

**ANALISIS RENCANA SUDETAN SUNGAI CILIWUNG MENUJU  
KANAL BANJIR TIMUR TERHADAP DEBIT BANJIR SUNGAI  
CILIWUNG**



**TRIA ERLINAWATI**

**5415110265**

**Skripsi ini Ditulis Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan dalam  
Memperoleh Gelar Sarjana**

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK BANGUNAN  
JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA  
2015**

## ABSTRAK

TRIA ERLINAWATI. **Analisis Rencana Sudetan Sungai Ciliwung Menuju Kanal Banjir Timur Terhadap Debit Banjir Sungai Ciliwung**. Skripsi, Jakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, September 2015.

Sungai Ciliwung adalah salah satu sungai besar yang melewati Kota Jakarta dengan sumber mata air dari Gunung Pangrango yang memiliki panjang 109 km dan luas DAS 337 km<sup>2</sup>, aliran sungai Ciliwung melewati Bogor, Depok dan bermuara di pantai utara DKI Jakarta. Sejalan dengan perkembangan permukiman di Wilayah Jakarta, terjadi perubahan daerah tangkapan Kali Ciliwung yang semula dapat menyerap air hujan (infiltrasi), akibat pesatnya pembangunan perumahan berubah menjadi aliran permukaan (*runoff*) yang pada akhirnya membebani daya tampung sungai.

Analisis rencana sudetan sungai Ciliwung ini bertujuan untuk mengetahui berapakah pengurangan debit banjir yang terjadi pada Wilayah Bidara Cina, yang nantinya debit banjir akan dialirkan melalui Sudetan menuju Kanal Banjir Timur (KBT) sehingga diketahui efektifitas Sudetan sebagai pengendali banjir. Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengumpulan dan analisis data yang berupa: data curah hujan, data DAS Sungai Ciliwung, dan data teknis Sungai Ciliwung dan Sudetan Ciliwung. Analisis yang dilakukan berupa perhitungan curah hujan rencana periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun, perencanaan debit banjir rencana dengan metode Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu (HSS Nakayasu) dan perhitungan kapasitas tampung menggunakan rumus *Manning*.

Dari hasil perhitungan, kapasitas tampung Sungai Ciliwung wilayah Bidara Cina yaitu sebesar 303,77 m<sup>3</sup>/det, dan debit banjir puncak pada periode ulang 25 tahun ( $Q_{25}$ ) pada Sungai Ciliwung yaitu sebesar 413,660 m<sup>3</sup>/det. Hasil perhitungan debit saluran kapasitas Sudetan Sungai Ciliwung sebesar 27,64 m<sup>3</sup>/det untuk satu pipa dan 55,28 m<sup>3</sup>/det untuk dua pipa. Kapasitas saluran Sudetan tersebut dapat mengurangi debit Sungai Ciliwung sebesar 413,660 m<sup>3</sup>/det menjadi 358,38 m<sup>3</sup>/det. Namun setelah adanya pengurangan debit dari Sudetan tersebut, debit Sungai Ciliwung masih meluap dan masih menyebabkan banjir. Oleh karena itu, dilakukan desain ulang dimensi Sudetan dengan memperbesar dimensi Sudetan menjadi lebih besar sehingga Sudetan dapat menampung debit banjir Sungai Ciliwung dan tidak lagi menyebabkan banjir.

**Kata kunci:** Debit banjir, Sungai Ciliwung, Sudetan Sungai Ciliwung

## ABSTRACT

TRIA ERLINAWATI. *Analysis of Ciliwung River Plan Heading to the East Canal Flood Against Ciliwungs Debit*. Thesis, Jakarta: Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, State University of Jakarta, September 2015

*Ciliwung river is one of the major rivers passing through the city of Jakarta with springs from Pangrango which has a length of 109 km and a basin area 337 km<sup>2</sup>, Ciliwung river passes through Bogor, Depok and lasts into the northern coast of Jakarta. Based on the development of settlements in the Jakarta area, changes may happen in the catchment area that originally absorb rain water (infiltration), due to the rapid development of housing turned into runoff (runoff), which in turn overlay the capacity of the river.*

*Analysis to the Ciliwung river diversion plan aims to find out what is the reduction of flood discharge that occurs in Bidara China region. In which will be channeled through the flood discharge diversion towards the East Flood Canal (KBT) in order to know the effectiveness of diversion as flood control. This research was conducted by collecting and analyzing data such as: rainfall, watershed, and technical data of Ciliwung river. Analysis was done by calculating return period rainfall plan of 2, 5, 10, 25, 50 and 100 years. The planning flood discharge is using Nakayasu Synthesis Unit hydrograph method (HSS Nakayasu) and the calculations are using Manning capacities formulas.*

*Based on the results of the research,, capacities Ciliwung Bidara region of China that is equal to 303.77 m<sup>3</sup>/sec and peak flood discharge at 25-year return period (Q<sub>25</sub>) on Ciliwung is equal to 413.660 m<sup>3</sup>/sec. The discharge channel at the diversion in the amount of 27.64 m<sup>3</sup>/sec for one pipe and a maximum number of 55.28 m<sup>3</sup>/s for two pipe in the return period of 25 years (Q<sub>25</sub>). Ciliwung river flood discharge calculation on a return period of 25 years after the discharge capacity was reduced by Ciliwung rivers diversion in the number of 55.28 m<sup>3</sup>/sec which is 413.660 m<sup>3</sup>/sec becoming 358.38.49 m<sup>3</sup>/sec. However, after the reduction of the discharge of the Channel at dispersion, Ciliwung river still overflowing and still cause flooding. Therefore, the redesign is done by enlarging the dimensions of channel diversion becomes larger so that can accommodate the flood discharge diversion Ciliwung and no longer cause flooding.*

**Keywords:** *flood discharge, Ciliwung river, diversion Ciliwung*

## HALAMAN PENGESAHAN

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Dr. Ir. Mochammad Amron, M.Sc (Dosen Pembimbing I)	.....	.....
Drs. R. Karsono, M.Pd (Dosen Pembimbing II)	.....	.....

## PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
R. Eka Murtinugraha, M.Pd (Ketua Penguji)	.....	.....
Drs. Arris Maulana, MT (Anggota Penguji)	.....	.....
Dr. Henita Rahmayanti, M.Si (Anggota Penguji)	.....	.....

Tanggal Lulus: 22 September 2015

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik sarjana, baik di Universitas Negeri Jakarta maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri dengan arahan dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena skripsi ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di Universitas Negeri Jakarta.

Jakarta, Oktober 2015

Yang membuat pernyataan

**Tria Erlinawati**

**NRM. 5415110265**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan hidayah-Nya, sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “**Analisis Rencana Sudetan Sungai Ciliwung Menuju Kanal Banjir Timur Terhadap Debit Banjir Sungai Ciliwung**”.

Skripsi ini disusun dalam rangka menyelesaikan studi strata satu (S1) yang merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pendidikan pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis banyak mendapatkan dukungan dan bantuan baik moril maupun spiritual dari banyak pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Drs. Dadang Suyadi S, MS selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
2. R. Eka Murtinugraha, M. Pd, selaku Ketua Program Studi Strata Satu (S1) Pendidikan Teknik Bangunan Jurusan Teknik dan Ketua Penguji Skripsi, serta Koordinator Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
3. Dra. Daryati, MT, selaku Penasehat Akedemik Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
4. Dr. Gina Bachtiar, MT, selaku Koordinator Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta
5. Dr. Ir. Mochammad Amron, M. Sc selaku pembimbing materi yang telah memberikan bimbingan sepenuhnya sampai akhir penyusunan skripsi ini.
6. Drs. R. Karsono, M. Pd, selaku pembimbing Metodologi yang telah memberikan bimbingan sampai terselesaikannya skripsi ini.
7. Kedua orang tua penulis, Bapak Atim Hermawan, Ibu Essih, beserta adik M.Rizky Ramadhan dan Muthia Yasmin Azzahra , yang telah memberikan doa dan dukungan.
8. Wahyuno, M.T selaku dosen yang telah memberi bimbingan dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Rekan mahasiswa Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta khususnya mahasiswa S1 pendidikan teknik bangunan angkatan 2011.
10. Teman-teman kelompok belajar ‘Sevel’ yang telah memberi semangat dan dukungan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini mungkin masih terdapat kekurangan. Oleh karena itu saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan skripsi ini.

Akhir kata atas kesediaan semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan skripsi ini, semoga selalu mendapatkan berkat dan karunia dari Allah SWT. Penulis berharap agar hasil dari tulisan ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Jakarta, September 2015

Penulis

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>ABSTRAK</b> .....	i
<b>ABSTRACT</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vi
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	viii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	5
1.3 Pembatasan Masalah .....	5
1.4 Rumusan Masalah .....	6
1.5 Tujuan Penelitian .....	6
1.6 Manfaat .....	6
<b>BAB II. PENYUSUNAN DASAR TEORI</b>	
2.1 Landasan Teori .....	8
2.1.1 Sungai .....	8
2.1.2 Sudetan .....	9
2.1.3 Debit Banjir Rencana .....	10
2.1.4 Daerah Aliran Sungai .....	11
2.1.5 Analisis Curah Hujan .....	12
2.1.5.1 Metode Rata-rata Aljabar .....	13
2.1.5.2 Metode Poligon Thiessen .....	14
2.1.5.3 Metode Isohyet .....	16
2.1.6 Analisis Frekuensi dan Probabilitas .....	18
2.1.6.1 Metode Distribusi Normal .....	19
2.1.6.2 Metode Distribusi Log Normal .....	22
2.1.6.3 Metode Distribusi Log-Pearson Type III .....	22
2.1.6.4 Metode Gumbel .....	24
2.1.7 Melengkapi Data Curah Hujan yang hilang .....	25
2.1.8 Penentuan Jenis Distribusi .....	26
2.1.9 Uji Keselarasan Distribusi .....	27
2.1.10 Koefisien Limpasan .....	29
2.1.11 Waktu Konsentrasi ( $t_c$ ) .....	30
2.1.12 Intensitas Curah Hujan .....	30
2.1.13 Periode Ulang Hujan .....	31
2.1.14 Perhitungan Debit Banjir Rencana .....	32
2.1.15 Kapasitas Saluran/Manning .....	35
2.2 Penelitian Relevan .....	37
2.3 Kerangka Berpikir .....	39

<b>BAB III. METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Tujuan Penelitian.....	41
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian .....	41
3.3 Metode Penelitian.....	41
3.4 Teknik Pengumpulan Data .....	42
3.4.1 Pengumpulan Data.....	42
3.4.2 Metode Pengumpulan Data .....	43
3.5 Analisis Penelitian .....	44
3.6 Diagram Alur Penelitian.....	46
<b>BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Deskripsi Data .....	48
4.2 Analisis Curah Hujan .....	51
4.2.1 Curah Hujan Bulanan Maksimum .....	51
4.2.2 Curah Hujan Tahunan Daerah .....	53
4.2.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan.....	56
4.3 Analisis Distribusi Curah Hujan.....	58
4.3.1 Penentuan Jenis Distribusi .....	58
4.3.1.1 Distribusi Normal .....	58
4.3.1.2 Distribusi Log Normal.....	61
4.3.1.3 Distribusi Log Pearson III .....	64
4.3.1.4 Distribusi Gumbel.....	67
4.3.2 Uji Chi-kuadrat.....	71
4.3.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan .....	72
4.3.4 Distribusi Hujan Jam-jaman.....	73
4.4 Koefisien Limpasan .....	75
4.5 Waktu Konsentrasi .....	76
4.6 Perhitungan Debit Banjir Rencana .....	76
4.7 Kapasitas Saluran .....	88
4.8 Pembahasan .....	93
4.9 Keterbatasan Penelitian .....	94
<b>BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	96
5.2 Saran .....	97
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>98</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>100</b>
<b>RIWAYAT HIDUP .....</b>	<b>146</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. <i>Reduced Variate</i> , $Y_{Tr}$ .....	25
Tabel 2.2. Koefisien Limpasan Daerah Perkotaan.....	30
Tabel 2.3. Periode Ulang yang Disyaratkan .....	32
Tabel 2.4. Unsur-unsur Geometris Penampang Saluran .....	36
Tabel 4.1. Data Curah Hujan Maksimum Harian Stasiun Gunung Mas.....	52
Tabel 4.2. Data Curah Hujan Maksimum Harian Stasiun Fakultas Teknik UI ..	52
Tabel 4.3. Data Curah Hujan Maksimum Harian Stasiun Halim.....	53
Tabel 4.4. Data Curah Hujan Maksimum Harian Stasiun Halim.....	54
Tabel 4.5. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan (2005-2014) .....	56
Tabel 4.6. Data Curah Hujan Maksimum Bulanan (Januari-Desember) .....	56
Tabel 4.7. Data Curah Hujan Harian Maksimum Rata-Rata .....	57
Tabel 4.8. Curah Hujan Harian Rata-Rata Maksimum Setelah diurutkan.....	57
Tabel 4.9. Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Normal .....	58
Tabel 4.10. Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Normal .....	60
Tabel 4.11. Perhitungan Variabel Dispersi Log Normal.....	61
Tabel 4.12. Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Log Normal .....	63
Tabel 4.13. Perhitungan Variabel Dispersi Log Normal.....	64
Tabel 4.14. Nilai K Hasil Distribusi Log Pearson III .....	65
Tabel 4.15. Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Log Pearson III.....	66
Tabel 4.16. Perhitungan Distribusi Gumbel.....	67
Tabel 4.17. Keterangan Untuk Rumus Dispersi Gumbel.....	68
Tabel 4.18. Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Gumbel.....	69
Tabel 4.19. Perbandingan Hasil Dispersi.....	70
Tabel 4.20. Hasil Uji Distribusi .....	70
Tabel 4.21. Uji Chi-kuadrat Distribusi Log Pearson III .....	72
Tabel 4.22. Curah Hujan Rencana Distribusi Log Pearson Type III .....	73
Tabel 4.23. Perhitungan Distribusi Hujan Jam-jaman .....	74
Tabel 4.24. Perhitungan Hujan Jam-jaman Berbagai Periode Ulang.....	75
Tabel 4.25. Data Tata Guna Lahan DAS Ciliwung .....	75
Tabel 4.26. Perhitungan Untuk Kurva Turun.....	79
Tabel 4.27. Perhitungan Untuk Kurva Turun.....	80
Tabel 4.28. Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu (Hujan 1 mm).....	81
Tabel 4.29. Contoh Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 2 Tahun	82
Tabel 4.30. Rekapitulasi Debit Banjir Puncak DAS Cilliwung .....	87
Tabel 4.31. Debit Rencana Pada Laporan Akhir Sungai Ciliwung.....	93

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Banjir Pada Wilayah Bidara Cina .....	3
Gambar 1.2. Lokasi Pekerjaan Sudetan Ciliwung .....	5
Gambar 2.1. Metode Poligon Thiessen .....	16
Gambar 2.2. Metode Isohyet.....	17
Gambar 2.3. Kurva Distribusi Frekuensi Normal .....	20
Gambar 2.4. Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu .....	34
Gambar 3.1. Diagram Alir Perancangan .....	48
Gambar 4.1. DAS Ciliwung .....	49
Gambar 4.2. Lokasi Sudetan .....	51
Gambar 4.3. Grafik Distribusi Normal .....	60
Gambar 4.4. Grafik Disrribusi Log Normal.....	63
Gambar 4.5. Grafik Disrribusi Log Pearson III .....	66
Gambar 4.6. Grafik Disrribusi Gumbel .....	69
Gambar 4.7. Distribusi Hujan Jam-jaman.....	74
Gambar 4.8. Pola Distribusi Hujan .....	74
Gambar 4.9. Hidrograf Banjir Berbagai Periode Ulang.....	87

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1	Nilai Variabel Reduksi Gauss ..... 100
Lampiran 1	<i>Reduced Varieti</i> $Y_{Tr}$ ..... 100
Lampiran 2	Nilai Distribusi Log Pearson III ..... 101
Lampiran 3	<i>Reduced Mean</i> $Y_n$ ..... 102
Lampiran 4	Nilai Kritis Uji Chi Kuadrat ..... 103
Lampiran 5	Tabel Harga n Untuk Rumus Manning ..... 104
Lampiran 6	Peta DAS Ciliwung ..... 105
Lampiran 7	Peta Topografi Bidara Cina ..... 106
Lampiran 8	Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 2 Tahun..... 107
Lampiran 9	Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 5 Tahun..... 112
Lampiran 10	Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 10 Tahun... 117
Lampiran 11	Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 25 Tahun... 122
Lampiran 12	Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 50 Tahun... 127
Lampiran 13	Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 100 Tahun. 132
Lampiran 14	Penampang Melintang Wilayah Bidara Cina ..... 137
Lampiran 15	Penampang Melintang Sudetan ..... 138
Lampiran 16	Potongan Memanjang Sudetan ..... 139
Lampiran 17	Trase Sudetan ..... 140
Lampiran 18	Sistem Sudetan Sungai Ciliwung menuju KBT ..... 141
Lampiran 19	Lokasi Inlet Sudetan Sungai Ciliwung ..... 142
Lampiran 20	Surat Permohonan untuk Kepala BBWSC Pusat ..... 143
Lampiran 21	Surat Permohonan untuk Kepala BMKG Pusat ..... 144
Lampiran 22	Surat Permohonan untuk Dinas PU Tata Air Jakarta ..... 145

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Saat ini masalah banjir menjadi masalah besar pada sebagian besar wilayah di Jakarta. Bencana banjir menjadi fenomena rutin di musim penghujan yang merebak di berbagai daerah aliran sungai (DAS) di sebagian besar wilayah Indonesia. Jumlah kejadian banjir dalam musim hujan terus meningkat, demikian juga dengan jumlah korban manusia dan kerugian harta benda serta sarana dan prasarana umum/sosial, prasarana transportasi dan prasarana pertanian/pengairan. Penyebab banjir disebabkan oleh beberapa peristiwa, diantaranya peristiwa banjir yang terjadi karena limpasan air banjir dari sungai, curah hujan yang tinggi mengakibatkan debit air sungai menjadi lebih besar, debit air sungai yang besar tidak mampu dialirkan oleh alur sungai, atau debit air sungai lebih besar dari kapasitas alur sungai yang ada, sehingga menyebabkan banjir. Genangan yang terjadi disebabkan karena perubahan tata guna lahan di daerah hulu yang akan berpengaruh pada perubahan karakteristik banjir baik dari segi besarnya banjir dan lama waktu kejadian banjir, genangan banjir juga disebabkan oleh adanya penyempitan sungai oleh padatnya pemukiman di bantaran sungai.

Ada beberapa sungai besar yang melewati daerah Jakarta, yaitu Sungai Mookervaart, Sungai Angke, Sungai Pesanggrahan, Sungai Krukut, Sungai Grogol, Sungai Kali Baru Barat, Sungai Ciliwung, Sungai Kali Baru Timur, Sungai Cipinang, Sungai Sunter, Sungai Buaran, Sungai Jati Kramat, dan Sungai Cakung. Sungai-sungai tersebut berfungsi sebagai sistem drainase untuk daerah

Jakarta, namun dengan berjalannya waktu terdapat penyempitan atau perubahan lahan sehingga sistem drainase sungai tersebut tidak berfungsi dengan baik dan menjadikan bencana banjir.

Sungai Ciliwung adalah salah satu sungai besar yang melewati Kota Jakarta dengan sumber mata air dari Gunung Pangrango yang memiliki panjang 109 km dan luas DAS 337 km<sup>2</sup>, aliran sungai Ciliwung melewati Bogor, Depok dan bermuara di pantai utara DKI Jakarta. Sejalan dengan perkembangan permukiman di Wilayah Jakarta, terjadi perubahan daerah tangkapan Kali Ciliwung yang semula dapat menyerap air hujan (infiltrasi), akibat pesatnya pembangunan perumahan berubah menjadi aliran permukaan (*runoff*) yang pada akhirnya membebani daya tampung sungai. Akibatnya aliran sungai yang tadinya kecil semakin lama menjadi semakin besar, dan pada lokasi-lokasi tertentu terjadi luapan-luapan genangan sebagai akibat tidak tertampungnya *runoff* yang semakin membesar. Akibatnya beban air hujan harus ditampung dalam sistem drainase yang kecil, *run-off* menjadi tinggi dan berdampak terhadap peningkatan debit banjir di wilayah hilirnya (Kodoatie, 2013).

Kondisi ini mengakibatkan terjadinya banjir pada lokasi tertentu, yang pada umumnya adalah daerah permukiman. Setiap tahun pada musim hujan di beberapa ruas Sungai di Jakarta, terutama pada daerah Bidara Cina dan Kampung Pulo, Manggarai Jakarta Timur mengalami luapan genangan banjir. Pada Rabu 19 November 2014 sekitar pukul 19.30 malam volume air yang mengalir di Sungai Ciliwung sebanyak 350 m<sup>3</sup>/detik. Akibatnya kawasan Kampung Pulo yang berada di bantaran Sungai Ciliwung, Jakarta Timur, terendam hingga ketinggian 3 meter sebagaimana terlihat pada Gambar 1.1 di halaman berikutnya. Selain itu air juga

merendam jalanan di daerah tersebut yang mengakibatkan lalu lintas setempat menjadi lumpuh sehingga kegiatan masyarakat menjadi terhambat.



**Gambar 1.1** Banjir pada tanggal 19 November 2014.  
*Sumber: Kompas 2014*

Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah membuat alternatif sudetan atau terowongan air sepanjang 1.27 km yang mengalirkan sebagian air dari sungai Ciliwung menuju Kanal Banjir Timur. Air yang akan masuk ke dalam Sudetan terlebih dulu akan disaring menggunakan penyaringan sampah yang terdapat pada pintu masuk Sudetan, sehingga sampah-sampah maupun barang-barang yang terdapat pada Sungai Ciliwung tidak masuk ke dalam sudetan dan tidak menyebabkan penyempitan pada saluran Sudetan tersebut. Terowongan air tersebut dapat mengalirkan air melalui pipa saluran di bawah tanah. Sudetan atau terowongan air ini di harapkan dapat mengurangi ataupun menanggulangi resiko banjir yang terjadi di Sungai Ciliwung, khususnya di wilayah Kampung Pulo dan Bidara Cina. Lokasi kegiatan ini berada di Wilayah administrasi Jakarta Timur, Kecamatan Jatinegara meliputi Kelurahan Bidara Cina, Cipinang Cempedak, Cipinang Besar Selatan dan Cawang. Lokasi trase *floodway* dimulai dari *inlet* di Sungai Ciliwung menuju Jl. Sensus Bidara Cina dilanjutkan ke Jl. Otista 3 dan *outlet* di Sungai Cipinang dan tujuan akhirnya adalah Kanal Banjir Timur (KBT).

