10
Rata - rata			0.00	7.81	15.88	18.67

(Lanjutan)

Hujan untuk durasi 4 jam

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)				
			0	1	2	3	4
1999	Maret	15	0.00	4.00	8.50	8.60	8.70
	Okt	12	0.00	2.00	2.20	9.00	16.50
2000	Jan	1	0.00	0.80	10.80	19.80	20.30
		16	0.00	4.00	11.00	16.00	19.00
		18	0.00	0.50	10.50	17.50	20.50
		21	0.00	5.00	15.00	21.00	23.50
		29	0.00	10.00	19.00	26.00	31.00
	Feb	13	0.00	4.00	13.00	16.00	16.50
		16	0.00	5.00	17.00	25.00	25.50
	Mei	22	0.00	6.00	19.00	24.00	25.50
	Juni	13	0.00	3.00	11.00	17.50	18.00
	Juli	8	0.00	5.00	8.00	11.50	12.00
		17	0.00	3.00	13.00	14.20	14.50
	Sep	17	0.00	4.00	14.00	21.00	25.00
		20	0.00	0.50	10.50	17.50	21.50
	Nov	23	0.00	0.60	4.90	9.90	12.90
2001	Mei	16	0.00	4.00	12.00	15.00	16.50
	Juni	14	0.00	8.40	18.40	22.40	24.40
	Sep	10	0.00	6.30	15.30	20.30	24.30
	Okt	3	0.00	0.10	10.10	18.10	19.60
2002	Jan	17	0.00	0.40	3.90	9.90	10.10
2003	Feb	7	0.00	0.10	6.10	8.60	9.60
	April	26	0.00	0.20	5.20	20.20	26.00
2004	Jan	12	0.00	8.00	10.00	10.20	10.40
	Juni	9	0.00	0.60	10.60	12.60	14.10
		26	0.00	9.00	11.70	12.00	12.10
	Juli	11	0.00	0.40	0.40	11.40	31.40
	Nov	1	0.00	5.00	13.00	19.00	22.00
2005	Jan	11	0.00	0.30	7.30	8.30	8.80
		17	0.00	15.00	15.30	15.70	15.80
	April	22	0.00	8.40	18.40	25.40	25.90
	Juni	21	0.00	0.30	13.60	18.60	19.60
	Juli	14	0.00	21.00	21.30	21.60	21.70
		19	0.00	0.20	24.00	24.20	24.40
Agust	10	0.00	0.10	4.10	12.60	12.70	
Jumlah			0.00	145.20	408.10	580.60	660.30
Rata - rata			0.00	4.15	11.66	16.59	18.87

(Lanjutan)

Hujan untuk durasi 5 jam

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)					
			0	1	2	3	4	5
2000	Jan	9	0.00	5.00	15.00	25.00	31.00	33.00
		26	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	Maret	31	0.00	0.70	8.70	12.70	14.70	15.70
	Sep	13	0.00	3.00	14.00	18.00	20.00	21.30
	Des	28	0.00	3.00	10.00	11.50	12.00	12.50
2001	Jan	1	0.00	6.00	16.00	24.00	27.00	28.50
	Feb	16	0.00	5.85	15.85	20.35	23.35	24.65
		23	0.00	1.30	5.30	11.30	13.80	15.30
	Okt	7	0.00	3.40	6.60	12.60	16.60	17.10
		24	0.00	1.80	9.80	13.80	17.80	20.30
Des	14	0.00	0.80	1.60	2.40	3.00	9.90	
2002	April	7	0.00	2.00	5.20	6.00	9.00	9.40
	Des	15	0.00	5.70	7.40	12.50	13.40	14.00
2003	Maret	20	0.00	10.00	15.00	17.00	17.20	17.50
2004	Jan	10	0.00	14.50	14.70	14.80	15.00	15.10
	Feb	19	0.00	6.60	11.00	11.30	11.50	11.60
	Okt	22	0.00	16.40	16.80	17.00	17.10	19.40
2005	April	21	0.00	8.30	14.30	18.80	21.80	23.30
Jumlah			0.00	94.35	187.25	249.05	284.25	308.55
Rata - rata			0.00	5.24	10.40	13.84	15.79	17.14

(Lanjutan)

Hujan untuk durasi 6 jam

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)						
			0	1	2	3	4	5	6
2000	Feb	23	0.00	0.50	10.50	16.50	18.50	20.00	20.50
	April	30	0.00	0.50	10.50	15.50	19.00	21.00	22.50
	Juni	22	0.00	1.00	13.00	17.00	20.50	22.50	23.50
	Sep	6	0.00	0.40	6.90	11.90	16.90	20.10	20.60
	Okt	23	0.00	1.00	7.00	12.00	14.00	14.50	15.00
2001	Agust	12	0.00	4.10	8.30	18.30	21.30	22.30	22.80
		22	0.00	4.30	8.40	16.40	22.40	24.40	25.90
2002	Feb	23	0.00	3.00	7.50	15.50	17.50	19.00	19.50
	Sep	20	0.00	0.30	4.30	10.30	19.70	20.70	21.20
2004	April	1	0.00	11.00	11.30	11.50	11.70	11.80	11.90
2005	Feb	16	0.00	10.00	18.00	24.00	27.50	29.50	31.00
Jumlah			0.00	36.10	105.70	168.90	209.00	225.80	234.40
Rata - rata			0.00	3.28	9.61	15.35	19.00	20.53	21.31



Lampiran 2
Data hujan yang dikelompokkan pada Stasiun Ranca Sumur

Hujan untuk durasi 3 jam

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)			
			0	1	2	3
1999	Jan	11	0.00	4.40	7.20	10.00
	Feb	23	0.00	8.80	18.00	18.30
		24	0.00	3.00	11.00	15.30
	Maret	29	0.00	16.00	18.50	23.00
	Juli	9	0.00	11.30	24.30	27.00
	Okt	17	0.00	24.00	25.00	26.70
23		0.00	3.60	18.10	20.10	
2000	Sep	24	0.00	7.30	13.30	14.80
	Nov	29	0.00	5.00	15.60	15.80
2001	Jan	10	0.00	6.00	16.00	18.00
	April	11	0.00	10.00	18.00	18.50
	Agust	3	0.00	7.00	27.00	31.00
2002	Maret	17	0.00	8.00	18.00	23.00
	Agust	17	0.00	4.00	12.00	12.50
2003	Jan	31	0.00	1.80	11.80	18.70
	Maret	22	0.00	1.70	25.70	30.40
2004	Juli	17	0.00	2.00	7.00	12.00
	Nov	30	0.00	3.00	13.00	17.00
	Des	30	0.00	5.00	8.00	11.00
2005	Feb	13	0.00	3.70	10.70	11.70
	Juli	3	0.00	12.00	19.00	23.00
	Sep	29	0.00	12.00	18.00	19.00
Jumlah			0.00	159.60	355.20	416.80
Rata - rata			0.00	7.25	16.15	18.95

(Lanjutan)