Pada masalah yang telah dijelaskan, penelitian ini mencoba untuk menganalisis debit banjir Sungai Ciliwung dan kapasitas tampung Sudetan untuk mengetahui apakah Sudetan tersebut dapat mengurangi banjir yang terdapat pada daerah Bidara Cina. Dengan adanya Sudetan tersebut, berapakah pengurangan banjir yang terjadi pada Wilayah Bidara Cina dan Kampung Pulo tersebut, yang nantinya banjir akan dialirkan melalui Sudetan menuju Kanal Banjir Timur (KBT) sehingga diketahui efektifitas Sudetan sebagai pengendali banjir. Judul penelitian yang diangkat ialah “Analisa Rencana Sudetan Sungai Ciliwung Menuju Kanal Banjir Timur Terhadap Debit Banjir Sungai Ciliwung”.

Untuk lokasi pekerjaan Sudetan Sungai Ciliwung menuju Kanal Banjir Timur dapat dilihat pada gambar 1.2 di bawah ini :



**Gambar 1.2 Peta Lokasi Pekerjaan Sudetan Ciliwung-KBT**

*Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane*

## 1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang, maka masalah yang ada dapat diidentifikasi sebagai berikut:

- Berapa besar intensitas curah hujan pada sungai Ciliwung?
- Berapa debit banjir rencana pada Sungai Ciliwung?
- Berapa besar debit saluran kapasitas Sungai Ciliwung wilayah Bidara Cina?
- Berapa besar debit saluran kapasitas Sudetan Ciliwung-Kanal Banjir Timur?



- e. Berapa pengurangan debit banjir pada Sungai Ciliwung setelah adanya Sudetan?
- f. Apakah Sungai Ciliwung dapat menampung debit banjir tertinggi periode ulang 2 sampai 100 tahunan?

### **1.3 Pembatasan Masalah**

Pada penelitian ini akan dibatasi masalah yang ada yaitu:

1. Data Curah hujan dari sepuluh tahun terakhir dari mulai tahun 2005 sampai dengan 2014.
2. Data yang digunakan adalah data sekunder.
3. Tidak memperhitungkan adanya sedimentasi.
4. Tidak memperhitungkan perubahan tinggi banjir yang terjadi di wilayah Bidara Cina.
5. Data curah hujan dari stasiun penakar hujan Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) di daerah sekitar DAS Sungai Ciliwung yaitu stasiun hujan Gunung Mas, Stasiun Halim Perdana Kusuma dan stasiun hujan Fakultas Teknik UI.

### **1.4 Perumusan Masalah**

Berdasarkan Identifikasi dan pembatasan masalah di atas, maka dapat dirumuskan : “Berapa  $m^3/det$  pengurangan debit banjir Sungai Ciliwung setelah adanya sudetan Ciliwung menuju Kanal Banjir Timur”

### **1.5 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana debit banjir sungai Ciliwung setelah adanya Sudetan Ciliwung ke Kanal Banjir Timur dan berapa  $m^3/det$  pengurangan banjir pada daerah Kampung Pulo Bidara Cina setelah adanya Sudetan disesuaikan dengan kondisi saat ini.

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Sebagai bentuk kajian ulang mengenai debit banjir rencana pada sudetan sungai Ciliwung menuju Kanal Banjir Timur.
2. Sebagai bentuk tambahan penelitian relevan terkait perencanaan sudetan pada Sungai Ciliwung.
3. Sebagai informasi dalam pelaksanaan perencanaan sudetan sungai Ciliwung menuju Kanal Banjir Timur.
4. Sebagai masukan dan referensi dalam di bidang pembelajaran maupun penelitian terkait drainase lebih lanjut.
5. Sebagai bentuk bahan wawasan pengetahuan bagi masyarakat pada umumnya.
6. Sebagai sumber informasi bagi mahasiswa/i jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta pada khususnya.

## **BAB II**

### **PENYUSUNAN DASAR TEORI**

#### **2.1 Landasan Teori**

##### **2.1.1 Sungai**

Dalam Peraturan Pemerintah RI No.35 Tahun 1991 tentang sungai disebutkan bahwa sungai adalah tempat-tempat dan wadah-wadah serta jaringan pengaliran air mulai dari mata air sampai muara dengan dibatasi kanan dan kirinya sepanjang pengalirannya oleh garis sempadan. Sungai dapat juga diartikan sebagai bagian permukaan bumi yang letaknya lebih rendah dari tanah sekitarnya dan menjadi tempat mengalirnya air tawar menuju laut, danau, rawa atau ke sungai yang lain.

Menurut Syarifuddin, sungai adalah bagian dari permukaan bumi yang karena sifatnya, menjadi tempat air mengalir (Syarifuddin, 2008).

Salah satu sungai besar yang melewati Kota Jakarta adalah Sungai Ciliwung dengan sumber mata air dari Gunung Pangrango yang memiliki panjang 109 km dan luas DAS 337 km<sup>2</sup>, melewati Bogor, Depok dan bermuara di pantai utara DKI Jakarta. Sungai Ciliwung yang berfungsi sebagai sistem drainase di Kota Jakarta sekarang ini sering sekali mengakibatkan banjir pada beberapa wilayah di Kota Jakarta. Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah membuat sudetan atau terowongan air sepanjang 1.27 km yang mengalirkan sebagian air dari sungai Ciliwung menuju Kanal Banjir Timur, sudetan ini di harapkan dapat mengurangi banjir yang terjadi di sebagian wilayah kota Jakarta. Dalam rencana

pembuatan sudetan ini, tentunya dapat mengurangi debit banjir Sungai Ciliwung. sehingga banjir yang terjadi di beberapa wilayah di Jakarta dapat berkurang.

### 2.1.2 Sudetan

Sudetan (*by pass/short cut*) adalah saluran yang digunakan untuk mengalihkan sebagian atau seluruh aliran air banjir dalam rangka mengurangi debit banjir pada daerah yang dilindungi (Kodoatie, 2013). Sudetan merupakan salah satu alternatif pengaliran yang digunakan untuk mengendalikan ataupun mengurangi dampak dari bahaya banjir. Pembuatan sudetan berfungsi untuk mengalirkan sebagian debit banjir pada waktu banjir, sehingga debit banjir pada alur sungai lama akan berkurang dan akan menurunkan tingkat resiko banjir. Kondisi umumnya, bahwa alur lama melewati kota, sehingga menjadi rawan banjir. Dalam mengatasi banjir dengan sudetan, perlu diperhitungkan aspek rekayasa/*engineering*, aspek non teknis teknis juga perlu dipertimbangkan. Jadi sebagian banjir akan dilewatkan melalui sudetan. Adanya Sudetan ini akan menurunkan muka air di sebelah hulu tetapi muka air di sebelah hilirnya sedikit naik. Tujuan dilakukannya sudetan antara lain :

- a. Perbaikan alur sungai yang pada mulanya panjang bebelok-belok dan tidak stabil akan menjadi lebih pendek dan lebih lurus.
- b. Dengan adanya sudetan akan terjadi hidrograf banjir antara di bagian hulu dan hilir sudetan, sehingga akan menguntungkan daerah bagian hulunya.

Sudetan atau terowongan air ini sepanjang 1.27 km yang mengalirkan sebagian air dari sungai Ciliwung menuju Kanal Banjir Timur. Terowongan air

tersebut dapat mengalirkan air melalui pipa saluran di bawah tanah. Lokasi kegiatan ini berada di Wilayah administrasi Jakarta Timur, Kecamatan Jatinegara meliputi Kelurahan Bidara Cina, Cipinang Cempedak, Cipinang Besar Selatan dan Cawang. Lokasi trase *floodway* dimulai dari *inlet* di Sungai Ciliwung menuju Jl. Sensus Bidara Cina dilanjutkan ke Jl. Otista 3 dan *outlet* di Sungai Cipinang dan tujuan akhirnya adalah Kanal Banjir Timur (KBT).

### **2.1.3 Debit Banjir Rencana**

Debit banjir rencana merupakan debit maksimum di sebuah sungai atau saluran alami dengan periode ulang rata-rata yang sudah ditentukan dan dapat dialirkan tanpa membahayakan proyek irigasi dan stabilitas bangunan-bangunan.

Menurut (Soemarto, 1995), cara menghitung debit banjir rencana tergantung pada data yang tersedia. Apabila data debit yang tersedia tidak cukup panjang, sedangkan data curah hujan tersedia cukup panjang, maka debit hujan rencana dapat dihitung dengan metode rasional (modified rational method).

Menurut (Tominaga, 1995) debit banjir rencana pada setiap profil sungai merupakan data yang paling utama untuk perencanaan perbaikan dan pengaturan sungai. Apabila perhitungan debit banjir rencana sudah dilakukan, selanjutnya itu diadakan perhitungan statistik dari data yang tercatat dan disesuaikan dengan tingkat pengamanan banjir yang diinginkan.

Debit banjir rencana adalah debit maksimum dari suatu sungai, atau saluran yang besarnya didasarkan kala ulang tertentu. (SNI 03-2415-1991)

Dapat disimpulkan bahwa debit banjir rencana adalah debit maksimum di sungai atau saluran alamiah dengan periode ulang yang sudah ditentukan yang dapat dialirkan tanpa membahayakan proyek irigasi dan stabilitas bangunan-bangunannya. Debit banjir rencana tersebut dapat dihitung dengan penjumlahan kurva debit anak sungai dan sungai utamanya serta kemungkinan adanya pemotongan debit oleh waduk pengendalian banjir.

#### **2.1.4 Daerah Aliran Sungai**

Daerah aliran sungai (DAS) adalah wilayah tangkapan air hujan yang akan mengalir ke sungai yang bersangkutan. Perubahan fisik yang terjadi di DAS akan berpengaruh terhadap kemampuan retensi DAS terhadap banjir. Retensi DAS dimaksudkan sebagai kemampuan DAS untuk menahan air di bagian hulu. Perubahan tata guna lahan misalnya dari hutan dijadikan perumahan akan menyebabkan retensi DAS ini berkurang secara drastis. Seluruh air hujan akan dilepaskan DAS kearah hilir. Sebaliknya semakin besar retensi suatu DAS semakin baik, karena air hujan dapat dengan baik diresapkan di DAS ini dan secara perlahan-lahan dialirkan ke sungai hingga tidak menimbulkan banjir di hilir (Maryono, 2007).

Daerah aliran sungai (DAS) adalah daerah yang dibatasi oleh punggung-punggung pegunungan di mana air hujan yang jatuh di daerah tersebut akan mengalir menuju sungai utama pada suatu titik atau stasiun yang ditinjau. (Triatmodjo Bambang, 2008). Sebagai suatu ekosistem, di DAS terjadi interaksi antara faktor biotik dan fisik yang menggambarkan keseimbangan masukan dan

keluran berupa erosi dan sedimentasi. Secara singkat dapat disimpulkan bahwa pengertian DAS adalah sebagai berikut :

- a. Suatu wilayah daratan yang menampung, menyimpan kemudian mengalirkan air hujan ke laut atau danau melalui satu sungai utama.
- b. Suatu daerah aliran sungai yang dipisahkan dengan daerah lain oleh pemisah topografis sehingga dapat dikatakan seluruh wilayah daratan terbagi atas beberapa DAS.
- c. Unsur-unsur utama di dalam suatu DAS adalah sumberdaya alam (tanah, vegetasi dan air) yang merupakan sasaran dan manusia yang merupakan pengguna sumber daya yang ada.
- d. Unsur utama (sumber daya alam dan manusia) di DAS membentuk suatu ekosistem dimana peristiwa yang terjadi pada suatu unsur akan mempengaruhi unsur lainnya.

### **2.1.5 Analisis Curah Hujan**

Analisis curah hujan merupakan suatu rangkaian proses pengolahan data (curah hujan) diawali dengan suatu proses identifikasi kondisi meteorologi, stasiun penakar atau pengukur, analisis data tercatat secara kualitas dan kuantitas yang dilanjutkan dengan perhitungan distribusi frekuensi yang dipilih dan selanjutnya didapat suatu nilai intensitas curah hujan untuk periode ulang tertentu. (Soewarno, 1995)

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir adalah curah hujan rata-rata di

seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah wilayah/daerah dan dinyatakan dalam milimeter (mm). Curah hujan harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan. Data hujan yang diperoleh dari alat penangkar hujan merupakan hujan yang terjadi hanya pada satu tempat atau titik saja (*point rainfall*). Mengingat hujan sangat bervariasi terhadap tempat (*space*), maka untuk kawasan yang luas, satu alat penangkar hujan belum dapat menggambarkan hujan wilayah tersebut. Dalam hal ini diperlukan hujan kawasan yang diperoleh dari harga rata-rata curah hujan beberapa stasiun penakar hujan yang ada di dalam dan/atau di sekitar kawasan tersebut.

Menurut (Suripin, 2004), untuk merancang pemanfaatan air dan rancangan pengendali banjir data yang dibutuhkan adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada suatu titik tertentu. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau daerah, dan dinyatakan dalam mm. Curah hujan harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan. Untuk menentukan tinggi curah hujan rata-rata pada suatu areal studi, ada 3 (tiga) cara yang dapat digunakan yaitu cara rata-rata aljabar, cara Poligon Thiessen dan cara garis Isohyet.

#### **2.1.5.1 Metode Rerata Aljabar**

Metode rerata aljabar merupakan cara mencari rata-rata curah hujan di dalam suatu daerah aliran dengan cara menjumlahkan tinggi hujan pada semua stasiun dan membaginya dengan hujannya yang merata dan cocok digunakan



untuk DAS kecil, yaitu dengan luas kurang dari 500km<sup>2</sup>. (Suyono Kensaku, 1993:27)

Hujan kawasan diperoleh dari persamaan (Suripin, 2004:27):

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 \dots + P_n}{n}$$

Keterangan:

P = Curah hujan tercatat (mm)

P<sub>1</sub>, ..., P<sub>n</sub> = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)

n = Jumlah stasiun pengukuran

Hasil yang diperoleh dengan cara ini tidak berbeda jauh dari hasil yang didapat dengan cara lain, jika titik pengamatannya banyak dan tersebar merata di seluruh daerah.

### 2.1.5.2 Metode Poligon Thiessen

Menurut (Suripin,2004), Metode Thiessen ditentukan dengan cara membuat polygon antara pos hujan pada suatu wilayah DPS, kemudian tinggi hujan rata-rata daerah aliran dihitung dari jumlah perkalian antar tiap-tiap luas polygon dan tinggi hujannya dibagi dengan seluruh DPS. Jika titik-titik pengamatan di dalam daerah itu tidak tersebar merata. Maka cara perhitungan curah hujan rata-rata itu dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh tiap titik pengamatan. Cara ini cocok untuk daerah dengan luas 500 – 5000 km<sup>2</sup>. Curah hujam daerah itu dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \dots + P_nA_n}{A_n + A_n + \dots + A_n}$$

$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \dots + P_nA_n}{A}$$

$$P = W_1P_1 + W_2P_2 + \dots + W_nP_n$$

Keterangan:

P = Curah hujan tercatat/daerah (mm)

$A_1, A_2, \dots, A_n$  = Luas daerah pengaruh tiap-tiap stasiun ( $\text{km}^2$ )

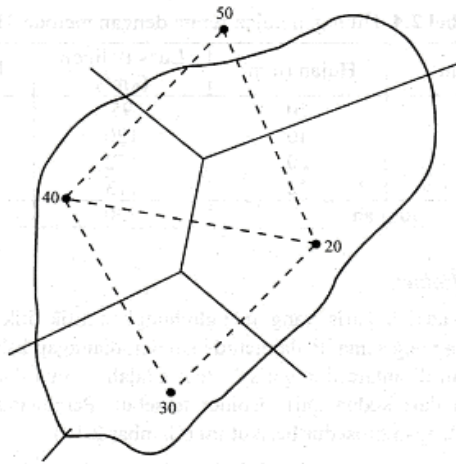
$P_1, P_2, \dots, P_n$  = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)

$$W_1, W_2, \dots, W_n = \frac{A_1}{A} \frac{A_2}{A} \dots \frac{A_n}{A}$$

Pembagian daerah  $A_1, A_2, \dots, A_n$  ditentukan dengan cara berikut :

- a. Cantumkan titik-titik pengamatan di dalam dan di sekitar daerah itu pada peta topografi, kemudian hubungkan tiap titik yang berdekatan dengan sebuah garis lurus. Dengan demikian akan terlukis jaringan segitiga yang menutupi seluruh daerah.
- b. Daerah yang bersangkutan itu dibagi dalam poligon-poligon yang didapat dengan menggambar garis bagi tegak lurus pada setiap sisi segitiga tersebut di atas.
- c. Curah hujan dalam poligon itu dianggap mewakili oleh curah hujan dari titik pengamatan dalam tiap poligon itu. Luas tiap poligon diukur dengan planimeter atau dengancara lain.

Cara Thiessen ini memberikan hasil yang lebih teliti daripada cara aljabar rata-rata, tetapi penentuan titik pengamatan dan pemilihan ketinggian akan mempengaruhi ketelitian yang didapat.



**Gambar 2.1 Metode Poligon Thiessen**

*Sumber: Hidrologi Untuk Pengairan (Ir.Suryono Sosrodarsono)*

### 2.1.5.3 Metode Isohyet

Cara perhitungan Isohyet adalah garis yang menghubungkan tempat-tempat yang mempunyai curah hujan yang sama pembagian daerahnya.

Menurut (Suripin,2004), Metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, namun diperlukan keahlian dan pengalaman. Isohyet adalah garis lengkung yang menghubungkan tempat-tempat kedudukan yang mempunyai curah hujan yang sama. Isohyet diperoleh dengan cara menggambar kontur tinggi hujan yang sama, lalu luas area antara garis isohyet yang berdekatan diukur dan dihitung nilai rata-ratanya. Metode Isohyet terdiri dari beberapa langkah sebagai berikut:

- a. Plot data kedalaman air hujan untuk tiap pos penakar hujan pada peta.
- b. Gambar kontur kedalaman air hujan dengan menghubungkan titik-titik yang mempunyai kedalaman air yang sama. Interval Isohyet yang umum dipakai adalah 10 mm.

- c. Hitung luas area antara dua gari Isohyet dengan menggunakan planimeter. Kalikan masing-masing luas area dengan rata-rata hujan antara dua Isohyet yang berdekatan.

Hitung hujan rata-rata DAS dengan persamaan berikut (Suripin, 2004:30):

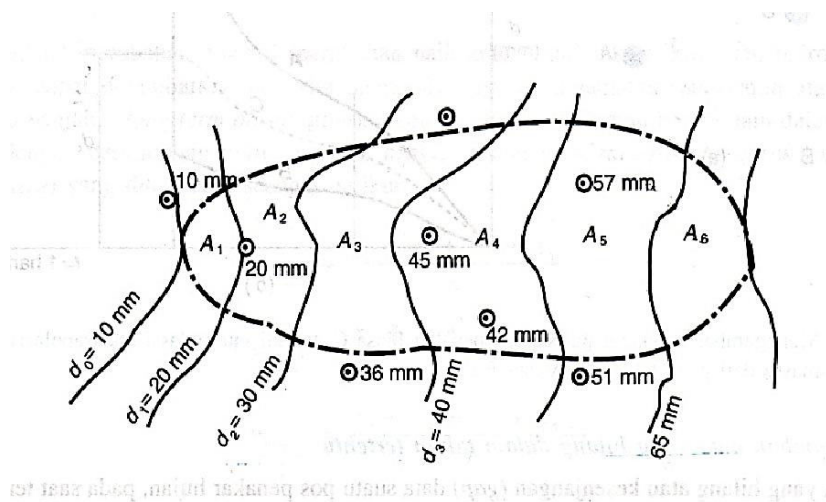
$$P = \frac{\frac{P_0 + P_1}{2} A_1 + \frac{P_1 + P_2}{2} A_2 + \dots + \frac{P_{n-1} + P_n}{2} A_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n}$$

Keterangan:

$P$  = Curah hujan tercatat (mm)

$A_n$  = Luas daerah pengaruh tiap-tiap stasiun ( $\text{km}^2$ )

$P_1, \dots, P_n$  = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)



**Gambar 2.2 Metode Isohyet**

Sumber: [insinyurpengairan.wordpress.com](http://insinyurpengairan.wordpress.com)

### Cara Memilih Metode:

- a. Jaring-jaring pos penangkar hujan dalam DAS

Jumlah pos penangkar hujan cukup : Metode Isohyet, Metode Poligon

Thiessen, Metode Rata-rata Aljabar

Jumlah pos penangkar hujan terbatas : Metode Poligon Thiessen dan Metode Rata-rata Aljabar

b. Topografi DAS

Pegunungan : Metode Rata-rata Aljabar

Dataran : Metode Poligon Thiessen

Berbukit dan tidak beraturan : Metode Isohyet

c. Luas DAS

DAS kecil ( $<500 \text{ km}^2$ ) : Metode Rata-rata Aljabar

DAS sedang ( $500-5000 \text{ km}^2$ ) : Metode Poligon Thiessen

DAS besar ( $>5000 \text{ km}^2$ ) : Metode Isohyet

(Sumber: Suripin:2004)

Pada penelitian ini curah hujan rata-rata dipilih menggunakan metode rata rata aljabar, hal ini dikarenakan DAS Sungai Ciliwung termasuk kategori DAS kecil ( $<500 \text{ km}^2$ ) yaitu seluas  $323 \text{ km}^2$ . Sedangkan untuk topografi DAS, Sungai Ciliwung merupakan kategori dataran.

### 2.1.6 Analisis Frekuensi dan Probabilitas

Tujuan analisis frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran-besaran peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi probabilitas. Frekuensi hujan adalah besarnya kemungkinan suatu besaran hujan disamai atau dilampaui. Sebaliknya, kala ulang (*return period*) adalah waktu hipotetik dimana debit atau hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui sekali dalam jangka waktu tersebut.

Analisis frekuensi menggunakan variabel-variabel acak dan distribusi probabilitas yang merupakan bagian dari metode statistik. Analisis frekuensi diperlukan seri data hujan yang diperoleh dari pos penakar hujan, baik yang manual maupun yang otomatis. Analisis frekuensi didasarkan pada sifat statistik data kejadian yang telah lalu untuk memperoleh probabilitas besaran hujan di masa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu (Suripin, 2004:32)

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

1. Distribusi Normal
2. Distribusi Log Normal
3. Distribusi Log Pearson III
4. Distribusi Gumbel

#### **2.1.6.1 Metode Distribusi Normal**

Distribusi normal adalah simetris terhadap sumbu vertikal dan berbentuk lonceng yang juga disebut distribusi Gauss. Distribusi normal mempunyai dua parameter yaitu rerata  $\mu$  dan deviasi standar  $s$  diturunkan dari data populasi. Dalam praktek, nilai rerata  $\bar{x}$  dan deviasi standar  $s$  diturunkan dari atas sampel untuk menggantikan  $\mu$  dan  $\sigma$ . (Triatmodjo:2006).