Hujan untuk durasi 4 jam

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)				
			0	1	2	3	4
1999	Jan	11	0.00	0.30	1.00	4.40	5.90
		24	0.00	0.70	2.60	9.60	15.30
	Feb	14	0.00	29.30	31.50	33.50	33.80
		22	0.00	2.00	6.30	10.80	13.30
	Mei	6	0.00	2.50	9.00	11.00	15.50
	Juni	14	0.00	0.20	8.20	30.20	32.80
Nov	30	0.00	2.30	16.30	26.30	47.30	
2000	Feb	3	0.00	1.20	19.20	22.20	22.30
		9	0.00	10.00	16.00	16.20	16.30
		25	0.00	3.20	6.00	10.50	10.80
	Mei	3	0.00	3.50	13.50	15.00	18.30
	Okt	1	0.00	9.50	16.50	17.10	17.30
	Nov	7	0.00	6.20	6.30	6.50	13.30
2001	Jan	9	0.00	8.00	22.50	25.50	28.00
	Maret	2	0.00	8.00	18.00	20.00	22.00
	April	12	0.00	9.00	14.00	17.00	18.00
	Mei	8	0.00	10.20	14.20	18.20	20.20
	Juni	4	0.00	3.70	4.40	10.80	11.00
		5	0.00	10.00	16.00	17.00	21.00
2002	Jan	1	0.00	9.00	12.00	13.50	14.00
		30	0.00	2.00	14.00	24.00	27.00
	Feb	4	0.00	7.00	11.00	13.00	13.50
	Juli	10	0.00	10.00	19.00	28.00	36.00
2003	Jan	1	0.00	10.00	28.00	30.00	38.00
	Maret	18	0.00	0.20	14.10	14.20	14.30
	Okt	9	0.00	4.50	14.00	19.30	19.50
2004	Juni	14	0.00	12.80	27.40	28.20	29.00
2005	Jan	13	0.00	11.70	24.90	27.90	30.90
		28	0.00	7.00	11.00	13.00	15.00
	Maret	24	0.00	6.00	16.00	24.00	24.40
	Juni	16	0.00	10.00	16.30	21.30	22.30
	Okt	29	0.00	4.00	8.00	13.00	14.00
	Des	20	0.00	6.00	13.00	16.00	18.00
Jumlah			0.00	220.00	470.20	607.20	698.30
Rata - rata			0.00	6.67	14.25	18.40	21.16

(Lanjutan)

Hujan untuk durasi 5 jam

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)					
			0	1	2	3	4	5
1999	April	16	0.00	4.80	8.80	9.80	10.30	10.80
	Juni	8	0.00	9.00	17.00	19.00	19.40	19.80
	Nov	16	0.00	3.50	14.50	16.30	16.40	16.80
	Des	24	0.00	1.50	8.50	16.50	20.50	23.50
2000	Feb	14	0.00	9.00	16.00	20.00	22.00	22.50
	Juni	1	0.00	3.00	12.00	19.00	22.00	23.00
	Okt	19	0.00	6.00	16.00	18.00	20.00	20.50
2001	Jan	23	0.00	0.60	11.60	18.60	25.10	28.10
	Feb	20	0.00	2.00	6.00	7.00	20.00	20.20
	Des	8	0.00	8.50	26.50	28.50	31.50	33.00
2002	Feb	14	0.00	9.00	16.00	20.00	22.00	22.50
	Juni	1	0.00	3.00	12.00	19.00	22.00	23.00
	Okt	19	0.00	6.00	16.00	18.00	20.00	20.50
2003	Feb	8	0.00	8.80	17.80	21.80	22.80	24.00
		17	0.00	3.00	8.60	8.80	12.20	14.10
		27	0.00	2.00	5.00	12.00	18.00	22.60
	April	30	0.00	13.00	14.00	15.80	16.10	16.90
	Des	20	0.00	0.20	2.20	8.20	16.20	17.20
2004	Jan	19	0.00	1.50	3.60	13.60	17.60	19.60
	Feb	24	0.00	4.00	12.00	14.00	14.40	14.60
	Mei	2	0.00	14.40	32.40	35.20	35.30	35.40
2005	Jan	24	0.00	6.70	16.70	21.70	23.70	24.70
	April	22	0.00	5.00	10.00	11.00	12.00	17.00
Jumlah			0.00	124.50	303.20	391.80	459.50	490.30
Rata - rata			0.00	5.41	13.18	17.03	19.98	21.32

(Lanjutan)