Fungsinya adalah sebagai berikut (Suripin:2004)

$$P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) - \infty \leq x \leq \infty$$

Keterangan:

$P(X)$  = Fungsi densitas peluang normal (ordinat kurva normal)

$X$  = variabel acak kontinu

$\mu$  = rata-rata nilai  $X$

$\sigma$  = simpangan baku nilai  $X$

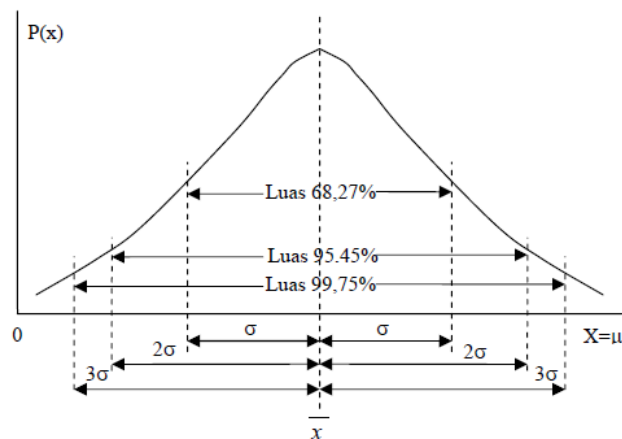
Analisis kurva normal cukup menggunakan parameter statistik  $\mu$  dan  $\sigma$ .

Bentuk kurvanya simetris terhadap  $X = \mu$ , dan grafiknya selalu diatas sumbu datar

$X$ , serta mendekati sumbu datar  $X$  dan dimulai dari  $X = \mu + 3\sigma$  dan  $X = \mu - 3\sigma$ .

Nilai mean = median = modus. Nilai  $X$  mempunyai batas  $-: < X < +:$ .

Apabila suatu populasi data hidrologi mempunyai distribusi berbentuk distribusi normal (Gambar), maka :



**Gambar 2.3 Kurva Distribusi Frekuensi Normal**

*Sumber: Suripin (2004)*

- 1) Kira-kira 68,27%, terletak di daerah satu deviasi standar sekitar nilai rata-ratanya, yaitu antara  $(\mu - \sigma)$  dan  $(\mu + \sigma)$ .
- 2) Kira-kira 95,45%, terletak di daerah dua deviasi standar sekitar nilai rata-ratanya, yaitu antara  $(\mu - 2\sigma)$  dan  $(\mu + 2\sigma)$ .
- 3) Kira-kira 99,73%, terletak di daerah tiga deviasi standar sekitar nilai rata-ratanya, yaitu antara  $(\mu - 3\sigma)$  dan  $(\mu + 3\sigma)$ .

Sedangkan nilai 50%-nya terletak didaerah antara  $(\mu - 0,6745\sigma)$  dan  $(\mu + 0,6745\sigma)$

Rumus umum yang digunakan untuk distribusi normal adalah (Suripin, 2004:36)

$$X_T = \bar{X} + K_T S$$

Keterangan:

$X_T$  = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T- tahunan

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

S = Standar Deviasi

$K_T$  = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang

Nilai faktor frekuensi  $K_T$  umumnya sudah tersedia dalam bentuk tabel untuk mempermudah perhitungan, yang umum disebut sebagai tabel nilai variabel reduksi Gauss (*Variable Reduced Gauss*) dan Nilai Faktor  $Y_{Tr}$  dapat dilihat pada Lampiran 1.



### 2.1.6.2 Metode Distribusi Log Normal

Distribusi log normal dipakai jika nilai-nilai dari variabel random tidak mengikuti distribusi normal, tetapi nilai logaritmanya memenuhi distribusi normal (Triatmojo: 2006). Hitungan distribusi log normal dilakukan dengan menggunakan tabel yang sama dengan distribusi normal. Fungsi kerapatan Distribusi Log Normal, Jika Variable acak  $Y = \text{Log } X$  terdistribusikan secara normal, maka  $x$  dikatakan mengikuti distribusi Log Normal. Ini dapat dinyatakan sebagai berikut : (Suripin, 2004:39)

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S$$

Keterangan:

$Y_T$  = Perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan

$\bar{Y}$  = nilai rata-rata hitung variat

$K_T$  = faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang

$S$  = Standard Deviasi

### 2.1.6.3 Metode Distribusi Log-Pearson Type III

Pearson telah mengembangkan banyak model matematik fungsi distribusi untuk membuat persamaan empiris dari suatu distribusi. Ada 12 tipe distribusi Pearson, namun hanya distribusi log Pearson III yang banyak digunakan dalam hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (Triatmodjo Bambang: 2006).

Salah satu distribusi dari serangkaian distribusi yang dikembangkan Person yang menjadi perhatian ahli sumberdaya air adalah Log-Pearson Type III. Tiga parameter penting yang diperlukan oleh distribusi Log-Pearson Type III adalah:

- (i) Harga rata-rata
- (ii) Simpangan baku
- (iii) Koefisien kemencengan (jika koefisien kemencengan sama dengan nol, distribusi kembali ke distribusi Log Normal)

Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log-Pearson Type III (Suripin, 2004:42)

- a. Ubah data kedalam bentuk logaritmis,  $X = \text{Log } X$
- b. Hitung harga rata-rata

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i \dots \dots \dots (2.7)$$

- c. Hitung harga simpangan baku

$$S = \left( \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{x})^2 \right)^{0,5} \dots \dots \dots (2.8)$$

- d. Hitung koefisien kemencengan atau kecondongan :

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2}{(n-1)(n-2)s^3} \dots \dots \dots (2.9)$$

- e. Hitung logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus:

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K.S \dots \dots \dots (2.10)$$

Nilai K untuk distribusi Log Pearson III dapat dilihat pada Lampiran 2.

### 2.1.6.4 Metode Gumbel

Distribusi Gumbel banyak digunakan untuk analisa pada data maksimum, seperti untuk analisis frekuensi banjir. Menurut E.J Gumbel (1941), persoalan yang utama dengan nilai-nilai ekstrim datang dari persoalan banjir. Tujuan teori statistik nilai-nilai esktrim adalah untuk menganalisis hasil pengamatan nilai-nilai ekstrim tersebut untuk memperkirakan nilai-nilai ekstrim berikutnya. Menurut Sri Harto (1993) dalam buku Hidrologi Terapan (Triatmojo: 2006), distribusi gumbel mempunyai sifat bahwa koefisien *skewness*  $C_v = 1,1396$  dan koefisien kurtosis  $C_k = 5,4002$ .

Maka, jika dibulatkan distribusi Gumbel mempunyai sifat:

- Koefisien skewness :  $C_s = 1,14$
- Koefisien kurtosis :  $C_k = 5,4$

Apabila frekuensi Gumbel tersebut dilakukan dalam persamaan sebagai berikut : (Triatmodjo, 2006:226):

$$X_T = X + S \cdot \bar{K}$$

Dengan K, bisa dihitung melalui persamaan:

$$y = y_n + K \cdot \sigma_n$$

Keterangan:

$X_T$  = Besarnya curah hujan rencana untuk periode ulang T tahun

$\bar{X}$  = Harga rata-rata dari data curah hujan

S = Simpangan baku data hujan

K = Faktor frekuensi

$Y_n$  = *Reduced mean* sebagai fungsi dari banyak n data

Y = *Reduced variate* sebagai fungsi dari banyak periode ulang T tahun

$\sigma_n$  = *Reduced* standard deviasi sebagai fungsi dari banyaknya n data Nilai  $Y_t$  (*Reduced Variete*).

Untuk Tabel  $Y_n$  dan Y dapat dilihat pada Lampiran 3.

**Tabel 2.1** *Reduced variate Ytr* sebagai fungsi periode ulang

Periode Ulang, Tr (Tahun)	Reduced variated. Ytr	Periode Ulang Tr (tahun)	Reduced variate, Ytr
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

Sumber : Suripin, 2004

### 2.1.7 Melengkapi Data Curah Hujan yang Hilang

Data curah hujan yang didapat dari stasiun pengamatan kadang tidak lengkap. Hal ini dapat disebabkan oelh keterbatasan jumlah dan penempatan alat atau karena kerusakan alat maupun kelalaian petugas pencatat. Data yang tidak lengkap tersebut dapat dilengkapi dengan menggunakan data hujan dari tiga tempat pengamatan yang berdekatan dan mengelilingi tempat pengamatan yang datanya tidak lengkap. (Triatmodjo; 2004),

Perhitungan dapat menggunakan metode perbandingan normal atau *normal ratio method*. Data yang hilang diperkirakan dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{P_x}{N_x} = \frac{1}{N} \cdot \left( \frac{P_1}{N_1} + \frac{P_2}{N_2} + \frac{P_3}{N_3} + \dots + \frac{P_n}{N_n} \right)$$

Keterangan:

$P_x$  = Hujan yang hilang di stasiun x

$P_1, P_n$  = data hujan di stasiun sekitarnya pada periode yang sama

$N_x$  = Hujan tahunan di stasiun x

$N_1, N_2 \dots N_n$  = Hujan tahunan di stasiun sekitar x

$N$  = Jumlah stasiun hujan di sekitar x

### 2.1.8 Penentuan Jenis Dsitribusi

Suatu kenyataan bahwa tidak semua variat dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya. Besarnya derajat sebaran variat disekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi (*variation*) atau dispersi (*dispersion*) dari pada suatu data sembarang variabel hidrologi. Cara mengukur besarnya variasi atau dispersi disebut pengukuran dispersi meliputi standar deviasi, koefisien kemencengan, koefisien variasi, dan pengukuran kurtosis (Soewarno: 1995).

1. Standar Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum(X_i - X_{rt})^2}{n-1}}$$

2. Koefisien *Skewness* (Cs)

$$C_s = \frac{n \sum(X_i - X_{rt})^3}{(n-1)(n-2)S^3}$$

3. Koefisien *Kurtosis* (Ck)

$$C_k = \frac{n^2 \sum(X_i - X_{rt})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4}$$

#### 4. Koefisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}}$$

Penentuan jenis distribusi yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter statistik dengan syarat masing-masing jenis distribusi. Syarat-syaratnya ialah sebagai berikut (Bambang Triatmodjo: 2008)

##### a. Metode Distribusi Normal

Syarat:  $C_s = 0$  dan  $C_k = 3$

##### b. Metode Distribusi Log Normal

Syarat:  $C_s = C_v^3 + 3C_v$

$$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$$

##### c. Metode Gumbel

Syarat:  $C_s = 1,14$  dan  $C_k = 5,4$

##### d. Metode Distribusi Log Pearson Type III

Syarat:  $C_s \neq 0$  dan  $C_k \neq 0$

### 2.1.9 Uji Kecocokan

Diperlukam penguji parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fit test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengujian parameter yang sering dipakai adalah Chi Kuadrat. (Suripin:2004)

### 2.1.9.1 Uji Chi Kuadrat

Uji Chi-kudrat dimaksudkan untuk mengetahui distribusi-distribusi yang memenuhi syarat untuk dijadikan dasar dalam menentukan debit air rencana dengan periode ulang tertentu. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $X^2$ , yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Suripin 2004:57)

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

Keterangan:

$X_h^2$  = parameter chi-kuadrat terhitung

G = jumlah sub kelompok

$O_i$  = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok  $i$

$E_i$  = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok  $i$

Prosedur Uji Chi-kuadrat adalah sebagai berikut:

- Urutkan data pengamatan (dari besar kekecil atau sebaliknya)
- Kelompokkan data menjadi G sub grup yang masing-masing beranggotakan minimal 4 data pengamatan
- Jumlah data pengamatan berdasarkan  $O_i$  tiap tiap sub-grup
- Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar  $E_i$
- Pada tiap sub-grup hitung nilai:

$$(O_i - E_i) \text{ dan } \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

- f. Jumlah seluruh G sub-grup nilai  $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$  untuk menentukan nilai chi-kuadrat terhitung.
- g. Tentukan derajat kebebasan  $dk = G - R - 1$  (nilai  $R = 2$  untuk distribusi normal dan binomial).

Interpretasi hasil uji adalah sebagai berikut:

- a. Apabila peluang lebih dari 5%, maka persamaan distribusi yang digunakan dapat diterima
- b. Apabila peluang kurang dari 1% maka persamaan distribusi yang digunakan tidak dapat diterima
- c. Apabila peluang berada diantara 1%-5% maka tidak mungkin mengambil keputusan, misal perlu data tambahan.

Nilai Kritis Uji Kuadrat dapat dilihat pada Lampiran 4.

### 2.1.10 Koefisien Limpasan

Koefisien limpasan merupakan nilai banding antara bagian hujan yang membentuk limpasan langsung dengan hujan total yang terjadi. Koefisien limpasan untuk tiap bagian daerah yang memiliki fungsi lahan yang berbeda dapat dihitung dengan rumus (Notodihardjo, 1998)

$$C = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i}$$

Keterangan :

$C_i$  = koefisien limpasan untuk daerah dengan luasan  $A_i$

$A_i$  = luasan dengan nilai  $C$  yang berbeda

$\sum A_i$  = penjumlahan semua luasan dengan nilai  $C$  yang berbeda



**Tabel 2.2 Koefisien Limpasan Daerah Perkotaan**

<b>Tata Guna Lahan</b>	<b>Karakteristik</b>	<b>Koefisien Limpasan</b>
Pusat bisnis dan Perbelanjaan		0,90
Industri		0,80
Perumahan (kepadatan sedang-tinggi)	20 rumah/ha	0,48
	30 rumah/ha	0,55
	40 rumah/ha	0,65
	60 rumah/ha	0,75
Perumahan (Kepadatan rendah)	10 rumah/ha	0,40
Lahan (Tanah Kosong)	Daerah datar	0,30

### 2.1.11 Waktu Konsentrasi ( $t_c$ )

Waktu konsentrasi yang dimaksud adalah waktu yang diperlukan saat air hujan jatuh pada titik awal hulu saluran sampai pada titik hilir saluran. Salah satu metode untuk memperkirakan waktu konsentrasi adalah rumus yang dikembangkan oleh Kirpich (1949) dengan rumus sebagai berikut :

$$t_c = \left( \frac{0,87 \times L^2}{1000 \times s} \right)^{0,385}$$

Keterangan :

L = Panjang sungai

S = Kemiringan sungai

### 2.1.12 Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan merupakan besarnya curah hujan maksimum yang akan diperhitungkan dalam desain sistem drainase. Secara rumus, intensitas hujan juga dapat diartikan sebagai tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Hubungan antara intensitas, durasi hujan, dan frekuensi kejadian hujan dapat dinyatakan dengan grafik IDF (*Intensity Duration Frequency Curve*). Untuk pembuatan graifk IDF dibutuhkan data hujan jangka pendek. Kemudian,

berdasarkan data hujan jangka pendek tersebut, grafik IDF dapat dibuat dengan rumus Mononobe. Berikut rumusnya (Suripin, 2004):

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

Keterangan :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan (jam)

R<sub>24</sub> = Curah hujan maksimum Harian (selama 24 jam) (mm)

### 2.1.13 Periode Ulang Hujan

Pengertian Q<sub>25</sub> tidak berarti terjadi banjir setiap 25 tahun. Analisis periode ulang debit menggunakan ilmu statistik dalam menentukan besaran tersebut, yaitu dalam konsep analisis kemungkinan (*Probability*). Pemahaman analisis itu diungkapkan contohnya dalam sebuah dadu.

Menurut Robert J.Kodoatie (2013), kala ulang atau Periode ulang dapat didefinisikan sebagai interval waktu dari suatu peristiwa yang mencapai suatu harga tertentu atau melampaui harga tersebut. Umumnya data hidrologi yang dipakai sebagai dasar perhitungan I (Intensitas) rencana, adalah data curah hujan harian maksimum tahunan yang hanya terjadi sekali setiap tahunnya. Maka fungsi waktunya adalah tahunan.

Periode Ulang tahunan adalah rerata selang waktu perkiraan terjadinya banjir. Berikut table periode ulang yang disyaratkan menurut Departemen Pekerjaan Umum:

**Tabel 2.3** Periode Ulang yang disyaratkan.

<b>Bangunan/Saluran Drainase</b>	<b>Periode Ulang</b>
Sungai Besar atau Saluran Primer	25 tahun
Sungai Kecil	10 tahun
Saluran Sekunder	10 tahun
Saluran Tersier (Saluran Permukiman)	1 Tahun
(Industri dan Komersial)	2 Tahun
Gorong-gorong	10 tahun
Gorong-gorong Jalan Tol	25 tahun
Saluran Drainase Jalan	5 tahun

Sumber: Departemen Pekerjaan Umum, standar Metode Menghitung Design Flood, Jakarta: Badan Penerbit PU (1990),h.9

#### **2.1.14 Perhitungan Debit Banjir Rencana**

Debit banjir rencana digunakan untuk menentukan kapasitas sungai dan profil sungai. Besar periode ulang yang akan digunakan adalah periode ulang 2, 5, 10, 25 dan 50 tahunan.

##### **2.1.14.1 Metode Hidrograf Satuan Sintesis Nakayashu**

Pada Sungai-sungai yang tidak ada atau sedikit sekali dilakukan observasi hidrograf banjirnya, maka perlu ditentukan karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut terlebih dahulu, misalnya waktu untuk mencapai puncak hidrograf, lebar dasar, luas DAS, kemiringan dasar sungai, panjang alur terpanjang (Length of the longestt channel) Koefisien pengaliran (run of coefficient) dan sebagainya. korelasi tersebut biasanya digunakan hidrograf-hidrograf sintetik yang telah dikembangkan di negara lain seperti Metode Nakayasu, Metode Snyder Alexejev, Metode Gama 1, dan lain sebagainya.

Menurut Bambang Triatmodjo (2008), Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu merupakan suatu cara untuk mendapatkan hidrograf banjir rancangan dalam suatu DAS. Untuk membuat suatu hidrograf banjir pada sungai, perlu dicari

karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut. Adapun karakteristik tersebut adalah:

- a. Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (*time to peak magnitude*).
- b. Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time log*).
- c. Tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograf*).
- d. Luas daerah pengaliran.
- e. Panjang alur sungai utama (*length of the longest channel*).

Bentuk kurva dari HSS Nakayasu dapat dilihat pada Gambar 2.4

Persamaan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu:

$$Q_p = \frac{A \times R_o}{3,6 (0,3 t_p + T_{0,3})}$$

Untuk menentukan  $T_p$  dan  $T_{0,3}$  dapat digunakan persamaan:

$$T_p = tg + 0,8 tr$$

$$T_{0,3} = \alpha \times tg$$

$$tg = 0,21 L^{0,7} \text{ untuk } L < 15 \text{ km}$$

$$tg = 0,40 + 0,058 L \text{ untuk } L > 15 \text{ km}$$

$$tr = \text{lama hujan efektif yang besarnya } 0,5 \sim 1 \text{ tg}$$

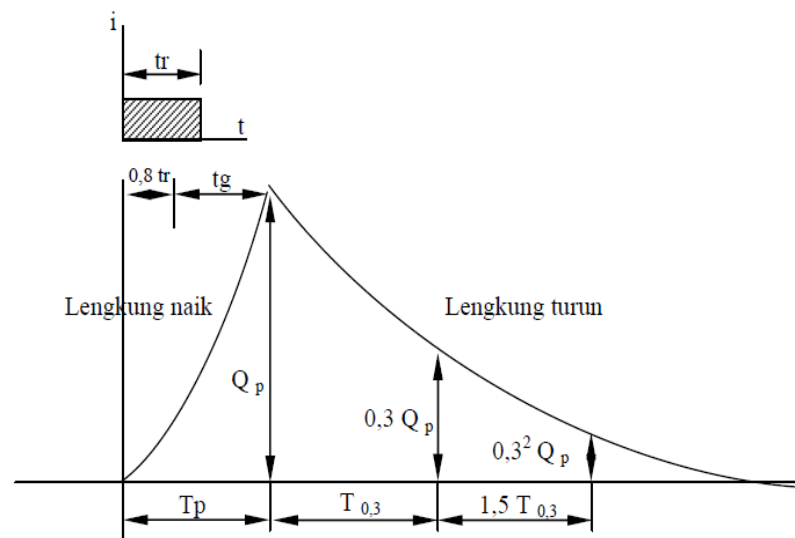
dimana :

$$Q_p = \text{debit puncak banjir (m}^3/\text{detik)}$$

$$R_o = \text{hujan satuan (mm)}$$

$$T_p = \text{tenggang waktu (time log) dari permulaan hujan sampai puncak banjir (jam).}$$

- $T_{0,3}$  = waktu yang diperlukan oleh penurunan debit, dari debit puncak sampai menjadi 30 % dari debit puncak (jam)
- $A$  = Luas DAS ( $\text{km}^2$ )
- $R_e$  = Curah hujan efektif (1 mm)
- $t_g$  = Waktu konsentrasi (jam)
- $T_r$  = Satuan waktu dari curah hujan (jam)
- $\alpha$  = Koefisien karakteristik DAS biasanya diambil 2.
- $L$  = panjang sungai utama (km)



Gambar 2.4 Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu

Persamaan kurva hidrograf satuan sintetisnya adalah:

- a. Bagian lengkung naik untuk  $0 \leq t \leq T_p$ ,

$$Q_a = Q_p \left[ \frac{t}{T_p} \right]^{2,4}$$

- b. Bagian lengkung turun untuk  $(T_p < t < T_p + T_{0,3})$

$$Q_r = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}}$$

- c. Bagian lengkung turun untuk  $(T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]/(1,5T_{0,3})}$$

d. Bagian lengkung turun untuk  $(t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3})$

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(1,5T_{0,3})]/(2T_{0,3})}$$

### 2.1.15 Persamaan Manning

Kapasitas aliran akibat hujan harus dialirkan melalui saluran drainase sampai ketitik hilir. Debit hujan yang dianalisa menjadi debit aliran untuk mendimensi saluran, maka apabila dimensi drainase diketahui untuk menghitung debit saluran digunakan persamaan :

Debit saluran dalam rumus Manning (Suripin, 2004)

$$Q = V \cdot A \qquad A = (B + m \cdot h) \cdot h \qquad R = \frac{A}{P}$$

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S_o^{1/2} \qquad P = (B + 2h) \sqrt{1 + m^2}$$

Keterangan :  $Q$  = Debit Saluran

$V$  = Kecepatan Saluran

$A$  = Luas Penampang basah

$R$  = Jari-jari hidroilis =  $A/P$

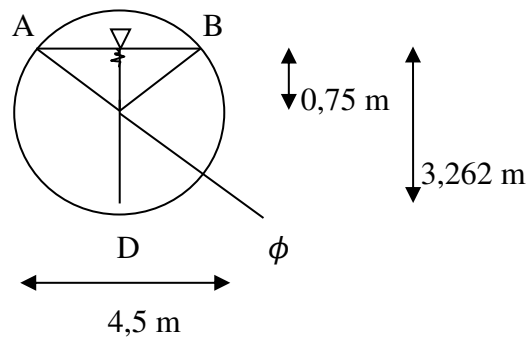
$N$  = Koefisien kekasaran manning

$S_o$  = Kemiringan Dasar saluran

Koefisien Kekasaran Manning bisa dilihat dari kehalusan permukaan, makin halus permukaan maka makin kecil nilai koefisien Manning. Dari macam-macam jenis saluran, baik berupa saluran tanah.

Besarnya koefisien Manning atau nilai  $n$  dapat dilihat pada Lampiran 6.

## 1. Saluran berbentuk lingkaran atau gorong-gorong



Saluran bentuk lingkaran dengan rumus, yaitu :

$$d = 0,80 \times D$$

$$A = L \text{ segitiga } AOB + L \text{ AOB } D$$

$$P = \pi \cdot D \cdot \frac{360^\circ - 146,06^\circ}{360^\circ}$$

Keterangan:

D = tinggi saluran yang tergenang air (m)

A = Luas penampang basah ( $\text{m}^2$ )

P = Keliling Basah (m)

R = Jari-jari Hidrolik (m)

**Tabel. 2.4. Unsur-unsur Geometris Penampang Saluran**

Penampang	Luas A	Keliling basah O	Jari-jari hidrolik R	Lebar puncak T	Kedalaman hidrolik D	Faktor penampang Z
 Persegi Panjang	$Bh$	$B+2h$	$\frac{Bh}{B+2h}$	B	h	$Bh^{1,5}$
 Trapezium	$(B+zh)h$	$B+2h\sqrt{1+z^2}$	$\frac{(B+zh)h}{B+2h\sqrt{1+z^2}}$	$B+2zh$	$\frac{(B+zh)h}{B+2zh}$	$\frac{[(B+zh)h]^{1,5}}{\sqrt{B+2zh}}$
 Segi tiga	$zh^2$	$2h\sqrt{1+z^2}$	$\frac{zh}{2\sqrt{1+z^2}}$	2zh	$\frac{1}{2}h$	$\frac{\sqrt{2}}{2}zh^{2,5}$
 Lingkaran	$\frac{1}{2}(\theta - \sin\theta)d_0^2$	$\frac{1}{2}\theta d_0$	$\frac{1}{4}(1 - \frac{\sin\theta}{\theta})d_0$	$\frac{(\sin \frac{1}{2}\theta)d_0}{2\sqrt{h(d_0-h)}}$	$\frac{1}{8}(\frac{\theta - \sin\theta}{\sin \frac{1}{2}\theta})d_0$	$\frac{\sqrt{2}(\theta - \sin\theta)^{1,5}}{32(\sin \frac{1}{2}\theta)^{0,5}}d_0^{2,5}$

Sumber: Ven Te Chow (1997)

## 2.2 Penelitian Relevan

Untuk mendukung penelitian ini, berikut dikemukakan hasil penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini :

1. Judul Penelitian : **“Analisa Perbandingan Debit Banjir Rancangan Dengan Menggunakan Hidrograf Satuan Sintetis Gama-I Dan Nakayasu Pada Kompleks Pu Pasar Jumat Jakarta Selatan ”**

Penulis : Raditya Yuniarti (2004)/ Universitas Islam Indonesia

Hasil Penelitian: Dari uraian hasil analisis dan pembahasan dapat ditarik beberapa kesimpulan. Kesimpulan pertama adalah pada analisis distribusi probabilitas hampir menghasilkan kesesuaian pada nilai Cs dan Ck yang diisyaratkan kecuali pada metode Gumbel. Maka dipilih metode Log Pearson Tipe III . karena yang paling lebih mendekati dengan syarat, dimana nilai Ck = 0,207, dan Cs = 2,826. Kesimpulan kedua, dengan melakukan uji distribusi probabilitas  $\chi^2$  terhadap Metode Log Pearson Type III masih memenuhi syarat karena  $\chi^2 < \chi^2_{cr}$ , yaitu  $\chi^2_{0,05} = 5,991$ , dan  $\chi^2_{0,01} = 9,210$  mm, sedangkan  $\chi^2_{cr} = 5,991$ . Sehingga tingkat kepercayaan data masih memenuhi syarat. Perhitungan debit banjir menggunakan metode HSS lebih tepat digunakan untuk perencanaan bangunan air karena diagram HSS Nakayasu memberikan gambaran mengenai debit ketika awal hujan, saat banjir dan berakhir banjir. Pada perhitungan debit banjir rancangan pada daerah wilayah Kompleks PU Ps Jumat Jakarta Selatan yang memiliki luas 257,53 ha atau 2,5753 km diketahui hasil perhitungan metode Nakayashu lebih mendekati pada debit rancangan yang terdahulu dan curah hujan rancangan dapat diterima dalam menghitung debit banjir.



2. Judul Penelitian : **“Analisis Curah hujan untuk pendugaan debit puncak dengan metode rasional pada DAS Belawan Kabupaten Deli Serdang”**

Penulis : Febrina Girsang (2007)/Universitas Sumatera Utara

Hasil Penelitian : Hujan adalah komponen masukan penting dalam proses hidrologi. Karakteristik hujan diantaranya intensitas, durasi, kedalaman dan frekuensi. Intensitas yang berhubungan dengan durasi dan frekuensi dapat diekspresikan dengan kurva *Intensity-Duration-Frequency (IDF)*. Kurva IDF digunakan untuk menghitung debit puncak dengan metode rasional. Dalam kurva IDF, kedalaman curah hujan harian dihitung dengan analisis frekuensi, dimulai dengan menghitung curah hujan maksimum harian, dalam hal ini ada 3 stasiun yang diamati pada DAS Belawan. Kemudian dilanjutkan dengan menghitung parameter statistik dan memilih jenis distribusi yang sesuai. Intensitas dapat dihitung dengan menggunakan metode Mononobe, sementara nilai koefisien limpasan diperoleh dari nilai jenis tata guna lahan yang ada pada DAS Belawan.

3. Judul Penelitian : **“Analisis Debit Banjir Rancangan Dan Kapasitas Tampang Sungai Kali Gendol Antara Plumbon Sampai Kejambon”**

Penulis : Irfan Syakuri (2011)/Universitas Islam Indonesia

Hasil Penelitian : Hasil dari pengumpulan data curah hujan yang meliputi stasiun Batur, Sorasan dan Ngemplak dengan peta topografi dengan skala 1:25000 dihasilkan bobot Thiessen pada tabel 1.1 Bobot Poligon Thiessen DAS Kali Gendol. Selanjutnya penentuan besar data curah hujan pada tanggal dan tahun yang sama dapat dihitung hujan kawasan harian maksimum tahunan pada tabel 1.2. Perhitungan hujan rancangan diperlukan parameter statistik

untuk menentukan pemilihan sebaran, hasil menunjukkan bahwa ketiga hilir yaitu daerah Plumbon, Pajangan dan Kejmbon menggunakan metode sebaran Log Pearson Type III. Perhitungan nilai intensitas hujan mempengaruhi besarnya debit banjir rancangan, nilai waktu konsentrasi ( $t_c$ ) menggunakan rumus Kirpich maka dengan menggunakan rumus Dr. Monobe didapatkan nilai intensitas , waktu konsentrasi ( $t$ ), koefisien limpasan air hujan, dan koefisien pengurangan luas daerah hujan dihasilkan nilai debit banjir rancangan. Perhitungan debit banjir digunakan menggunakan rumus empiris yaitu dengan metode nakayashu sehingga didapatkan hasil debit banjir rancangan metode hidrograf. Hasil pebandingan antara debit banjir rancangan dengan kapasitas tampung DAS Kali Gendol dapat disimpulkan bahwa, kapasitas tampang sungai Gendol khususnya daerah Plumbon, Pajangan, dan Kejamboan masih dapat menampung debit banjir rancangan sampai dengan kala ulang 200 tahun. Kemungkinan terjadinya limpasan dikarenakan debit banjir rancangan melebihi kala ulang 200 tahun.

### **2.3 Kerangka Berpikir**

Penyebab banjir disebabkan oleh beberapa peristiwa, diantaranya peristiwa banjir yang terjadi karena limpasan air banjir dari sungai, atau debit air sungai lebih besar dari kapasitas alur sungai yang ada, sehingga menyebabkan banjir. Sungai Ciliwung adalah salah satu sungai yang melewati Kota Jakarta, dengan muara di Kanal Banjir Barat. Sejalan dengan perkembangan permukiman di Wilayah Jabodetabek, terjadi perubahan daerah tangkapan Kali Ciliwung yang semula dapat menyerap air hujan (infiltrasi), akibat pesatnya pembangunan

perumahan berubah menjadi aliran permukaan (*runoff*) yang pada akhirnya membebani daya tampung sungai. Akibatnya aliran sungai yang tadinya kecil semakin lama menjadi semakin besar, dan pada lokasi-lokasi tertentu terjadi luapan-luapan genangan sebagai akibat tidak tertampungnya *runoff* yang semakin membesar. Kondisi ini mengakibatkan terjadinya banjir pada lokasi tertentu, yang pada umumnya adalah daerah permukiman.

Upaya yang dilakukan untuk mengatasi masalah ini salah satunya yaitu dibangun Sudetan atau terowongan air sepanjang 1.27 km yang mengalirkan sebagian air dari sungai Ciliwung menuju Kanal Banjir Timur. Terowongan air tersebut dapat mengalirkan air melalui pipa saluran di bawah tanah. Lokasi kegiatan ini berada di Wilayah administrasi Jakarta Timur, Kecamatan Jatinegara meliputi Kelurahan Bidara Cina, Cipinang Cempedak, Cipinang Besar Selatan dan Cawang. Lokasi trase floodway dimulai dari inlet di Sungai Ciliwung menuju Jl. Sensus Bidara Cina dilanjutkan ke Jl. Otista 3 dan outlet di Sungai Cipinang dan tujuan akhirnya adalah Kanal Banjir Timur

Penelitian ini dilaksanakan sebagai upaya untuk mengetahui fungsi Sudetan Sungai Ciliwung menuju Kanal Banjir Timur sebagai pengendali banjir. Penulis mencoba menganalisis debit banjir Sungai Ciliwung dan kapasitas tampung Sudetan untuk mengetahui apakah Sudetan tersebut dapat mengurangi banjir yang terdapat pada daerah Kampung Pulo dan Bidara Cina. Dengan adanya Sudetan tersebut, berapa persenkah pengurangan banjir yang terjadi pada Wilayah Bidara Cina dan Kampung Pulo tersebut, yang nantinya banjir akan dialirkan melalui Sudetan menuju Kanal Banjir Timur (KBT) sehingga diketahui efektifitas Sudetan sebagai pengendali banjir.

## **BAB III**

### **METODOLOGI PENELITIAN**

#### **3.1 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah untuk mengetahui berapakah debit banjir rencana yang akan dipindahkan untuk sudetan sungai Ciliwung Banjir Kanal Timur dan berapa pengurangan debit banjir yang terjadi pada daerah Bidara Cina setelah adanya Sudetan. Penelitian dilakukan dengan cara menghitung debit banjir rencana pada periode ulang 2 sampai 100 tahunan dan menghitung penampang basah sungai Ciliwung daerah Kampung Pulo Bidara Cina.

#### **3.2 Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilakukan di Sudetan Sungai Ciliwung yang terletak di Kp.Melayu Bidara Cina Jakarta Timur dan Kebon Nanas Cipinang Jakarta Timur. Waktu penelitian dilakukan pada bulan Mei hingga Juni 2015.

#### **3.3 Metode Penelitian**

Metode yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah metode perencanaan yaitu penelitian yang membahas hal-hal tentang kajian, melakukan perhitungan kembali yang dalam hal ini adalah untuk mengetahui debit banjir rencana Sungai Ciliwung dan debit banjir yang akan di pindahkan ke Sudetan Sungai Ciliwung dan berapakah pengurangan banjir yang terjadi pada daerah Kampung Pulo Bidara

Cina setelah adanya Sudetan. Perhitungan debit banjir dilakukan dengan metode Hidograf Satuan Sintesis GAMA I, karena data yang tersedia adalah parameter hujan dan karakteristik DAS sesuai dengan pedoman yang ditetapkan oleh Departemen Pekerjaan Umum mengenai metode perhitungan debit banjir dalam SNI 03-2415-1991 (Metode perhitungan debit banjir). Proses pengerjaan penelitian ini dalam perhitungannya menggunakan bantuan program komputer *Microsoft Excel*.

### **3.4 Teknik Pengumpulan Data**

Dalam pengumpulan data yang diperlukan, penulis mendapatkan data sekunder berupa daerah aliran sungai, Laporan Akhir Sudetan Ciliwung menuju Kanal Banjir Timur, data hidrologi berupa curah hujan. Data-data tersebut di dapatkan dari Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane (BBWSCC), dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG).

#### **3.4.1 Pengumpulan Data**

Sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data, maka diperlukan tahap persiapan dengan kegiatan sebagai berikut.

Tahap persiapan meliputi kegiatan - kegiatan berikut :

1. Studi pustaka terhadap materi untuk menentukan garis besarnya.
2. Mengidentifikasi data-data yang diperlukan
3. Menentukan instansi terkait yang dapat dijadikan narasumber.

4. Membuat perijinan penelitian,
5. Survey lokasi untuk mendapatkan gambaran umum kondisi sebenarnya.

### **3.4.2 Metode Pengumpulan Data**

Dalam perencanaan ini penulis menggunakan beberapa metode pengumpulan data yang dilakukan, yaitu dengan cara:

a. **Kepustakaan**

Kepustakaan data perencanaan didapatkan dengan cara mengumpulkan berbagai data yang berasal dari literature, jurnal, dokumen, mengolah data tertulis, buku-buku referensi atau buku-buku sumber yang mempunyai hubungannya dengan objek kajian.

b. **Metode Observasi**

Metode observasi yang dimaksud adalah suatu cara pengumpulan data, dengan melakukan pengamatan langsung ke lokasi untuk mengetahui kondisi sebenarnya dilapangan, yaitu dengan cara mengumpulkan data primer dan data sekunder antara lain:

1. Data curah hujan bulanan dengan periode 10 tahun dari 3 stasiun hujan yaitu stasiun hujan Gunung Mas, Fakultas Teknik UI, dan Halim Perdana Kusuma, data tersebut didapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan Balai Besar Wilayah Ciliwung Cisadane (BBWSCC)
2. Data teknis Sungai Ciliwung dan Sudetan dari Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane (BBWSCC)
3. Data Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Ciliwung

### 3.5 Analisis Perencanaan

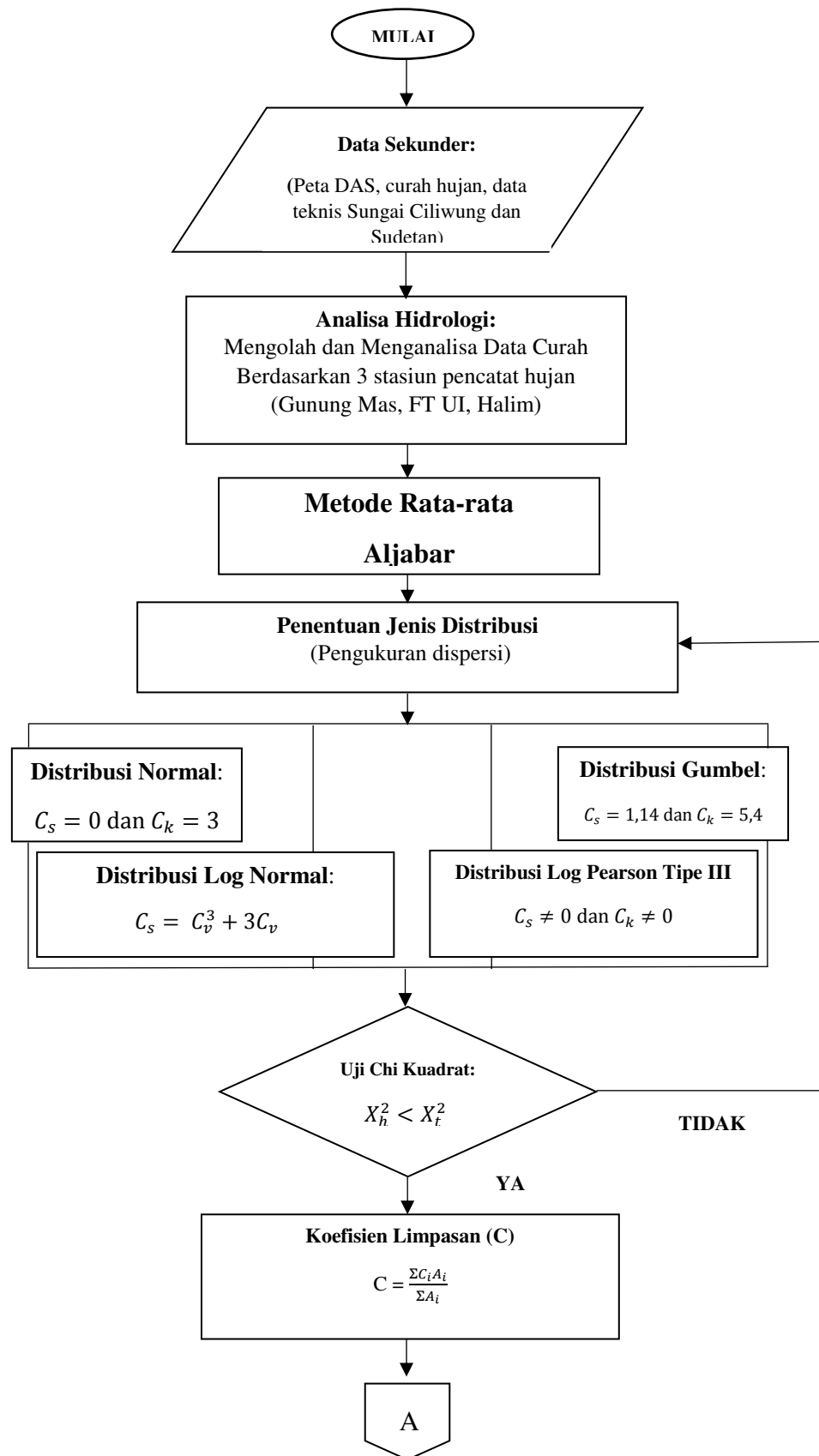
Setelah seluruh data yang diperlukan didapat, maka penulis membuat prosedur penelitian yaitu sebagai berikut:

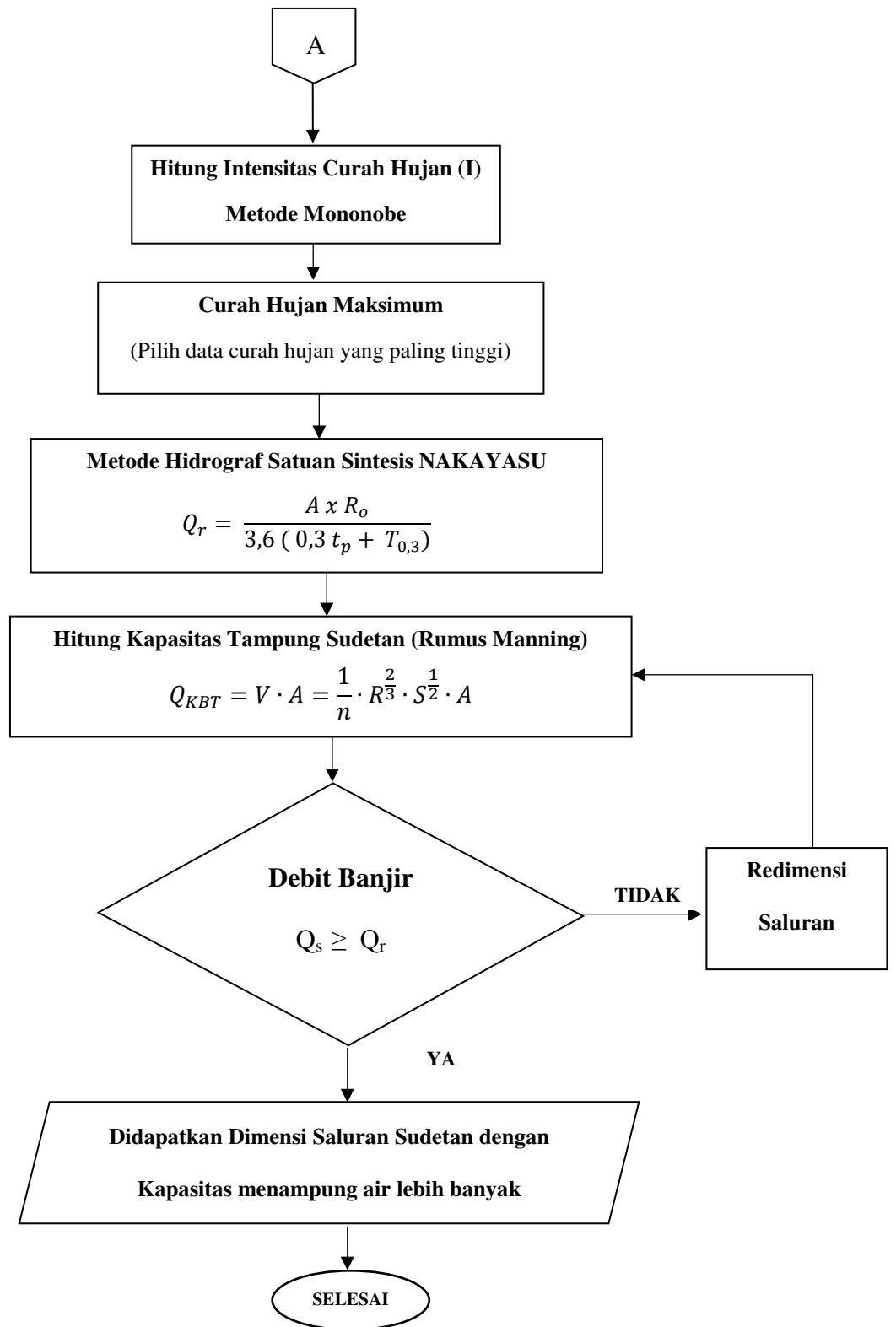
1. Mengumpulkan data penelitian sebagai berikut: data hidrologi yang berupa data curah hujan bulanan dengan periode 10 tahun yang didapat dari 3 stasiun pencatat hujan, kemudian data teknis dari Sungai Ciliwung.
2. Perhitungan curah hujan daerah berdasarkan beberapa titik pengamatan curah hujan dengan menggunakan metode rata-rata aljabar. Metode ini dipilih karena DAS Sungai Ciliwung termasuk kedalam kategori DAS kecil ( $<500 \text{ km}^2$ ).
3. Penentuan jenis distribusi dengan melakukan pengukuran dispersi terhadap 4 metode distribusi yaitu Distribusi Normal, Log Normal, Log Pearson Type III dan Gumbel.
4. Dari 4 metode distribusi tersebut yang lolos parameter pengukuran dispersi kemudian diuji menggunakan uji Chi-kuadrat yang bertujuan untuk mengetahui kecocokan distribusi tersebut.
5. Menghitung Koefisien Limpasan (C)
6. Menghitung waktu konsentrasi ( $t_c$ )
7. Menghitung Intensitas Hujan (I)
8. Menghitung Intensitas curah hujan dengan Metode Mononobe
9. Perhitungan analisa debit banjir rencana dengan metode Nakayasu.
10. Menghitung dan menganalisis kapasitas saluran dengan menggunakan rumus Manning.
11. Membandingkan ( $Q_p \leq Q_s$ )

12. Membandingkan  $Q_p$  perhitungan penulis dengan Laporan Akhir Sudetan Sungai Ciliwung ( $Q_p \geq Q_p'$ )
13. Melakukan redimensi pada Sudetan apabila hasil yang didapat masih menyebabkan banjir.