Hujan untuk durasi 6 jam

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)						
			0	1	2	3	4	5	6
1999	Feb	15	0.00	0.30	1.30	2.30	7.80	11.00	11.20
2000	Feb	2	0.00	1.60	12.60	13.60	15.60	17.60	19.60
		3	0.00	4.70	9.70	20.70	23.30	24.10	24.70
	April	29	0.00	8.30	9.20	10.20	15.20	20.20	20.40
	Okt	11	0.00	8.00	14.00	18.50	20.50	21.50	22.00
2001	Sep	30	0.00	14.00	24.00	30.00	32.00	33.50	37.50
2002	Nov	11	0.00	5.00	12.00	15.00	16.00	17.50	18.00
	Des	7	0.00	3.80	8.30	11.80	13.30	14.80	15.70
2004	Sep	25	0.00	5.00	13.00	17.00	19.50	21.50	22.50
	Nov	23	0.00	8.00	14.00	20.00	22.00	24.00	25.00
Jumlah			0.00	58.70	118.10	159.10	185.20	205.70	216.60
Rata - rata			0.00	5.87	11.81	15.91	18.52	20.57	21.66



Lampiran 3

Data hujan yang dikelompokkan pada Stasiun Ranca Bungur

Hujan untuk durasi 3 jam

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)			
			0	1	2	3
1999	Feb	11	0.00	17.59	17.59	22.59
		20	0.00	11.08	11.08	21.08
	Maret	5	0.00	8.46	8.46	23.46
		12	0.00	6.98	6.98	26.98
		27	0.00	6.02	6.02	31.02
	April	28	0.00	2.20	8.50	32.70
	Mei	4	0.00	0.10	9.50	26.80
		10	0.00	10.40	31.00	31.20
		16	0.00	10.20	20.40	20.70
		22	0.00	6.70	26.70	27.20
	Juni	23	0.00	10.20	29.80	30.10
	Juli	12	0.00	8.40	18.00	18.40
	Sep	22	0.00	12.30	14.00	14.20
	Nov	12	0.00	10.10	20.20	20.40
30		0.00	7.30	7.60	10.40	
Des	13	0.00	0.30	10.10	10.50	
2002	Jan	17	0.00	10.50	21.30	21.50
		20	0.00	20.40	40.70	41.20
	Maret	21	0.00	10.30	30.70	31.00
	April	18	0.00	0.50	10.80	11.00
	Juni	5	0.00	20.80	41.60	42.10
	Sep	27	0.00	12.40	12.90	13.10
	Nov	3	0.00	7.40	14.60	14.80
		4	0.00	3.60	13.90	14.20
		29	0.00	3.80	12.60	13.10
	Des	5	0.00	2.20	10.50	20.80
15		0.00	10.40	20.80	21.30	
2003	Juni	14	0.00	1.20	9.20	10.10
	Juli	8	0.00	0.80	10.00	20.00
	Okt	6	0.00	0.60	9.00	10.00
2004	Jan	12	0.00	1.10	10.10	10.60
	Feb	11	0.00	11.20	11.40	11.50
	April	24	0.00	9.10	10.00	10.20
	Okt	13	0.00	10.00	17.30	17.60
		28	0.00	16.10	18.80	19.10
	Nov	22	0.00	0.40	10.00	10.30

(Lanjutan)

	Des	9	0.00	3.50	18.50	19.00
		28	0.00	16.20	20.00	20.20
2005	Feb	20	0.00	10.00	20.00	20.20
	April	26	0.00	2.00	8.50	17.90
	Mei	4	0.00	6.70	9.00	20.00
	Juni	27	0.00	5.30	17.50	17.80
		28	0.00	2.30	12.30	12.50
	Nov	16	0.00	5.10	16.60	17.00
	Des	7	0.00	12.00	13.20	13.40
Jumlah			0.00	344.23	717.73	889.23
Rata - rata			0.00	7.65	15.95	19.76

Hujan untuk durasi 4 jam

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)				
			0	1	2	3	4
2002	Mei	8	0.00	10.50	41.30	51.70	52.20
	Juni	26	0.00	8.80	13.20	13.60	13.80
	Juli	6	0.00	3.10	3.30	6.60	11.30
	Agust	9	0.00	4.80	20.20	20.50	20.60
	Nov	22	0.00	9.20	9.30	9.70	20.00
2003	Feb	17	0.00	2.00	11.00	14.00	15.30
2004	April	26	0.00	6.80	7.30	7.50	10.40
Jumlah			0.00	45.20	105.60	123.60	143.60
Rata - rata			0.00	6.46	15.09	17.66	20.51