### 3.6 Diagram Alur Penelitian





**Gambar 3.1 Diagram Alir Perancangan**

## BAB IV

### ANALISA DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Deskripsi Data

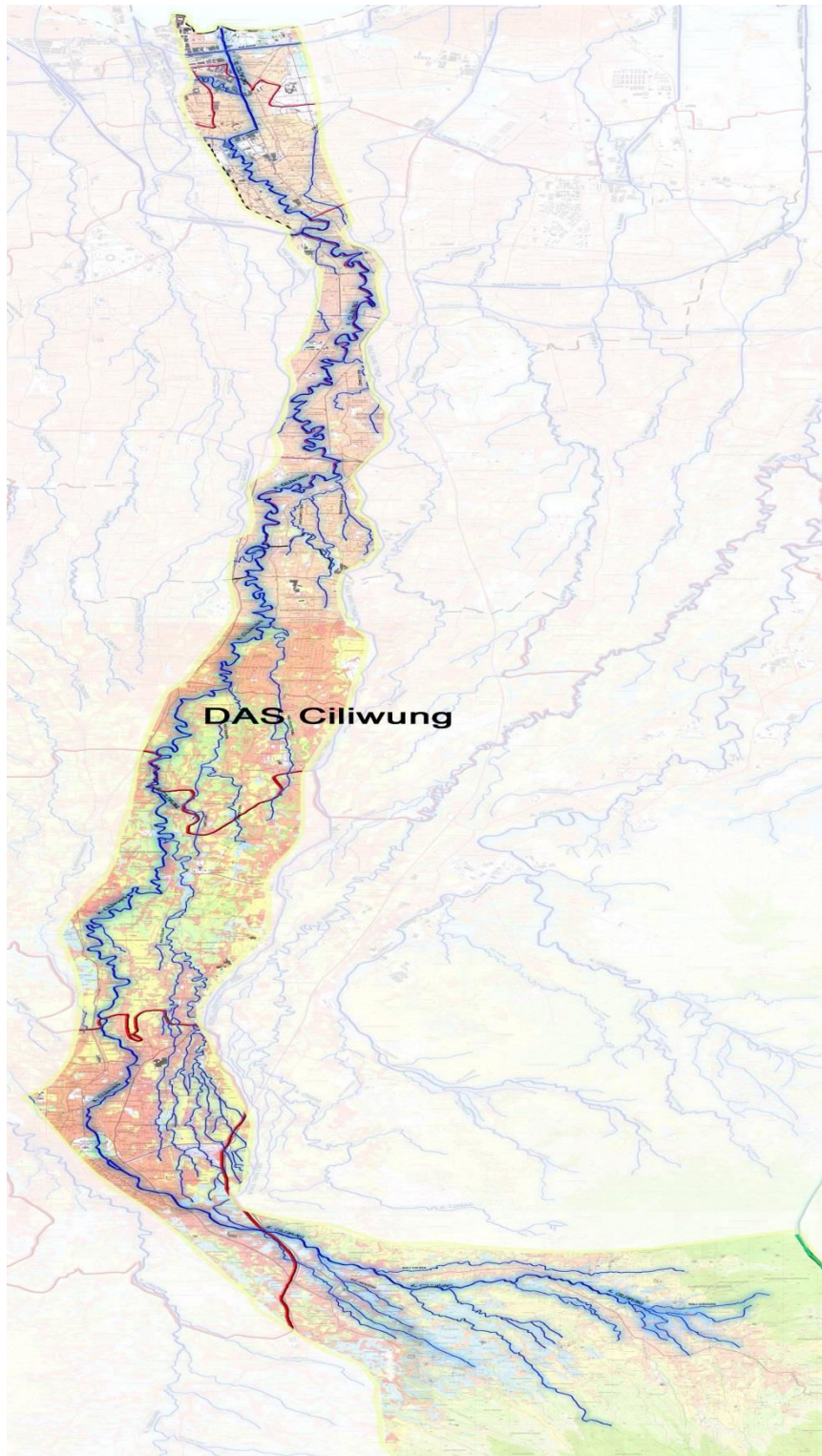
##### 4.1.1 Letak Geografis dan Data Lokasi

Sungai Ciliwung adalah salah satu sungai yang melewati wilayah administratif DKI Jakarta, Kota Depok, Kota Bogor dan Kabupaten Bogor, yang bermuara di Banjir Kanal Barat (BKB) menuju ke Laut Jawa. Secara Geografis lokasi pekerjaan terletak di DKI Jakarta pada  $6^{\circ}12'15.84''$  Lintang Selatan (LS) dan  $106^{\circ}48'55.38''$  Bujur Timur (BT). Terjadi perubahan daerah tangkapan Sungai Ciliwung yang semula dapat menyerap air hujan (infiltrasi), akibat pesatnya pembangunan perumahan berubah menjadi aliran permukaan (*runoff*) yang pada akhirnya membebani daya tampung sungai. Akibatnya aliran sungai yang tadinya kecil semakin lama menjadi semakin besar, dan pada lokasi-lokasi tertentu terjadi luapan-luapan genangan sebagai akibat tidak tertampungnya *runoff* yang semakin membesar. Kondisi ini mengakibatkan terjadinya banjir pada lokasi tertentu, yang pada umumnya adalah daerah permukiman.

Data teknis Sungai Ciliwung ialah sebagai berikut (Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane) :

1. Luas Daerah Aliran Sungai (DAS) : 262,1 km<sup>2</sup>
2. Panjang Sungai Utama : 109 km
3. Kemiringan Rata-Rata : 0,0143 m/m
4. Elevasi Min : 6.3 m dpl

Batas *catchment area* DAS Ciliwung dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



**Gambar 4.1 DAS Ciliwung**

*Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane*

Permasalahan banjir yang terjadi di wilayah Kampung Melayu dan Bidara Cina merupakan salah satu akibat meluapnya air sungai pada Sungai Ciliwung yang melewati daerah tersebut. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi masalah ini salah satunya yaitu dibangun Sudetan atau terowongan air sepanjang 1.27 km yang mengalirkan sebagian air dari sungai Ciliwung menuju Kanal Banjir Timur. Terowongan air tersebut dapat mengalirkan air melalui pipa saluran di bawah tanah. Sudetan atau terowongan air ini di harapkan dapat mengurangi ataupun menanggulangi resiko banjir yang terjadi di Sungai Ciliwung, khususnya di wilayah Kampung Pulo dan Bidara Cina. Lokasi kegiatan ini berada di Wilayah administrasi Jakarta Timur, Kecamatan Jatinegara meliputi Kelurahan Bidara Cina, Cipinang Cempedak, Cipinang Besar Selatan dan Cawang.

Data teknis Sudetan ialah sebagai berikut (Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane) :

1. Panjang Sudetan Utama : 1,27 km
2. Diameter Dalam Pipa : 3,5 m
3. Diameter Luar Pipa : 4,05 m
4. Panjang Pipa : 2,5 m/pipa

Lokasi trase *floodway* dimulai dari *inlet* di Sungai Ciliwung menuju Jl. Sensus Bidara Cina dilanjutkan ke Jl. Otista 3 dan *outlet* di Sungai Cipinang dan tujuan akhirnya adalah Kanal Banjir Timur (KBT).



**Gambar 4.2 Lokasi Sudetan**

(Sumber : Balai Besar Sungai Ciliwung-Cisadane)

## 4.2 Analisis Curah Hujan

### 4.2.1 Curah Hujan Bulanan Maksimum

Menganalisa curah hujan rencana dan debit rencana pada DAS Sungai Ciliwung diperlukan data curah hujan bulanan dari beberapa stasiun penakar hujan terdekat. Untuk penelitian ini data curah hujan yang digunakan diperoleh dari BMKG Kemayoran Jakarta dan Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane (BBWSCC). Data yang digunakan merupakan data curah hujan bulanan selama 10 tahun terakhir (2005 – 2014), dan stasiun hujan yang digunakan adalah stasiun hujan Gunung Mas, Fakultas Teknik UI, dan Halim.

Data curah hujan yang didapatkan dari BMKG adalah kumpulan data-data hujan harian yang diperinci setiap harinya. Dari data-data harian tiap bulan dipilih yang paling maksimum untuk dijadikan sebagai curah hujan bulanan. Setelah didapat curah hujan bulanan pada tiap bulannya maka dapat memilih data yang

paling maksimum dari tiap bulannya tersebut untuk dijadikan curah hujan tahunan. Curah hujan tahunan inilah yang dipakai untuk perhitungan selanjutnya.

Berikut ini ialah data curah hujan maksimum bulanan pada 3 stasiun pencatat hujan yang digunakan.

**Tabel 4.1** Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Gunung Mas

Tahun	Bulan												Maks (tahunan)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	
2005	157	98	60	53	72	53	62	63	48	58	50	41	157
2006	127	92	26	56	43	24	18	12	27	30	15	37	127
2007	82	156	56	33	22	18	12	21	13	30	35	32	156
2008	70	82	105	47	94	105	25	50	48	30	47	36	105
2009	152	129	84	52	45	28	19	2	4	27	36	57	152
2010	59	106	49	30	105	74	53	42	76	55	40	52	106
2011	115	24	34	55	50	58	24	29	13	45	61	73	115
2012	37	56	80	44	55	20	13	1	15	54	60	80	80
2013	120	92	50	44	60	30	87	40	35	41	28	70	120
2014	120	90	31	79	37	18	42	65	20	64	65	72	120
Maks (bulanan)	157	156	105	79	105	105	87	65	76	64	65	80	

**Tabel 4.2** Data Curah Hujan Maksimum Harian Stasiun Fakultas Teknik UI

Tahun	Bulan												Maks (tahunan)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	
2005	72	93	88	26	51	95	91	74	30	46	27	23	95
2006	46	55	39	94	44	60	31	23	10	24	77	64	94
2007	64	157	69	54	33	43	11	44	43	109	131	71	157
2008	58	66	86	47	43	24	16	64	62	38	97	152	152
2009	57	63	137	81	95	75	108	15	47	104	103	65	137
2010	29	109	61	12	35	75	35	41	80	38	62	38	109
2011	59	69	36	94	76	38	45	21	54	102	105	118	118
2012	70	63	129	89	88	95	76	6	33	55	82	95	129
2013	145	52	34	102	79	62	77	53	72	81	34	74	102
2014	145	126	77	62	118	76	145	71	12	68	152	97	152
Maks (bulanan)	157	157	137	102	118	95	145	74	80	109	152	152	157

Sumber : Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane(BBWSC)

**Tabel 4.3** Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Halim Perdana Kusuma

Tahun	Bulan												Maks (tahunan)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	
2005	357	256	319	101	150	244	182	66	218	85	116	231	357
2006	294	348	381	322	272	54	45	0	1	12	46	336	381
2007	275	1081	51	311	53	1	322	65	27	168	126	534	1081
2008	273	547	264	386	107	108	45	68	61	79	228	149	547
2009	389	382	193	272	280	58	46	226	64	64	263	294	389
2010	403	270	151	109	275	142	84	137	347	519	245	177	519
2011	130	614	97	73	227	48	12	0	10	73	263	110	614
2012	561	250	254	156	98	93	1	0	(--)	99	269	364	561
2013	678	283	235	260	271	119	166	28	28	85	387	456	678
2014	855	456	348	232	182	158	197	24	24	0	340	344	855
<b>Maks (bulanan)</b>	855	1081	381	386	280	244	322	226	347	519	387	534	1081

Sumber : Pusat Data BMKG Kemayoran

Keterangan:

- \*) Angka dalam tabel satuan mm.
- (0) = data curah hujan tidak ada / tidak terjadi hujan pada bulan tersebut
- (-) = data curah hujan yang hilang pada bulan tersebut

#### 4.2.2 Curah Hujan Tahunan Daerah

Sebelum menentukan curah hujan tahunan daerah, sebelumnya perlu dilakukan kelengkapan data curah hujan dari 3 stasiun yang sudah ditentukan sebelumnya yaitu stasiun Gunung Mas Bogor, stasiun hujan Fakultas Teknik UI dan stasiun hujan Halim Perdana Kusuma. Untuk melengkapi data curah hujan yang hilang, maka dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus Metode Normal Ratio, yaitu :

$$r_x = \frac{1}{n} \left[ \frac{R_x}{R_A} \times r_A + \frac{R_x}{R_B} \times r_B \right]$$



Keterangan :

$r_x$  = Curah hujan yang belum diketahui

n = 3 pos pengamatan

#### 4.2.2.1 Melengkapi Data Curah Hujan Yang Hilang

##### a. Stasiun Halim Perdana Kusuma

SEPTEMBER 2012			
	Halim Perdana (A)	Gunung Mas (B)	Fakultas Teknik UI (C)
R	195 mm	42,92 mm	72,50 mm
r	-	15 mm	33 mm

$$r_{Halim\ Perdana} = \frac{1}{3} \left[ \left( \frac{R_{halim}}{R_{Gunung\ Mas}} \times R_{Gunung\ Mas} \right) + \left( \frac{R_{halim}}{R_{FT\ UI}} \times R_{FT\ UI} \right) \right]$$

$$r_{Halim\ Perdana} = \frac{1}{3} \left[ \left( \frac{195}{42,92} \times 15 \right) + \left( \frac{195}{72,50} \times 33 \right) \right]$$

$$r_{Halim\ Perdana} = 52,30\ mm$$

Setelah dihitung nilai curah hujan yang hilang atau kosong, maka masukkan kembali ke dalam tabel data curah hujan sesuai dengan stasiunnya.

**Tabel 4.4** Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Halim Perdana Kusuma

Tahun	Bulan												Maks (tahunan)
	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sept	Okt	Nov	Des	
2005	357	256	319	101	150	244	182	66	218	85	116	231	357
2006	294	348	381	322	272	54	45	0	1	12	46	336	381
2007	275	1081	51	311	53	1	322	65	27	168	126	534	1081
2008	273	547	264	386	107	108	45	68	61	79	228	149	547
2009	389	382	193	272	280	58	46	226	64	64	263	294	389
2010	403	270	151	109	275	142	84	137	347	519	245	177	519
2011	130	614	97	73	227	48	12	0	10	73	263	110	614
2012	561	250	254	156	98	93	1	0	<b>52,30</b>	99	269	364	561
2013	678	283	235	260	271	119	166	28	28	85	387	456	678
2014	855	456	348	232	182	158	197	24	24	0	340	344	855
Maks (bulanan)	855	1081	381	386	280	244	322	226	347	519	387	534	1081

Sumber : Perhitungan

Oleh karena data hujan yang diperoleh merupakan hujan titik dari stasiun hujan maka harus dianalisa untuk menjadi hujan daerah dengan mempertimbangkan data dari ketiga stasiun hujan tersebut. Analisa dilakukan dengan menggunakan metode rata-rata aljabar. Metode ini biasanya digunakan untuk daerah yang datar, dengan jumlah pos curah, hujan yang cukup banyak dan dengan anggapan bahwa curah hujan di daerah tersebut cenderung bersifat seragam (*uniform distribution*).

Hujan kawasan diperoleh dari persamaan (Suripin, 2004, hal: 27):

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 \dots + P_n}{n}$$

Keterangan:

- P = Curah hujan tercatat (mm)  
 P<sub>1</sub>, ..., P<sub>n</sub> = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)  
 n = Jumlah stasiun pengukuran

Contoh perhitungan curah hujan maksimum menggunakan metode rata-rata aljabar sebagai berikut:

$$P_{2005} = \frac{157 + 95 + 357}{3} = 203 \text{ mm}$$

Perhitungan selengkapnya curah hujan maksimum dengan menggunakan metode rata-rata aljabar dapat dilihat pada tabel di lembar berikutnya :

Tabel 4.5 Data Curah Hujan Maksimum Tahunan (2005-2014)

<b>Tahun</b>	<b>Stasiun Halim Perdana Kusuma</b>	<b>Stasiun Gunung Mas</b>	<b>Stasiun Fakultas Teknik UI</b>	<b>P rencana (mm)</b>
<b>2005</b>	357	157	95	203.00
<b>2006</b>	381	127	94	200.67
<b>2007</b>	1081	156	157	464.67
<b>2008</b>	547	105	152	268.00
<b>2009</b>	389	152	137	226.00
<b>2010</b>	519	106	109	244.67
<b>2011</b>	614	115	118	282.33
<b>2012</b>	561	80	129	256.67
<b>2013</b>	678	120	102	300.00
<b>2014</b>	855	120	152	375.67
			$\Sigma$	2821.67

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.6 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan (Januari-Desember)

<b>Bulan</b>	<b>Stasiun Halim Perdana Kusuma</b>	<b>Stasiun Gunung Mas</b>	<b>Stasiun Fakultas Teknik UI</b>	<b>P rencana (mm)</b>
<b>Januari</b>	855	157	145	385.67
<b>Februari</b>	1081	156	157	464.67
<b>Maret</b>	381	105	137	207.67
<b>April</b>	386	79	102	189.00
<b>Mei</b>	280	105	118	167.67
<b>Juni</b>	244	105	95	148.00
<b>Juli</b>	322	87	145	184.67
<b>Agustus</b>	226	65	74	121.67
<b>September</b>	347	76	80	167.67
<b>Oktober</b>	519	64	109	230.67
<b>November</b>	387	65	152	201.33
<b>Desember</b>	534	80	152	255.33
			$\Sigma$	2724

Sumber : Perhitungan

#### 4.2.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Data curah hujan yang tersedia pada kajian ini adalah selama 10 tahun pengamatan, yang merupakan data curah hujan maksimum rata-rata di 3 stasiun

penakar hujan dalam rentang tahun tersebut, yaitu pada tahun 2005 sampai dengan tahun 2014.

Data curah hujan maksimum dari ketiga stasiun penakar hujan disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4.7 Data Curah Hujan Harian Maksimum Rata-Rata

<b>Tahun</b>	<b>Stasiun Halim Perdana Kusuma (mm)</b>	<b>Stasiun Gunung Mas (mm)</b>	<b>Stasiun Fakultas Teknik UI (mm)</b>	<b>P rencana (mm)</b>
<b>2005</b>	357	157	95	203.00
<b>2006</b>	381	127	94	200.67
<b>2007</b>	1081	156	157	464.67
<b>2008</b>	547	105	152	268.00
<b>2009</b>	389	152	137	226.00
<b>2010</b>	519	106	109	244.67
<b>2011</b>	614	115	118	282.33
<b>2012</b>	561	80	129	256.67
<b>2013</b>	678	120	102	300.00
<b>2014</b>	855	120	152	375.67
			$\Sigma$	

Sumber : Perhitungan

Tabel 4.8 Curah Hujan Harian Rata-Rata Maksimum Setelah diurutkan

<b>No.</b>	<b>Tahun</b>	<b>Curah Hujan (mm)</b>
<b>1</b>	2007	464.67
<b>2</b>	2014	375.67
<b>3</b>	2013	300.00
<b>4</b>	2011	282.33
<b>5</b>	2008	268.00
<b>6</b>	2012	256.67
<b>7</b>	2010	244.67
<b>8</b>	2009	226.00
<b>9</b>	2005	203.00
<b>10</b>	2006	200.67

Sumber : Perhitungan

### 4.3 Analisis Dsitribusi Curah Hujan

Dari hasil perhitungan curah hujan maksimum tahunan dengan metode rata-rata aljabar di atas perlu ditentukan kemungkinan terulangnya curah hujan maksimum harian guna menentukan debit banjir rencana. Untuk penentuan curah hujan yang akan dipakai dalam menghitung besarnya debit banjir rencana berdasarkan analisa distribusi curah hujan, awalnya dengan pengukuran dispersi dilanjutkan pengukuran dispersi dengan logaritma untuk menentukan jenis distribusi yang digunakan dan kemudian pengujian kecocokan sebaran dengan menggunakan uji chi-kuadrat.