Hujan untuk durasi 5 jam

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)					
			0	1	2	3	4	5
2003	Maret	15	0.00	9.70	19.70	23.70	25.70	26.20
2005	Agust	2	0.00	0.10	2.10	3.20	6.20	11.70
Jumlah			0.00	9.80	21.80	26.90	31.90	37.90
Rata - rata			0.00	4.90	10.90	13.45	15.95	18.95

Hujan untuk durasi 6 jam

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)						
			0	1	2	3	4	5	6
2004	Maret	11	0.00	7.00	8.00	8.20	8.30	9.00	11.00
Jumlah			0.00	7.00	8.00	8.20	8.30	9.00	11.00
Rata - rata			0.00	7.00	8.00	8.20	8.30	9.00	11.00

Lampiran 4

Data hujan yang dikelompokkan pada Stasiun Gadok

Hujan untuk durasi 3 jam

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)			
			0	1	2	3
1999	Jan	2	0.00	1.00	11.20	17.60
		3	0.00	4.00	44.00	69.00
		18	0.00	3.60	12.60	14.70
	Feb	11	0.00	3.30	14.80	15.10
		16	0.00	2.10	14.80	16.60
		25	0.00	12.00	23.00	23.40
	Mei	4	0.00	32.00	32.90	33.60
	Agust	12	0.00	5.30	13.30	22.70
Okt	27	0.00	19.80	21.80	25.80	
2001	Mei	23	0.00	5.10	25.10	26.60
	Sep	18	0.00	4.90	19.90	20.40
2002	Feb	9	0.00	1.00	11.00	17.50
	Juli	6	0.00	8.30	20.90	22.20
	Agust	17	0.00	7.00	17.50	18.00
2003	Sep	12	0.00	0.80	4.80	26.80
	Des	21	0.00	22.00	23.50	33.00
2004	Jan	23	0.00	10.00	23.00	33.00
		5	0.00	20.00	40.00	42.00
	Feb	6	0.00	15.00	30.00	36.00
		9	0.00	25.00	50.00	55.00
Sep	27	0.00	30.00	60.00	72.00	
2005	Feb	16	0.00	8.00	24.00	26.70
Jumlah			0.00	240.20	538.10	667.70
Rata - rata			0.00	10.92	24.46	30.35

(Lanjutan)

Hujan untuk durasi 4 jam

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)				
			0	1	2	3	4
1999	Feb	4	0.00	5.00	9.00	12.00	14.80
		26	0.00	3.30	12.30	17.30	17.50
	April	7	0.00	3.30	11.50	12.40	12.80
	Des	17	0.00	6.20	6.30	23.50	23.80
2001	Jan	4	0.00	1.50	15.50	20.50	21.00
	Juni	9	0.00	13.20	16.20	21.10	21.20
	Okt	29	0.00	14.50	17.50	22.50	25.70
2002	Jan	19	0.00	2.50	22.50	52.50	57.60
	April	19	0.00	15.30	30.30	31.30	32.00
		20	0.00	7.20	16.70	22.20	24.30
	Juli	15	0.00	23.50	25.30	25.50	25.60
2003	Jan	30	0.00	22.80	26.30	26.80	27.70
	Nov	18	0.00	19.60	42.60	44.60	44.90
	Des	3	0.00	14.70	39.70	42.70	43.40
		23	0.00	20.00	26.00	30.00	33.00
2004	Jan	25	0.00	10.00	20.00	30.00	37.00
	Sep	16	0.00	13.00	14.00	17.00	20.00
2005	Feb	7	0.00	25.20	28.70	29.10	29.80
		12	0.00	12.20	42.20	56.20	58.70
	Maret	24	0.00	22.00	24.50	26.50	27.10
	April	19	0.00	11.00	16.00	17.00	25.00
Jumlah			0.00	266.00	463.10	580.70	622.90
Rata - rata			0.00	12.67	22.05	27.65	29.66

(Lanjutan)

Hujan untuk durasi 5 jam

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)					
			0	1	2	3	4	5
1999	Nov	3	0.00	8.70	18.70	24.70	29.20	30.30
		12	0.00	29.50	42.50	42.80	43.20	43.30
2001	Jan	8	0.00	4.10	19.10	21.10	23.10	24.10
	Maret	28	0.00	16.10	20.10	21.10	25.10	29.60
	April	13	0.00	2.30	3.50	8.00	9.50	9.60
	Juli	8	0.00	3.00	9.50	21.50	24.10	31.50
	Okt	16	0.00	1.30	9.30	11.90	19.30	20.70
2002	Feb	3	0.00	0.20	12.20	18.20	24.20	44.20
		19	0.00	1.00	10.00	10.80	10.90	20.90
		20	0.00	10.00	30.00	52.00	55.00	57.00
	April	18	0.00	20.00	30.00	34.00	34.10	34.20
	Juni	21	0.00	16.80	36.80	37.80	39.30	39.60
	Sep	28	0.00	3.50	23.50	26.10	26.20	27.70
	Okt	6	0.00	1.00	26.00	50.00	51.30	51.50
Nov	29	0.00	20.00	40.00	60.00	64.00	65.50	
2003	Feb	9	0.00	0.70	17.40	17.70	18.20	20.30
	Mei	27	0.00	5.20	21.20	28.20	33.70	34.40
	Des	26	0.00	1.80	21.80	24.80	27.30	28.50
2004	Jan	18	0.00	40.00	90.00	92.00	94.00	96.00
2005	Jan	8	0.00	8.00	10.00	21.00	25.00	27.30
	April	14	0.00	3.70	5.20	8.70	23.70	25.40
	Mei	15	0.00	0.80	2.30	42.30	53.30	53.90
Jumlah			0.00	197.70	499.10	674.70	753.70	815.50
Rata - rata			0.00	8.99	22.69	30.67	34.26	37.07

(Lanjutan)