#### 4.3.1 Penentuan Jenis Distribusi

##### 4.3.1.1 Distribusi Normal

Tabel 4.9 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Normal

NO	TAHUN	HUJAN MAKSIMUM				
		Xi (mm)	(Xi-X)	(Xi-Xrt) <sup>2</sup>	(Xi-Xrt) <sup>3</sup>	(Xi-Xrt) <sup>4</sup>
1	2004	464.67	182.50	33306.25	607890.63	1109306289.06
2	2005	375.67	93.50	8742.25	817400.38	76426935.06
3	2006	300.00	17.83	318.03	5671.50	101141.67
4	2007	282.33	0.17	0.03	0.00	0.00
5	2008	268.00	-14.17	200.69	-2843.17	40278.26
6	2009	256.67	-25.50	650.25	-16581.37	422825.06
7	2010	244.67	-37.50	1406.25	-52734.37	1977539.06
8	2011	226.00	-56.17	3154.69	-177188.67	9952097.04
9	2012	203.00	-79.17	6267.36	-496166.09	38279815.30
10	2013	200.67	-81.50	6642.25	-541343.37	44119485.06
<b>Jumlah</b>		2821.67	0.00	60688.06	5614605.44	1281626405.58
<b>Rata-rata (X)</b>		282.17				

Sumber: Perhitungan

Untuk mendapatkan parameter distribusi normal dibutuhkan beberapa analisis dari data curah hujan. Sehingga dapat dihitung parameter-parameter sebagai berikut :

- a. Nilai Rata-Rata Curah Hujan

$$\bar{x} = \frac{\Sigma x}{n} = \frac{2821.67}{10} = 282,167 \text{ mm}$$

- b. Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\Sigma(x - x_n)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{60688,06}{10 - 1}} = 82,1164 \text{ mm}$$

- c. Koefisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{82.1164}{282.167} = 0,291$$

- d. Koefisien *Skewness* (Cs)

$$C_s = \frac{n \Sigma(X_i - X_{rt})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{(10) \cdot (5614605,44)}{(10 - 1)(10 - 2)82,1164^3} = 1,408$$

- e. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n^2 \Sigma(X_i - X_{rt})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4} = \frac{10^2 \cdot 1281626405.58}{(10 - 1)(10 - 2)(10 - 3)82,1164^4} \\ = 5.59$$

Dengan memakai persamaan  $X_r = \bar{X} + K_T S$  dengan harga variabel reduksi Gauss. Dapat dihitung curah hujan dengan periode ulang tertentu, sebagai berikut:

1. Curah hujan untuk T = 2 Tahun

$$T_2 = 282,17 + 0 \cdot 82,1164 = 282,17 \text{ mm}$$

2. Curah hujan untuk T = 5 Tahun

$$T_5 = 282,17 + 0,84 \cdot 82,1164 = 351,14 \text{ mm}$$

3. Curah hujan untuk T = 10 Tahun

$$T_{10} = 282,17 + 1,28 \cdot 82,1164 = 387,27 \text{ mm}$$

4. Curah hujan untuk T = 25 Tahun

$$T_{25} = 282,17 + 1,71 \cdot 82,1164 = 422,58 \text{ mm}$$

5. Curah hujan untuk T = 50 Tahun

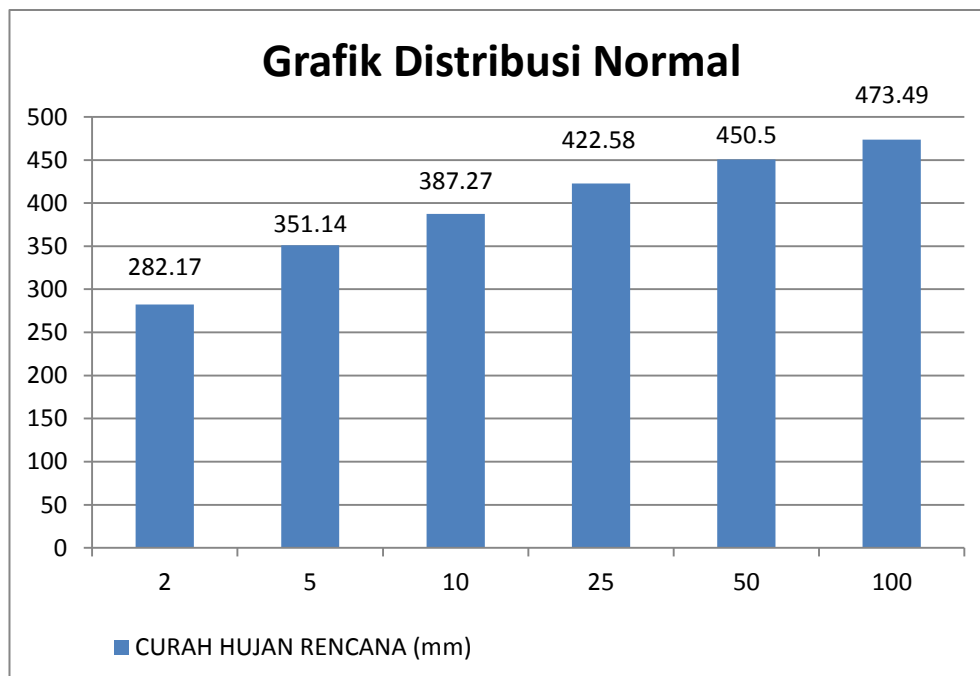
$$T_{50} = 282,17 + 2,05 \cdot 82,1164 = 450,50 \text{ mm}$$

6. Curah hujan untuk T = 100 Tahun

$$T_{100} = 282,17 + 2,33 \cdot 82,1164 = 473,49 \text{ mm}$$

Tabel 4.10 Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Normal

No.	Periode Ulang T (tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)
1	2	282,17
2	5	351,14
3	10	387,27
4	25	422,58
5	50	450,50
6	100	473,49



Gambar 4.3 Grafik Distribusi Normal

### 4.3.1.2 Distribusi Log Normal

Pada Distribusi Log Normal, hasil curah hujan maksimum dihitung dengan bentuk logaritma yang selanjutnya dimasukkan dalam tabel perhitungan, kemudian hasil logaritma tersebut dilanjutkan dalam menentukan nilai rata-rata curah hujan dan simpanan bakunya, sebagai berikut :

Tabel 4.11 Perhitungan Variabel Dispersi Log Normal

NO	TAHUN	HUJAN MAKSIMUM					
		DISTRIBUSI LOG NORMAL					
		Xi(mm)	Log Xi	(Log Xi- Log Xrt)	(Log Xi- Log Xrt) <sup>2</sup>	(Log Xi- Log Xrt) <sup>3</sup>	(Log Xi- Log Xrt) <sup>4</sup>
1	2007	464.67	2.6671	0.2314	0.05343	0.01235	0.00285
2	2014	375.67	2.5748	0.1388	0.0192	0.00267	0.00037
3	2013	300.00	2.4771	0.0411	0.0016	0.00007	0.00000
4	2011	282.33	2.4507	0.0147	0.0002	0.00000	0.00000
5	2009	268.00	2.4281	-0.0078	0.00006	0.00000	0.00000
6	2012	256.67	2.4093	-0.0266	0.00071	-0.00002	0.00000
7	2010	244.67	2.3885	-0.0474	0.00225	-0.00011	0.00001
8	2009	226.00	2.3541	-0.0818	0.00671	-0.00055	0.00004
9	2005	203.00	2.3074	-0.1285	0.01651	-0.00212	0.00027
10	2006	200.67	2.3024	-0.1335	0.01783	-0.00238	0.00032
<b>Jumlah</b>		2821.67	24.36	0.0000	0.11867	0.00992	0.00387
<b>Rata-rata (x)</b>		282.17	2.44				

Sumber: Perhitungan

- a. Nilai rata-rata curah hujan:

$$\text{Log } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \log Xi}{n} = \frac{24.36}{10} = 2.4350 \text{ mm}$$

$$\bar{X} = 10^{2.44} = 272,896$$

- b. Standard Deviasi (S)

$$S = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n \log xi - \log \bar{x}}{n - 1} \right] = 0.1148$$



c. Koefisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{S}{\text{Log } x} = \frac{0.1148}{2.44} = 0.047$$

d. Koefisien *Skewness* (Cs)

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X_{rt})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{(10)(0.00992)}{(10-1)(10-2)0.1148^3} = 0.911$$

e. Koefisien Kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - X_{rt})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{(10^2)(0.00387)}{(10-1)(10-2)(10-3)0.1148^4} = 4.421$$

Dengan memakai persamaan  $X_r = \bar{X} + K_T S$  dengan harga variabel reduksi

Gauss. Dapat dihitung curah hujan dengan periode ulang tertentu, sebagai berikut:

$$1. T_2 = 2,44 + 0 \cdot 0,1148 = 2,44$$

$$X_2 = 10^{2,44} = 272,897$$

$$2. T_2 = 2,44 + 0,84 \cdot 0,1148 = 2,53$$

$$X_2 = 10^{2,53} = 340,765$$

$$3. T_2 = 2,44 + 1,24 \cdot 0,1148 = 2,58$$

$$X_2 = 10^{2,58} = 382,806$$

$$4. T_2 = 2,44 + 1,71 \cdot 0,1148 = 2,63$$

$$X_2 = 10^{2,63} = 428,899$$

$$5. T_2 = 2,44 + 2,05 \cdot 0,1148 = 2,67$$

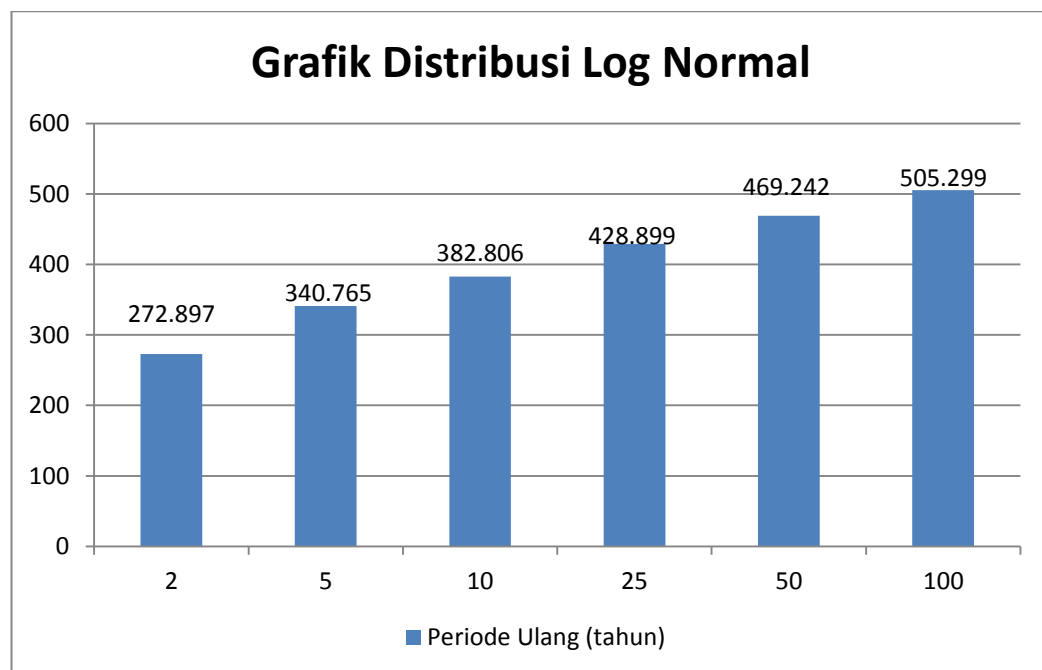
$$X_2 = 10^{2,67} = 469,242$$

$$6. T_2 = 2,44 + 2,33 \cdot 0,1148 = 2,70$$

$$X_2 = 10^{2,70} = 505,299$$

Tabel 4.12 Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Log Normal

No.	Periode Ulang T (tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)
1	2	272,897
2	5	340,765
3	10	382,806
4	25	428,899
5	50	469,242
6	100	505,299



Gambar 4.4 Grafik Distribusi Log Normal

### 4.3.1.3 Distribusi Log Pearson III

Tabel 4.13 Perhitungan Variabel Dispersi Log Pearson III

NO	TAHUN	HUJAN MAKSIMUM					
		Xi(mm)	Log Xi	(Log Xi- Log Xrt)	(Log Xi- Log Xrt) <sup>2</sup>	(Log Xi- Log Xrt) <sup>3</sup>	(Log Xi- Log Xrt) <sup>4</sup>
1	2007	464.67	2.6671	0.2314	0.05343	0.01235	0.00285
2	2014	375.67	2.5748	0.1388	0.0192	0.00267	0.00037
3	2013	300.00	2.4771	0.0411	0.0016	0.00007	0.00000
4	2011	282.33	2.4507	0.0147	0.0002	0.00000	0.00000
5	2009	268.00	2.4281	-0.0078	0.00006	0.00000	0.00000
6	2012	256.67	2.4093	-0.0266	0.00071	-0.00002	0.00000
7	2010	244.67	2.3885	-0.0474	0.00225	-0.00011	0.00001
8	2009	226.00	2.3541	-0.0818	0.00671	-0.00055	0.00004
9	2005	203.00	2.3074	-0.1285	0.01651	-0.00212	0.00027
10	2006	200.67	2.3024	-0.1335	0.01783	-0.00238	0.00032
<b>Jumlah</b>		2821.67	24.36	0.0000	0.11867	0.00992	0.00387
<b>Rata-rata (x)</b>		282.17	2.44				

Sumber : Perhitungan

- a. Nilai rata-rata curah hujan:

$$\text{Log } \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n \log Xi}{n} = \frac{24.36}{10} = 2.4350 \text{ mm}$$

$$\bar{X} = 10^{2.44} = 272,896$$

- b. Standard Deviasi (S)

$$S = \left[ \frac{\sum_{i=1}^n \log xi - \log \bar{x}}{n - 1} \right] = \left[ \frac{0.11867}{9} \right] 0.1148$$

- c. Koefisien Kemencengan G

$$G = \frac{\sum_{i=1}^n (\log xi - \log \bar{x})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{1.0231}{9 \times 8 \times 0.1148^3} = 0.9098$$

Berdasarkan Tabel 2.3 Nilai K untuk distribusi Log Pearson III pada Bab II, maka nilai K dapat ditentukan pada kolom kiri tersebut, lihat kemencengan (G)

pada baris atas untuk melihat periode ulang koefisien kemencengan (G) yang bernilai 0,9.

Tabel 4.14 Nilai K Hasil Distribusi Log Pearson III

No.	Periode Ulang T (tahun)	G	K
1	2	0,9	-0.148
2	5	0,9	0.769
3	10	0,9	1.339
4	25	0,9	2.019
5	50	0,9	2.498
6	100	0,9	2.957

Perhitungan logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T dengan rumus sebagai persamaan :

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{x} + K \cdot s$$

1. Curah hujan untuk T = 2tahun

$$\text{Log } X_2 = 2,4350 + (-0,148 \times 0,1148) = 2,419$$

$$X_2 = 10^{2,419} = 262,424$$

2. Curah hujan untuk T = 5 tahun

$$\text{Log } X_2 = 2,4350 + (0,769 \times 0,1148) = 2,524$$

$$X_2 = 10^{2,524} = 334,427$$

3. Curah hujan untuk T = 10 tahun

$$\text{Log } X_2 = 2,4350 + (1,339 \times 0,1148) = 2,589$$

$$X_2 = 10^{2,589} = 388,825$$

4. Curah hujan untuk T = 25 tahun

$$\text{Log } X_2 = 2,4350 + (2,018 \times 0,1148) = 2,668$$

$$X_2 = 10^{2,668} = 465,412$$

5. Curah hujan untuk T = 50 tahun

$$\text{Log } X_2 = 2,4350 + (2,498 \times 0,1148) = 2,723$$

$$X_2 = 10^{2,723} = 528,251$$

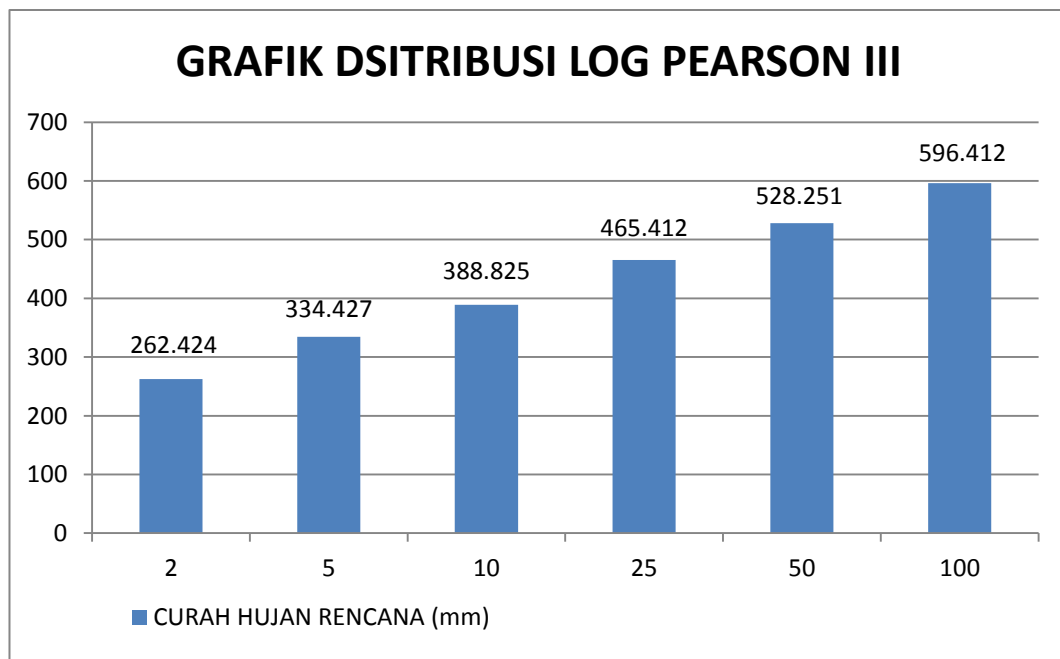
6. Curah hujan untuk T = 100 tahun

$$\text{Log } X_2 = 2,4350 + (2,957 \times 0,1148) = 2,775$$

$$X_2 = 10^{2,775} = 596,412$$

Tabel 4.15 Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Log Pearson III

No.	Periode Ulang T (tahun)	Curah Hujan Rencana (mm)
1	2	262,424
2	5	334,427
3	10	388,825
4	25	465,412
5	50	528,251
6	100	596,412



Gambar 4.5 Grafik Distribusi Log Pearson III

#### 4.3.1.4 Distribusi Gumbel

Dalam distribusi gumbel, sama dengan halnya metode distribusi sebelumnya, data curah hujan maksimum harian yang sudah dihitung dimasukkan kedalam perhitungan analisis frekuensi curah hujan tersebut dengan mengurangi hasil keseluruhan curah hujan maksimum tiap tahunnya dikurangi dengan nilai total rata-rata yang dijabarkan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 4.16 Perhitungan Distribusi Gumbel

NO	TAHUN	HUJAN MAKSIMUM		
		GUMBEL		
		Xi (mm)	(Xi-X)	(Xi-Xrt) <sup>2</sup>
1	2007	464.67	182.50	33306.25
2	2014	375.67	93.50	8742.25
3	2013	300.00	17.83	318.03
4	2011	282.33	0.17	0.03
5	2008	268.00	-14.17	200.69
6	2012	256.67	-25.50	650.25
7	2010	244.67	-37.50	1406.25
8	2009	226.00	-56.17	3154.69
9	2005	203.00	-79.17	6267.36
10	2006	200.67	-81.50	6642.25
<b>Jumlah</b>		2821.67	0.00	60688.06
<b>Rata-rata (X)</b>		282.17		

Sumber : Perhitungan

- a. Nilai Rata-Rata Curah Hujan

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{2821.67}{10} = 282,167 \text{ mm}$$

- b. Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x - x_n)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{60688,06}{10 - 1}} = 82,1164 \text{ mm}$$

Didalam Distribusi Gumbel, setelah memperoleh nilai rata-rata curah hujan dan simpangan baku, kemudian dicari nilai *Reduced Mean* (Yn), *Reduced*

*Standard Deviation* ( $S_n$ ) pada Lampiran 3. Dan *Reduced Varieti* ( $Y_{Tr}$ ) pada Lampiran 1. Rumus yang digunakan dalam menentukan curah hujan rencana dalam Distribusi Gumbel adalah sebagai berikut :

$$X_{TR} = \bar{X} + \frac{Y_{Tr} - Y_n}{S_n} S$$

Tabel 4.17 Keterangan Untuk Rumus Dispersi Gumbel

Periode Ulang T	N	Sx	Ytr
2	10	82,1164	0,2668
5	10	82,1164	1,5004
10	10	82,1164	2,251
25	10	82,1164	3,1993
50	10	82,1164	3,9028
100	10	82,1164	4,6012

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

- a. Curah hujan untuk T = 2 tahun

$$X_{TR} = 282,167 + \frac{0,3668}{0,9496} \times 82,1164 = 271,063$$

- b. Curah hujan untuk T = 5 tahun

$$X_{TR} = 282,167 + \frac{1,5004}{0,9496} \times 82,1164 = 369,091$$

- c. Curah hujan untuk T = 10 tahun

$$X_{TR} = 282,167 + \frac{2,2510}{0,9496} \times 82,1164 = 433,999$$

- d. Curah hujan untuk T = 25 tahun

$$X_{TR} = 282,167 + \frac{3,1993}{0,9496} \times 82,1164 = 516,003$$

- e. Curah hujan untuk T = 50 tahun

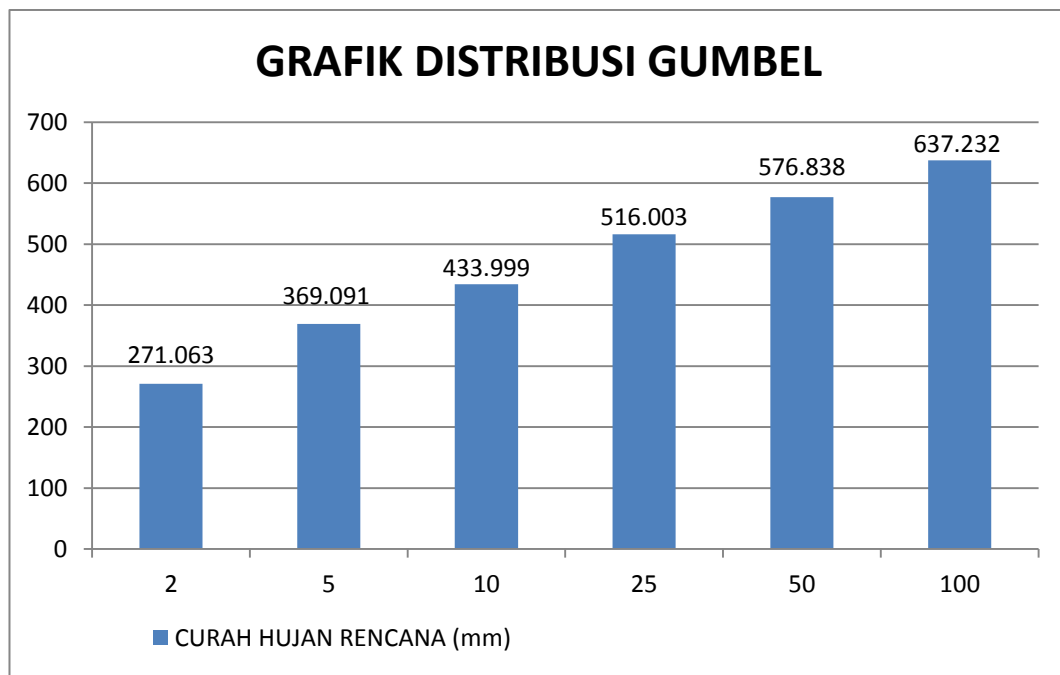
$$X_{TR} = 282,167 + \frac{3,9028}{0,9496} \times 82,1164 = 576,838$$

f. Curah hujan untuk T = 100 tahun

$$X_{TR} = 282,167 + \frac{4,6012}{0,9496} \times 82,1164 = 637,232$$

Tabel 4.18 Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Gumbel

No.	Periode Ulang T	Curah Hujan Rencana (mm)
1	2	271,063
2	5	369,091
3	10	433,999
4	25	516,003
5	50	576,838
6	100	637,232



Gambar 4.6 Grafik Distribusi Dispersi Gumbel



Perbandingan hasil pengukuran dispersi distribusi Normal dan Gumbel serta distribusi Log Normal dan Log Pearson Type III dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.19 Perbandingan Hasil Dispersi

No	Dispersi	Hasil Dispersi	
		Normal & Gumbel	Log Normal & Log Pearson Type III
1	S	82.1164	0.1148
2	Cs	1.408	0.911
3	Ck	5.59	4.421
4	Cv	0.291	0.047

Sumber: Perhitungan

Penentuan jenis sebaran yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter statistik dan logaritmik dengan syarat masing-masing sebaran.

Adapun hasil uji distribusi dapat dilihat pada tabel 4.20 di bawah ini :

Tabel 4.20 Hasil Uji Distribusi

Jenis Distribusi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
Normal	$C_s = 0$	1.40	Tidak
	$C_k = 3$	5.59	Memenuhi
Gumbel	$C_s = 1.14$	1.40	Tidak
	$C_k = 5.4$	5.59	Memenuhi
Log Normal	$C_s = 3Cv + Cv^3 = 0.087$	0.91	Tidak
	$C_k = C_v^3 + 6C_v^2 + 15C_v + 16C_v^2 + 3 = 3.01$	4.42	Memenuhi
Log Pearson	$C_s \neq 0$	0.91	Memenuhi
	$C_k \neq 0$	4.42	

Sumber: Perhitungan

Berdasarkan parameter diatas dan perhitungan dispersi dengan varian data curah hujan yang ada maka metode Log Pearson Type III yang paling mendekati parameter yang disyaratkan. Untuk selanjutnya metode Log Pearson Type III akan diuji dengan menggunakan uji kecocokan distribusi untuk mengetahui apakah memenuhi syarat perencanaan.