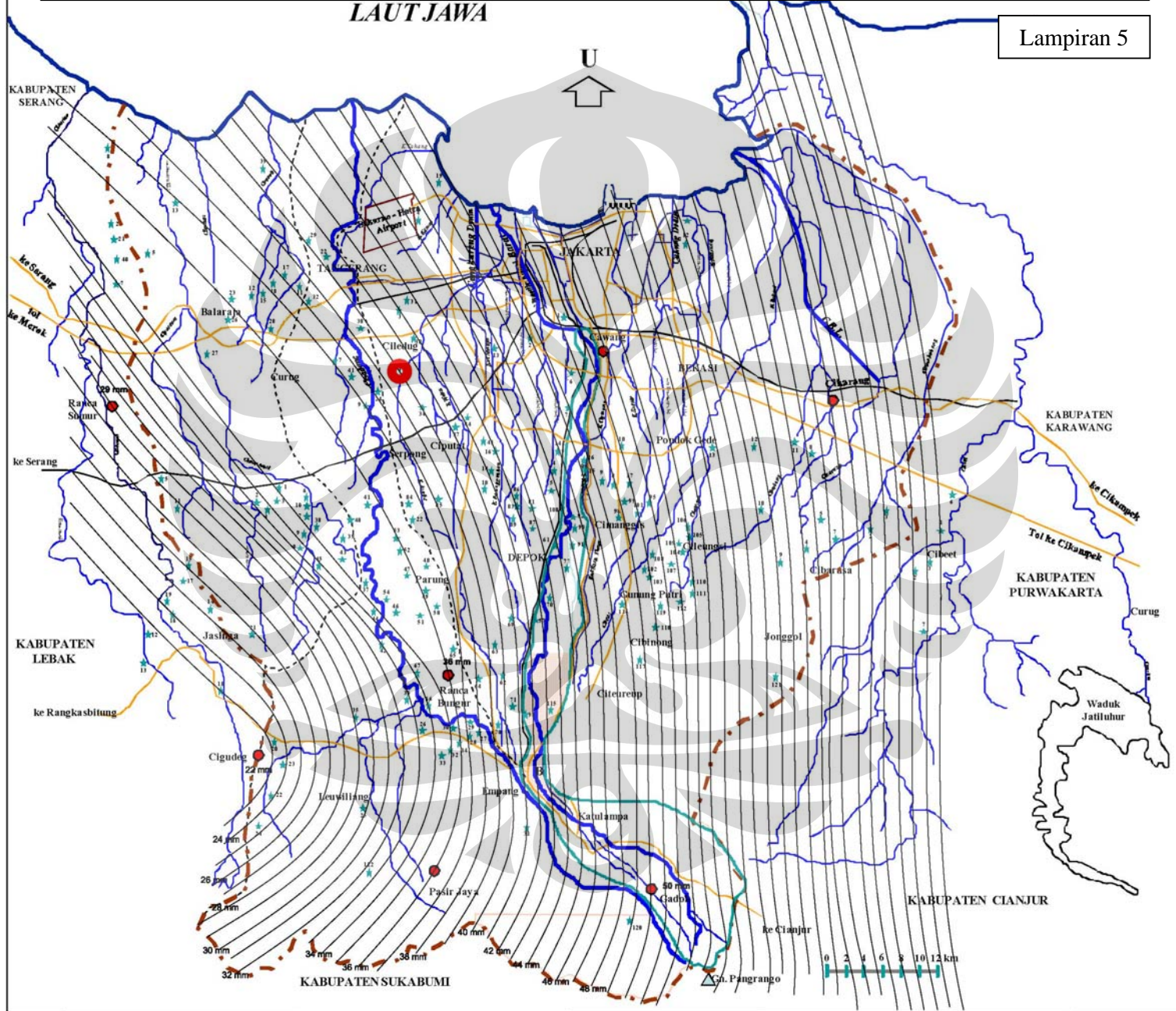
Hujan untuk durasi 6 jam

Tahun	Bulan	Tgl	Durasi (jam)						
			0	1	2	3	4	5	6
1999	Jan	26	0.00	10.80	14.00	16.80	17.20	17.30	17.60
		30	0.00	0.30	0.80	8.30	11.30	12.80	13.60
	Feb	17	0.00	30.00	50.00	56.70	57.20	58.70	59.40
	April	30	0.00	0.20	0.40	1.10	21.30	44.30	44.90
	Okt	28	0.00	7.30	20.00	33.00	36.00	37.30	37.60
2001	Jan	29	0.00	2.20	18.20	23.20	23.90	24.70	27.00
2002	Jan	30	0.00	1.50	9.50	13.50	19.00	22.00	26.50
	Feb	20	0.00	0.80	10.80	11.60	12.20	12.50	12.80
2003	Jan	28	0.00	0.20	1.00	20.70	34.70	39.70	41.40
	April	13	0.00	2.80	7.80	14.80	18.30	18.40	18.90
2004	Feb	2	0.00	15.00	31.00	31.25	31.50	31.75	32.00
	Mei	27	0.00	15.00	18.00	19.00	20.00	21.00	22.00
2005	Feb	19	0.00	5.00	12.00	12.10	30.10	45.90	46.20
		28	0.00	5.70	16.70	23.70	26.70	30.70	31.90
	Juli	6	0.00	20.10	20.70	20.80	32.00	45.00	45.60
Jumlah			0.00	116.90	230.90	306.55	391.40	462.05	477.40
Rata - rata			0.00	7.79	15.39	20.44	26.09	30.80	31.83

PETA ISOHYET CILIWUNG – CISADANE (4 LOKASI) DENGAN PERIODE ULANG 10 TAHUN – 1 JAM

LAUT JAWA

Lampiran 5



PETA ISOHYET CILIWUNG – CISADANE (7 LOKASI) DENGAN PERIODE ULANG 10 TAHUN – 1 JAM