### 4.3.2 Uji Chi Kuadrat Distribusi Log Pearson III

Pengujian menggunakan uji Chi-kuadrat diperlukan untuk mengetahui kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diperkirakan dapat menggambarkan atau mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan parameter  $X^2$ , yang dihitung dengan menggunakan rumus:

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

Pengujian distribusi terpilih yaitu metode Log Pearson Type III terhadap uji Chi-kuadrat ialah sebagai berikut:

- a.  $G = 1 + 3,3 \text{ Log } n = 1 + 3,3 \text{ Log } 10 = 4,3 \sim 4$
- b. Derajat Kebebasan:  
 $DK = 4 - R - I = 4 - 2 - 1 = 1$
- c.  $E_i = \frac{N}{G} = \frac{10}{4} = 2,5$
- d.  $\Delta X = \frac{(X_{\text{maks}} - X_{\text{min}})}{G-1} = \frac{2.667 - 2.302}{4-1} = 0.121$
- e.  $X_{\text{awal}} = X_{\text{min}} - \frac{1}{2} \Delta X = 2.302 - 0.0605 = 2.242$

Tabel 4.21 Uji Chi-kuadrat Distribusi Log Pearson III

Nilai Batas Tiap Kelas	O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>	(O <sub>i</sub> -E <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> /E <sub>i</sub>
2.417 < X <sub>i</sub> < 2.539	4	2.5	2.25	0.9
2.539 < X <sub>i</sub> < 2.661	2	2.5	0.25	0.1
2.661 < X <sub>i</sub> < 2.783	2	2.5	0.25	0.1
2.783 < X <sub>i</sub> < 2.905	2	2.5	0.25	0.1
<b>Jumlah</b>	10	10	3	1.2

Sumber: Perhitungan

Dengan menggunakan taraf nyata pengujian (alfa) 0,05 (atau setara 5 %) dan dk sebesar 1, dari tabel distribusi chi kuadrat didapatkan  $\chi_{\text{tabel}}^2$  sebesar 3,841. Dalam perhitungan, kriteria pengujian adalah dengan  $\chi_{\text{hit}}^2 < \chi_{\text{tabel}}^2$ . Didapatkan nilai  $\chi^2$  (*hitung*) sebesar 3,6 untuk jenis distribusi tersebut lebih kecil dari  $\chi_{\text{tabel}}^2$  sebesar 3,841, sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa metode yang bisa dipakai untuk pemilihan curah hujan rencana yaitu metode distribusi Log Pearson III.

### 4.3.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Perhitungan curah hujan rencana dengan periode ulang 20, 50, 100, 200, 500 dan 1000 tahun dilakukan dengan menggunakan metode distribusi terpilih yaitu metode distribusi Log Pearson Type III.

Rumus Log Pearson Type III ialah:

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

Dimana:

$X_T$  = curah hujan rencana dalam periode ulang n tahun (mm)

S = standar deviasi

$K$  = koefisien kemencengan distribusi Log Pearson Type III

$\bar{X}$  = curah hujan rata-rata hasil pengamatan (mm)

Tabel 4.22 Curah Hujan Rencana Distribusi Log Pearson Type III

NO	Periode Ulang (T)	Rata-rata Log Xi	S	Cs	K Log Pearson	Log Pearson Type III	
						Log Xi	P rencana (mm)
1	2	2.435	0.1148	0.91	-0.148	2.419	262.424
2	5	2.435	0.1148	0.91	0.769	2.524	334.427
3	10	2.435	0.1148	0.91	1.339	2.589	388.825
4	25	2.435	0.1148	0.91	2.019	2.668	465.412
5	50	2.435	0.1148	0.91	2.498	2.723	528.251
6	100	2.435	0.1148	0.91	2.957	2.775	596.412

Sumber: Perhitungan

#### 4.3.4 Distribusi Hujan Jam-Jaman

Pola pembagian hujan terpusat di daerah studi adalah 6 jam setiap harinya (Indonesia rata-rata waktu konsentrasi hujan  $t = 6$  jam). Hari Indra Prayoga (2004) pada penelitiannya mengenai pola distribusi hujan terhadap banjir rancangan (Bambang Triatmodjo: 2008) menyatakan bahwa tinggi hujan  $75 \leq P \leq 100$  mm dan  $P > 100$  mm lebih sering terjadi dengan durasi 6 jam. Untuk itu pada penelitian ini distribusi hujan ditentukan dengan durasi 6 jam. Dalam menghitung distribusi curah hujan jam-j **Periode Ulang Tahun** menggunakan rumus

Mononobe yaitu:

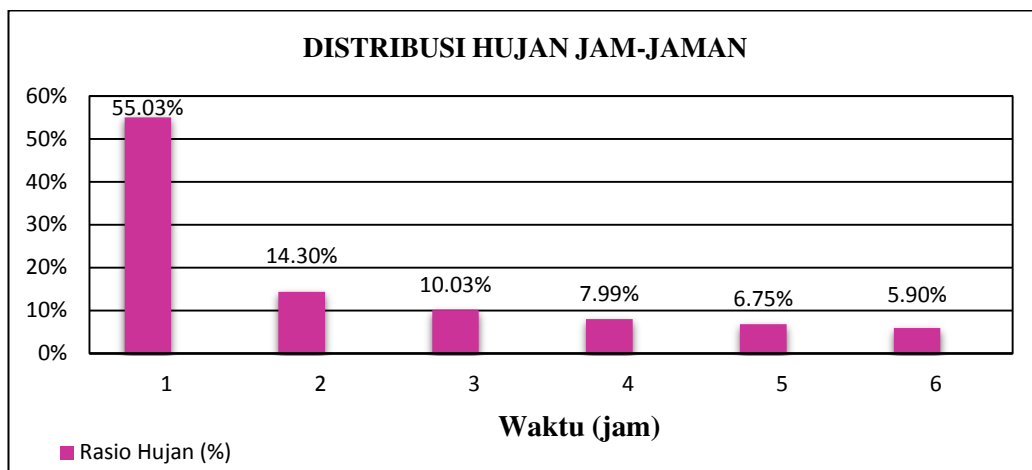
$$I = \frac{R_{24}}{24} \left( \frac{24}{t} \right)^{2/3}$$

Berikut ini adalah perhitungan distribusi hujan jam-jaman untuk durasi 6 jam dan  $R_{24}$ . Intensitas curah hujan dihitung dengan  $T_d = \Delta t$ ,  $T_d = 2 \Delta t$ ,  $T_d = 3 \Delta t$ , dan seterusnya.

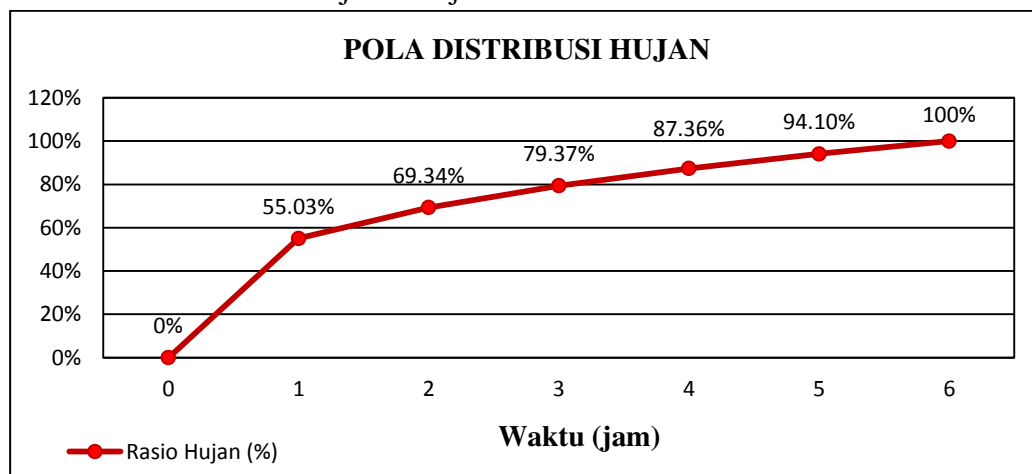
Tabel 4.23 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-jaman

$T_d$ (jam)	$\Delta t$ (jam)	$I_t$ (mm/jam)	$I_t \cdot T_d$	$\Delta P$	RASIO (%)	KUMULATIF (%)
1	0~1	12.557	12.557	12.557	55.03	55.03
2	1~2	7.910	15.820	3.264	14.30	69.34
3	2~3	6.037	18.110	2.289	10.03	79.37
4	3~4	4.983	19.932	1.8223	7.99	87.36
5	4~5	4.294	21.472	1.539	6.75	94.10
6	5~6	3.803	22.817	1.345	5.90	100.00
<b>JUMLAH</b>				15.114	100.00	

Sumber: Perhitungan



Gambar 4.7 Distribusi Hujan Jam-jaman



Gambar 4.8 Pola Distribusi Hujan

Dibawah ini adalah perhitungan curah hujan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50 dan 100 tahun dalam durasi hujan selama 6 jam.

Tabel 4.24 Perhitungan Hujan Jam-jaman Berbagai Periode Ulang

JAM KE-	RASIO	CURAH HUJAN JAM-JAMAN (mm)					
		2th	5th	10th	25th	50th	100th
		<b>262.424</b>	<b>334.427</b>	<b>388.825</b>	<b>465.288</b>	<b>528.251</b>	<b>596.412</b>
1	55.03	154.91	197.41	229.52	274.66	311.83	352.06
2	14.30	77.42	98.66	114.70	137.26	155.83	175.94
3	10.03	61.14	77.92	90.60	108.41	123.08	138.96
4	7.99	52.54	66.95	77.84	93.15	105.76	119.40
5	6.75	39.44	50.29	58.44	69.93	79.40	89.40
6	5.90	31.49	40.13	46.66	55.83	63.39	71.57

Sumber: Perhitungan

#### 4.4 Koefisien Limpasan

Untuk menghitung koefisien limpasan pada DAS Ciliwung diperlukan data penggunaan tata guna lahan. Adapun luasnya 262.1 km<sup>2</sup>. Berdasarkan data tata guna lahan DAS Ciliwung maka koefisien limpasan dapat dihitung sebagai berikut:

Tabel 4.25 Data Tata Guna Lahan DAS Ciliwung

No.	Jenis Tata Guna Lahan	Ai	Ci
1	Taman	34.97	0.30
2	Permukiman	26.21	0.55
3	Bisnis	6.00	0.90
4	Jalan Aspal	9.00	0.90

$$C_{DAS} = \frac{(34.97 \times 0,30) + (26.21 \times 0.55) + (6.00 \times 0.90) + (9.00 \times 0.90)}{34.97 + 26.21 + 6.00 + 9.00}$$

$$C_{DAS} = 0.50$$

Dari perhitungan koefisien limpasan diatas diketahui bahwa 0.50 atau 50% dari air hujan yang turun akan melimpas ke permukaan yang kemudian akan mengalir menuju daerah hilir.

#### 4.5 Waktu Konsentrasi ( $t_c$ )

Menurut rumus Kirpich (1940) untuk menghitung waktu konsentrasi, rumusnya adalah sebagai berikut:

$$T_c = \left( \frac{0.87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0.385}$$

Panjang sungai (L) = 109000 m

Kemiringan sungai (S) = 0.0143 m/m

$$T_c = \left( \frac{0.87 \times 109000^2}{1000 \times 0.0143} \right)^{0.385}$$

$T_c = 2492.893$  menit ~ 41.55 jam

#### 4.6 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Menurut perhitungan debit banjir rencana yang dilakukan dengan menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu untuk membuat suatu hidrograf banjir pada sungai, perlu dicari karakteristik atau parameter daerah pengaliran tersebut. Adapun karakteristik tersebut adalah:

- a. Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak hidrograf (*time to peak magnitude*).
- b. Tenggang waktu dari titik berat hujan sampai titik berat hidrograf (*time log*).
- c. Tenggang waktu hidrograf (*time base of hydrograf*).

- d. Luas daerah pengaliran.
- e. Panjang alur sungai utama (*length of the longest channel*).

Dalam perhitungan debit banjir metode HSS Nakayasu, beberapa data dan parameter hitungan berdasarkan karakteristik DAS Ciliwung ditetapkan sebagai berikut:

- Luas DAS (A) = 232,1 km<sup>2</sup>
- Panjang sungai utama = 109 km
- Panjang sungai tingkat 1 = 5,45 km
- Panjang sungai semua tingkat = 114,45 km
- Kemiringan sungai = 0,0143 m/m
- Jumlah pertemuan sungai (JN) = 9

Untuk menentukan  $t_g$  dapat digunakan persamaan:

$$t_g = 0,40 + 0,58 L \text{ (untuk } L > 15 \text{ km)}$$

$$t_g = 0,40 + 0,058 \times 109$$

$$t_g = 6,72$$

Untuk menentukan  $t_r$  dapat digunakan persamaan:

$$t_r = 0,75 t_g$$

$$t_r = 0,75 \times 6,72$$

$$t_r = 5,04$$

Masukkan nilai  $t_g$  dan  $t_r$  pada persamaan  $T_p$  dan  $T_{0,3}$ :

$$T_p = t_g + 0,8 t_r$$

$$T_p = 6,72 + 0,8 (5,04)$$

$$T_p = 10,75$$



$$\text{Dan, } T_{0,3} = \alpha \times t_g$$

$$T_{0,3} = 2 \times 6,72$$

$$T_{0,3} = 13,44$$

Setelah semua nilai diperoleh, dapat dimasukkan kedalam perhitungan  $Q_p$  untuk periode ulang 2 tahun:

$$Q_p = \frac{A \times R_o}{3,6 (0,3 t_p + T_{0,3})}$$

$$Q_p = \frac{262,1 \times 144,42}{3,6 (0,3 \times 10,75 + 13,44)}$$

$$Q_p = 630,938$$

Persamaan kurva hidrograf satuan sintetisnya adalah:

a. Pada Kurva naik untuk  $0 \leq t \leq T_p = 10,755$

$$Q_t = Q_p \left[ \frac{t}{T_p} \right]^{2,4}$$

$$Q_t = 630,938 \left[ \frac{0}{10,755} \right]^{2,4}$$

$$Q_t = 0$$

Selanjutnya akan didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

<b>t</b> <b>(jam)</b>	<b>Q</b> <b>(m<sup>3</sup>/det)</b>
0,000	0,000
1,000	0,015
2,000	0,077
3,000	0,204
4,000	0,407
5,000	0,695
6,000	1,076
7,000	1,558
8,000	2,147
9,000	2,848
10,000	3,667
10,755	4,367

Sumber : Perhitungan

- b. Pada Kurva turun untuk ( $T_p = 4,042 < t < T_p + T_{0,3} = 24,199$ )

$$Q_r = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}}$$

$$Q_r = 630,98 \times 0,3^{(5-10,75)/13,44}$$

$$Q_r = 1051,41$$

Selanjutnya akan didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4.26 Perhitungan Untuk Kurva Turun

t (jam)	Q (m3/det)	t (jam)	Q (m3/det)
11.000	4.273	19.000	2.087
12.000	3.907	20.000	1.908
13.000	3.572	21.000	1.745
14.000	3.266	22.000	1.595
15.000	2.986	23.000	1.459
16.000	2.730	24.000	1.334
17.000	2.497	24.199	1.310
18.000	2.283		

Sumber : Perhitungan

- c. Pada kurva turun untuk ( $T_p + T_{0,3} = 24,199 < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3} = 44,365$ )

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(0,5T_{0,3})]/(1,5T_{0,3})}$$

$$Q_t = 630,938 \times 0,3^{[(10-10,755)+(0,5 \times 13,44)]/(1,5 \times 13,44)}$$

$$Q_t = 427,957$$

Selanjutnya akan didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4.27 Perhitungan Untuk Kurva Turun

<b>t</b> <b>(jam)</b>	<b>Q</b> <b>(m3/det)</b>	<b>t</b> <b>(jam)</b>	<b>Q</b> <b>(m3/det)</b>
25,000	1.249	36,000	0.648
26,000	1.177	37,000	0.610
27,000	1.108	38,000	0.575
28,000	1.044	39,000	0.541
29,000	1.984	40,000	0.510
30,000	0.927	41,000	0.481
31,000	0.873	42,000	0.453
32,000	0.822	43,000	0.426
33,000	0.775	44,000	0.402
34,000	0.730	44,365	0.393
35,000	0.688		

Sumber : Perhitungan

- d. Pada Kurva turun untuk  $(t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3} = 44,365)$

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{[(t-T_p)+(1,5T_{0,3})]/(2T_{0,3})}$$

$$Q_t = 630 \times 0,3^{[(17-10,75)+(1,5 \times 13,44)]/(2 \times 13,44)}$$

$$Q_t = 142,590$$

Selanjutnya akan didapatkan hasil perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4.28 Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu (Hujan 1 mm)

t (jam)	Q (m3/det)	t (jam)	Q (m3/det)	t (jam)	Q (m3/det)	t (jam)	Q (m3/det)	t (jam)	Q (m3/det)
45,000	0,382	74,000	0,104	103,000	0,028	132,000	0,008	160,000	0,002
46,000	0,365	75,000	0,100	104,000	0,027	133,000	0,007	161,000	0,002
47,000	0,349	76,000	0,095	105,000	0,026	134,000	0,007	162,000	0,002
48,000	0,334	77,000	0,091	106,000	0,025	135,000	0,007	163,000	0,002
49,000	0,319	78,000	0,087	107,000	0,024	136,000	0,006	164,000	0,002
50,000	0,305	79,000	0,083	108,000	0,023	137,000	0,006	165,000	0,002
51,000	0,292	80,000	0,080	109,000	0,022	138,000	0,006	166,000	0,002
52,000	0,279	81,000	0,076	110,000	0,021	139,000	0,006	167,000	0,001
53,000	0,267	82,000	0,073	111,000	0,020	140,000	0,005	168,000	0,001
54,000	0,255	83,000	0,070	112,000	0,019	141,000	0,005	169,000	0,001
55,000	0,244	84,000	0,067	113,000	0,018	142,000	0,005	170,000	0,001
56,000	0,233	85,000	0,064	114,000	0,017	143,000	0,005	171,000	0,001
57,000	0,223	86,000	0,061	115,000	0,017	144,000	0,005	172,000	0,001
58,000	0,213	87,000	0,058	116,000	0,016	145,000	0,004	173,000	0,001
59,000	0,204	88,000	0,056	117,000	0,015	146,000	0,004	174,000	0,001
60,000	0,195	89,000	0,053	118,000	0,015	147,000	0,004	175,000	0,001
61,000	0,187	90,000	0,051	119,000	0,014	148,000	0,004	176,000	0,001
62,000	0,178	91,000	0,049	120,000	0,013	149,000	0,004	177,000	0,001
63,000	0,171	92,000	0,047	121,000	0,013	150,000	0,003	178,000	0,001
64,000	0,163	93,000	0,045	122,000	0,012	151,000	0,003	179,000	0,001
65,000	0,156	94,000	0,043	123,000	0,012	151,000	0,003	180,000	0,001
66,000	0,149	95,000	0,041	124,000	0,011	152,000	0,003	181,000	0,001
67,000	0,143	96,000	0,039	125,000	0,011	153,000	0,003	182,000	0,001
68,000	0,136	97,000	0,037	126,000	0,010	154,000	0,003	183,000	0,001
69,000	0,130	98,000	0,036	127,000	0,010	155,000	0,003	184,000	0,001
70,000	0,125	99,000	0,034	128,000	0,009	156,000	0,003	185,000	0,001
71,000	0,119	100,000	0,033	129,000	0,009	157,000	0,002	186,000	0,001
72,000	0,114	101,000	0,031	130,000	0,008	158,000	0,002	187,000	0,001
73,000	0,109	102,000	0,030	131,000	0,008	159,000	0,002	188,000	0,001

Sumber : Perhitungan

Dari uraian tersebut diatas maka dilakukan analisa dan perhitungan banjir rencana DAS Ciliwung dengan berbagai periode ulang tahun.

Tabel 4.29 Contoh Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 2 Tahun

$P_{rencana} = 262,244 \text{ mm}$

t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Curah Hujan Rencana (mm)						Total Debit (Qt = m <sup>3</sup> /s)	Hid. Sat. 6 jam (Qt = m <sup>3</sup> /s)
		1	2	3	4	5	6		
		154.91	77.42	61.14	52.54	39.44	31.49		
0.00	0.000	0.000						0.000	0.000
1.00	0.013	2.003	0.000					2.003	0.334
2.00	0.068	10.570	1.001	0.000				11.571	1.929
3.00	0.181	27.971	5.282	0.790	0.000			34.044	5.674
4.00	0.360	55.790	13.978	4.172	0.679	0.000		74.620	12.437
5.00	0.615	95.311	27.881	11.041	3.585	0.510	0.000	138.327	23.055
6.00	0.953	147.631	47.631	22.021	9.486	2.691	0.407	229.868	38.311
7.00	1.380	213.722	73.778	37.621	18.921	7.122	2.149	353.313	58.886
8.00	1.901	294.463	106.807	58.272	32.325	14.205	5.686	511.758	85.293
9.00	2.522	390.658	147.157	84.359	50.069	24.268	11.341	707.852	117.975
10.00	3.247	503.054	195.230	116.229	72.484	37.589	19.375	943.962	157.327
10.76	3.867	599.073	251.399	154.198	99.867	54.417	30.011	1188.967	198.161
11.00	3.784	586.109	299.384	198.563	132.492	74.975	43.447	1334.970	222.495
12.00	3.459	535.902	292.905	236.463	170.611	99.468	59.860	1395.209	232.535
13.00	3.163	489.995	267.815	231.346	203.175	128.086	79.416	1399.833	233.305
14.00	2.892	448.022	244.873	211.528	198.779	152.534	102.264	1358.000	226.333
15.00	2.644	409.643	223.897	193.408	181.751	149.233	121.783	1279.716	213.286
16.00	2.418	374.553	204.718	176.841	166.182	136.449	119.148	1177.890	196.315
17.00	2.211	342.468	187.181	161.692	151.946	124.761	108.942	1076.990	179.498
18.00	2.021	313.131	171.147	147.841	138.930	114.074	99.609	984.733	164.122
19.00	1.848	286.308	156.486	135.177	127.029	104.302	91.077	900.379	150.063
20.00	1.690	261.782	143.081	123.598	116.148	95.367	83.275	823.251	137.209
21.00	1.545	239.358	130.825	113.010	106.198	87.198	76.141	752.730	125.455
22.00	1.413	218.854	119.618	103.329	97.101	79.728	69.619	688.250	114.708
23.00	1.292	200.106	109.371	94.478	88.783	72.899	63.655	629.293	104.882
24.00	1.181	182.965	100.002	86.385	81.178	66.654	58.203	575.387	95.898
24.20	1.160	179.733	91.436	78.985	74.224	60.944	53.217	538.540	89.757
25.00	1.106	171.339	89.821	72.219	67.866	55.724	48.658	505.627	84.271
26.00	1.042	161.409	85.626	70.943	62.053	50.950	44.490	475.471	79.245
27.00	0.982	152.055	80.664	67.630	60.956	46.586	40.679	448.569	74.762
28.00	0.925	143.242	75.989	63.711	58.110	45.763	37.194	424.008	70.668
29.00	0.871	134.940	71.585	60.018	54.742	43.626	36.537	401.448	66.908
30.00	0.821	127.120	67.436	56.540	51.569	41.097	34.831	378.593	63.099
31.00	0.773	119.752	63.528	53.263	48.580	38.716	32.812	356.651	59.442
32.00	0.728	112.812	59.846	50.176	45.765	36.472	30.911	335.981	55.997
33.00	0.686	106.274	56.377	47.268	43.113	34.358	29.119	316.509	52.752

34.00	0.646	100.115	53.110	44.529	40.614	32.367	27.432	298.166	49.694
35.00	0.609	94.313	50.032	41.948	38.260	30.491	25.842	280.885	46.814
36.00	0.574	88.847	47.132	39.517	36.043	28.724	24.344	264.606	44.101
37.00	0.540	83.697	44.401	37.227	33.954	27.059	22.933	249.271	41.545
38.00	0.509	78.847	41.827	35.069	31.986	25.491	21.604	234.824	39.137
39.00	0.479	74.277	39.403	33.037	30.132	24.014	20.352	221.215	36.869
40.00	0.452	69.972	37.120	31.122	28.386	22.622	19.172	208.394	34.732
41.00	0.426	65.917	34.968	29.318	26.741	21.311	18.061	196.316	32.719
42.00	0.401	62.097	32.942	27.619	25.191	20.076	17.015	184.939	30.823
43.00	0.378	58.498	31.033	26.018	23.731	18.912	16.028	174.220	29.037
44.00	0.356	55.108	29.234	24.510	22.356	17.816	15.100	164.123	27.354
44.37	0.348	53.920	27.540	23.090	21.060	16.784	14.224	156.617	26.103
45.00	0.338	52.408	26.946	21.752	19.840	15.811	13.400	150.156	25.026
46.00	0.323	50.113	26.191	21.283	18.690	14.894	12.623	143.794	23.966
47.00	0.309	47.919	25.044	20.686	18.287	14.031	11.892	137.858	22.976
48.00	0.296	45.820	23.947	19.780	17.774	13.729	11.203	132.253	22.042
49.00	0.283	43.814	22.898	18.914	16.996	13.344	10.961	126.927	21.155
50.00	0.270	41.895	21.896	18.086	16.252	12.760	10.654	121.542	20.257
51.00	0.259	40.061	20.937	17.294	15.540	12.201	10.187	116.220	19.370
52.00	0.247	38.306	20.020	16.537	14.859	11.667	9.741	111.130	18.522
53.00	0.236	36.629	19.143	15.813	14.209	11.156	9.315	106.264	17.711
54.00	0.226	35.025	18.305	15.120	13.587	10.667	8.907	101.611	16.935
55.00	0.216	33.491	17.504	14.458	12.992	10.200	8.517	97.161	16.194
56.00	0.207	32.025	16.737	13.825	12.423	9.753	8.144	92.907	15.484
57.00	0.198	30.622	16.004	13.219	11.879	9.326	7.787	88.838	14.806
58.00	0.189	29.281	15.303	12.641	11.359	8.918	7.446	84.948	14.158
59.00	0.181	27.999	14.633	12.087	10.861	8.527	7.120	81.228	13.538
60.00	0.173	26.773	13.992	11.558	10.386	8.154	6.808	77.671	12.945
61.00	0.165	25.601	13.380	11.052	9.931	7.797	6.510	74.270	12.378
62.00	0.158	24.480	12.794	10.568	9.496	7.456	6.225	71.018	11.836
63.00	0.151	23.408	12.234	10.105	9.080	7.129	5.953	67.908	11.318
64.00	0.144	22.383	11.698	9.662	8.682	6.817	5.692	64.934	10.822
65.00	0.138	21.403	11.186	9.239	8.302	6.518	5.443	62.091	10.348
66.00	0.132	20.465	10.696	8.835	7.939	6.233	5.204	59.372	9.895
67.00	0.126	19.569	10.227	8.448	7.591	5.960	4.976	56.772	9.462
68.00	0.121	18.712	9.780	8.078	7.259	5.699	4.758	54.286	9.048
69.00	0.116	17.893	9.351	7.724	6.941	5.449	4.550	51.909	8.651
70.00	0.110	17.109	8.942	7.386	6.637	5.211	4.351	49.636	8.273
71.00	0.106	16.360	8.550	7.063	6.346	4.983	4.160	47.462	7.910
72.00	0.101	15.644	8.176	6.753	6.068	4.764	3.978	45.384	7.564
73.00	0.097	14.959	7.818	6.458	5.803	4.556	3.804	43.397	7.233
74.00	0.092	14.304	7.476	6.175	5.549	4.356	3.637	41.496	6.916
75.00	0.088	13.677	7.148	5.904	5.306	4.166	3.478	39.679	6.613

76.00	0.084	13.078	6.835	5.646	5.073	3.983	3.326	37.942	6.324
77.00	0.081	12.506	6.536	5.399	4.851	3.809	3.180	36.280	6.047
78.00	0.077	11.958	6.250	5.162	4.639	3.642	3.041	34.691	5.782
79.00	0.074	11.434	5.976	4.936	4.436	3.482	2.908	33.172	5.529
80.00	0.071	10.934	5.714	4.720	4.241	3.330	2.780	31.720	5.287
81.00	0.067	10.455	5.464	4.513	4.056	3.184	2.659	30.331	5.055
82.00	0.065	9.997	5.225	4.316	3.878	3.045	2.542	29.003	4.834
83.00	0.062	9.559	4.996	4.127	3.708	2.911	2.431	27.733	4.622
84.00	0.059	9.141	4.777	3.946	3.546	2.784	2.324	26.518	4.420
85.00	0.056	8.740	4.568	3.773	3.391	2.662	2.223	25.357	4.226
86.00	0.054	8.358	4.368	3.608	3.242	2.545	2.125	24.247	4.041
87.00	0.052	7.992	4.177	3.450	3.100	2.434	2.032	23.185	3.864
88.00	0.049	7.642	3.994	3.299	2.964	2.327	1.943	22.170	3.695
89.00	0.047	7.307	3.819	3.154	2.835	2.225	1.858	21.199	3.533
90.00	0.045	6.987	3.652	3.016	2.710	2.128	1.777	20.270	3.378
91.00	0.043	6.681	3.492	2.884	2.592	2.035	1.699	19.383	3.230
92.00	0.041	6.389	3.339	2.758	2.478	1.946	1.625	18.534	3.089
93.00	0.039	6.109	3.193	2.637	2.370	1.861	1.553	17.722	2.954
94.00	0.038	5.841	3.053	2.522	2.266	1.779	1.485	16.946	2.824
95.00	0.036	5.586	2.919	2.411	2.167	1.701	1.420	16.204	2.701
96.00	0.034	5.341	2.791	2.306	2.072	1.627	1.358	15.495	2.582
97.00	0.033	5.107	2.669	2.205	1.981	1.555	1.299	14.816	2.469
98.00	0.032	4.883	2.552	2.108	1.894	1.487	1.242	14.167	2.361
99.00	0.030	4.670	2.441	2.016	1.811	1.422	1.187	13.547	2.258
100.00	0.029	4.465	2.334	1.928	1.732	1.360	1.135	12.954	2.159
101.00	0.028	4.270	2.231	1.843	1.656	1.300	1.086	12.387	2.064
102.00	0.026	4.083	2.134	1.762	1.584	1.243	1.038	11.844	1.974
103.00	0.025	3.904	2.040	1.685	1.514	1.189	0.993	11.326	1.888
104.00	0.024	3.733	1.951	1.611	1.448	1.137	0.949	10.830	1.805
105.00	0.023	3.569	1.866	1.541	1.385	1.087	0.908	10.355	1.726
106.00	0.022	3.413	1.784	1.473	1.324	1.040	0.868	9.902	1.650
107.00	0.021	3.264	1.706	1.409	1.266	0.994	0.830	9.468	1.578
108.00	0.020	3.121	1.631	1.347	1.211	0.950	0.794	9.054	1.509
109.00	0.019	2.984	1.560	1.288	1.158	0.909	0.759	8.657	1.443
110.00	0.018	2.853	1.491	1.232	1.107	0.869	0.726	8.278	1.380
111.00	0.018	2.729	1.426	1.178	1.058	0.831	0.694	7.916	1.319
112.00	0.017	2.609	1.364	1.126	1.012	0.795	0.663	7.569	1.262
113.00	0.016	2.495	1.304	1.077	0.968	0.760	0.634	7.238	1.206
114.00	0.015	2.386	1.247	1.030	0.925	0.727	0.607	6.921	1.153
115.00	0.015	2.281	1.192	0.985	0.885	0.695	0.580	6.618	1.103
116.00	0.014	2.181	1.140	0.942	0.846	0.664	0.555	6.328	1.055
117.00	0.013	2.086	1.090	0.900	0.809	0.635	0.530	6.051	1.008
118.00	0.013	1.994	1.042	0.861	0.774	0.607	0.507	5.786	0.964

119.00	0.012	1.907	0.997	0.823	0.740	0.581	0.485	5.532	0.922
120.00	0.012	1.824	0.953	0.787	0.707	0.555	0.464	5.290	0.882
121.00	0.011	1.744	0.911	0.753	0.676	0.531	0.443	5.058	0.843
122.00	0.011	1.667	0.871	0.720	0.647	0.508	0.424	4.837	0.806
123.00	0.010	1.594	0.833	0.688	0.618	0.486	0.405	4.625	0.771
124.00	0.010	1.524	0.797	0.658	0.591	0.464	0.388	4.423	0.737
125.00	0.009	1.458	0.762	0.629	0.565	0.444	0.371	4.229	0.705
126.00	0.009	1.394	0.728	0.602	0.541	0.425	0.354	4.044	0.674
127.00	0.009	1.333	0.697	0.575	0.517	0.406	0.339	3.867	0.644
128.00	0.008	1.274	0.666	0.550	0.494	0.388	0.324	3.697	0.616
129.00	0.008	1.219	0.637	0.526	0.473	0.371	0.310	3.535	0.589
130.00	0.008	1.165	0.609	0.503	0.452	0.355	0.296	3.381	0.563
131.00	0.007	1.114	0.582	0.481	0.432	0.339	0.283	3.233	0.539
132.00	0.007	1.065	0.557	0.460	0.413	0.325	0.271	3.091	0.515
133.00	0.007	1.019	0.532	0.440	0.395	0.310	0.259	2.956	0.493
134.00	0.006	0.974	0.509	0.421	0.378	0.297	0.248	2.826	0.471
135.00	0.006	0.932	0.487	0.402	0.361	0.284	0.237	2.703	0.450
136.00	0.006	0.891	0.466	0.385	0.346	0.271	0.227	2.584	0.431
137.00	0.005	0.852	0.445	0.368	0.330	0.259	0.217	2.471	0.412
138.00	0.005	0.814	0.426	0.352	0.316	0.248	0.207	2.363	0.394
139.00	0.005	0.779	0.407	0.336	0.302	0.237	0.198	2.259	0.377
140.00	0.005	0.745	0.389	0.321	0.289	0.227	0.189	2.160	0.360
141.00	0.005	0.712	0.372	0.307	0.276	0.217	0.181	2.066	0.344
142.00	0.004	0.681	0.356	0.294	0.264	0.207	0.173	1.975	0.329
143.00	0.004	0.651	0.340	0.281	0.253	0.198	0.166	1.889	0.315
144.00	0.004	0.623	0.325	0.269	0.242	0.190	0.158	1.806	0.301
145.00	0.004	0.595	0.311	0.257	0.231	0.181	0.151	1.727	0.288
146.00	0.004	0.569	0.298	0.246	0.221	0.173	0.145	1.651	0.275
147.00	0.004	0.544	0.284	0.235	0.211	0.166	0.138	1.579	0.263
148.00	0.003	0.520	0.272	0.225	0.202	0.159	0.132	1.510	0.252
149.00	0.003	0.498	0.260	0.215	0.193	0.152	0.127	1.444	0.241
150.00	0.003	0.476	0.249	0.205	0.185	0.145	0.121	1.381	0.230
151.00	0.003	0.455	0.238	0.196	0.177	0.139	0.116	1.320	0.220
152.00	0.003	0.435	0.227	0.188	0.169	0.133	0.111	1.262	0.210
153.00	0.003	0.416	0.217	0.180	0.161	0.127	0.106	1.207	0.201
154.00	0.003	0.398	0.208	0.172	0.154	0.121	0.101	1.154	0.192
155.00	0.002	0.380	0.199	0.164	0.148	0.116	0.097	1.104	0.184
156.00	0.002	0.364	0.190	0.157	0.141	0.111	0.093	1.055	0.176
157.00	0.002	0.348	0.182	0.150	0.135	0.106	0.088	1.009	0.168
158.00	0.002	0.333	0.174	0.144	0.129	0.101	0.085	0.965	0.161
159.00	0.002	0.318	0.166	0.137	0.123	0.097	0.081	0.923	0.154
160.00	0.002	0.304	0.159	0.131	0.118	0.093	0.077	0.882	0.147
161.00	0.002	0.291	0.152	0.126	0.113	0.089	0.074	0.844	0.141



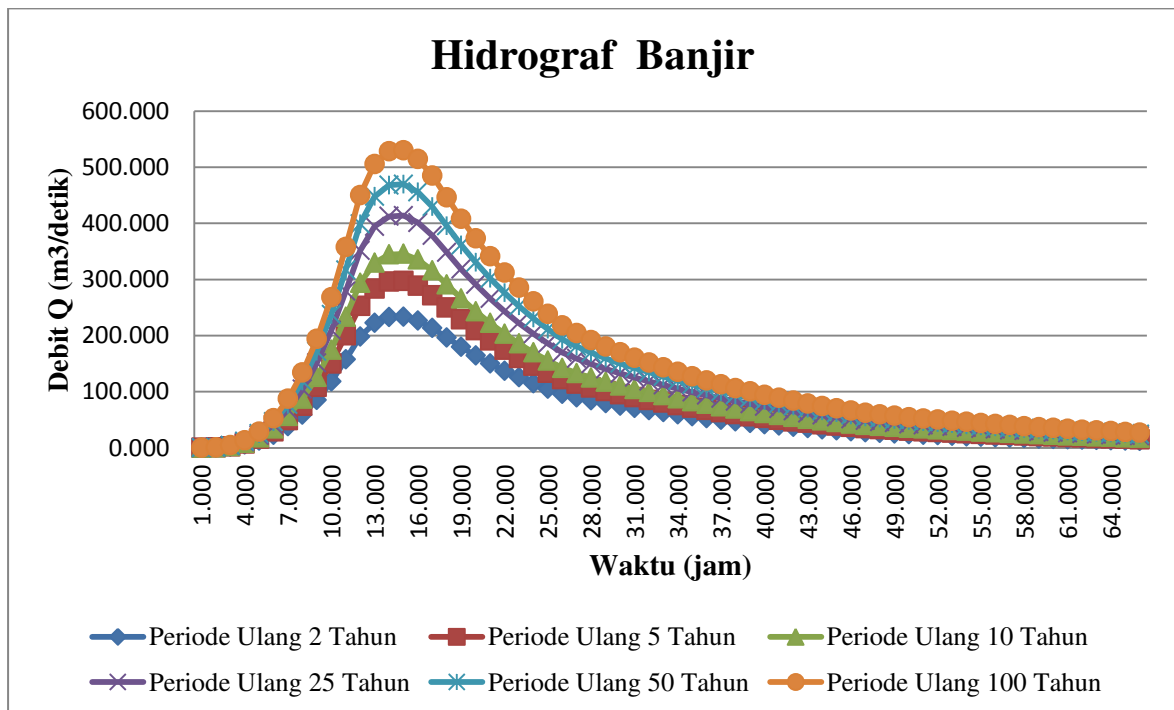
162.00	0.002	0.278	0.145	0.120	0.108	0.085	0.071	0.807	0.134
163.00	0.002	0.266	0.139	0.115	0.103	0.081	0.068	0.771	0.129
164.00	0.002	0.254	0.133	0.110	0.099	0.077	0.065	0.738	0.123
165.00	0.002	0.243	0.127	0.105	0.094	0.074	0.062	0.705	0.118
166.00	0.002	0.232	0.121	0.100	0.090	0.071	0.059	0.674	0.112
167.00	0.001	0.222	0.116	0.096	0.086	0.068	0.057	0.645	0.107
168.00	0.001	0.213	0.111	0.092	0.082	0.065	0.054	0.617	0.103
169.00	0.001	0.203	0.106	0.088	0.079	0.062	0.052	0.590	0.098
170.00	0.001	0.194	0.102	0.084	0.075	0.059	0.049	0.564	0.094
171.00	0.001	0.186	0.097	0.080	0.072	0.057	0.047	0.539	0.090
172.00	0.001	0.178	0.093	0.077	0.069	0.054	0.045	0.516	0.086
173.00	0.001	0.170	0.089	0.073	0.066	0.052	0.043	0.493	0.082
174.00	0.001	0.162	0.085	0.070	0.063	0.049	0.041	0.471	0.079
175.00	0.001	0.155	0.081	0.067	0.060	0.047	0.040	0.451	0.075
176.00	0.001	0.149	0.078	0.064	0.058	0.045	0.038	0.431	0.072
177.00	0.001	0.142	0.074	0.061	0.055	0.043	0.036	0.412	0.069
178.00	0.001	0.136	0.071	0.059	0.053	0.041	0.035	0.394	0.066
179.00	0.001	0.130	0.068	0.056	0.050	0.040	0.033	0.377	0.063
180.00	0.001	0.124	0.065	0.054	0.048	0.038	0.032	0.360	0.060
181.00	0.001	0.119	0.062	0.051	0.046	0.036	0.030	0.345	0.057
182.00	0.001	0.114	0.059	0.049	0.044	0.035	0.029	0.329	0.055
183.00	0.001	0.109	0.057	0.047	0.042	0.033	0.028	0.315	0.053
184.00	0.001	0.104	0.054	0.045	0.040	0.032	0.026	0.301	0.050
185.00	0.001	0.099	0.052	0.043	0.039	0.030	0.025	0.288	0.048
186.00	0.001	0.095	0.050	0.041	0.037	0.029	0.024	0.275	0.046
187.00	0.001	0.091	0.047	0.039	0.035	0.028	0.023	0.263	0.044
188.00	0.001	0.087	0.045	0.037	0.034	0.026	0.022	0.252	0.042
189.00	0.001	0.083	0.043	0.036	0.032	0.025	0.021	0.241	0.040
190.00	0.001	0.079	0.041	0.034	0.031	0.024	0.020	0.230	0.038
191.00	0.000	0.076	0.040	0.033	0.029	0.023	0.019	0.220	0.037
192.00	0.000	0.073	0.038	0.031	0.028	0.022	0.018	0.211	0.035
193.00	0.000	0.069	0.036	0.030	0.027	0.021	0.018	0.201	0.034
194.00	0.000	0.066	0.035	0.029	0.026	0.020	0.017	0.192	0.032
		0.000	0.033	0.027	0.025	0.019	0.016	0.121	0.020
			0.000	0.026	0.024	0.018	0.015	0.084	0.014
				0.000	0.023	0.018	0.015	0.055	0.009
					0.000	0.017	0.014	0.031	0.005
						0.000	0.013	0.013	0.002
							0.000	0.000	0.000
							0.000	MAX	233.305

Rekapitulasi hasil perhitungan debit banjir puncak pada DAS Ciliwung untuk periode ulang 2, 5, 10, 20, 50 dan 100 tahunan dapat dilihat pada tabel 4.30 dibawah ini.

Tabel 4.30 Rekapitulasi Debit Banjir Puncak DAS Cilliwung

NO	Periode Ulang (Tahun)	Debit Banjir Puncak ( $Q_p = m^3/detik$ )
1	2	233,305
2	5	297,319
3	10	345,680
4	25	413,660
5	50	469,635
6	100	530,233

Sumber: Perhitungan



Gambar 4.9 Hidrograf Banjir Berbagai Periode Ulang

Secara rinci perhitungan debit banjir rencana berbagai periode ulang menggunakan metode HSS Nakayasu dapat dilihat pada *lampiran 7* sampai *Lampiran 12*.

#### 4.7 Manning / Kapasitas Saluran

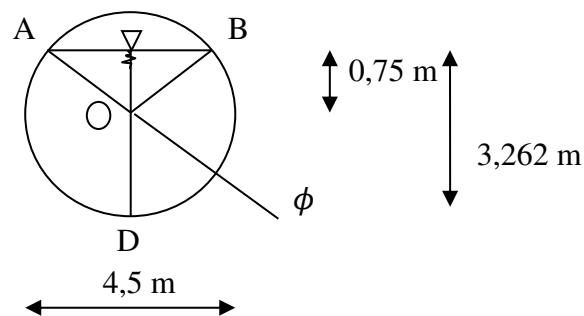
Dari data yang diperoleh dari Balai Besar Sungai Ciliwung-Cisadane mengenai Sungai Ciliwung, dapat dihitung kapasitas sungai Ciliwung dalam menampung debit banjir rencana, gambar potongan melintang sungai Ciliwung pada wilayah Bidara Cina, dapat dilihat pada lampiran 13. Untuk DAS Ciliwung dipakai koefisien kekasaran Manning:  $n = 0,02$  dapat dihitung sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Kemiringan sungai (S)} &= 0,0143 \text{ m/m} \\
 \text{Kemiringan talut (m)} &= 2 \\
 1. \text{ Luas Penampang (A)} &= (B + m \cdot h) h \\
 &= (22,1 + 2 \times 2,05) \times 2,05 \\
 &= 53,71 \text{ m}^2 \\
 2. \text{ Keliling Basah (P)} &= (B + 2h) \sqrt{1 + m^2} \\
 &= (22,1 + 2 \times 2,05) \sqrt{1 + 2^2} \\
 &= 58,58 \text{ m} \\
 3. \text{ Jari – jari Hidrolis (R)} &= \frac{A}{P} \\
 &= \frac{53,71}{58,58} \\
 &= 0,92 \text{ m} \\
 4. \text{ Debit (Q)} &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A \\
 &= \frac{1}{0,02} \times 0,92^{\frac{2}{3}} \times 0,0143^{\frac{1}{2}} \times 53,71 \\
 &= 303,77 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Dari data yang diperoleh dari Balai Besar Sungai Ciliwung-Cisadane mengenai Proyek pembuatan Sudetan Sungai Ciliwung menuju Kanal Banjir Timur, dapat dihitung kapasitas dari Sudetan dalam menampung debit banjir yang mengalir dari sungai Ciliwung, gambar potongan melintang Sudetan dapat dilihat pada lampiran 14.

Diameter pipa :  $D = 3,5 \text{ m}$

Kemiringan dasar saluran :  $I = 0,0143$



$$\begin{aligned} d &= 0,80 \times D \\ &= 0,80 \times 4,15 \\ &= 3,32 \end{aligned}$$

$$\cos \phi = \frac{0,75}{2,57}$$

$$\phi = \cos^{-1} \frac{0,75}{2,57} = 73,034^\circ$$

$$2\phi = 146,06^\circ$$

#### 1. Luas Penampang (A)

$$A = L \text{ segitiga } AOB + L \text{ AOB}D$$

$$= \frac{\overrightarrow{AB} \cdot 0,75}{2} + \frac{\pi \cdot 4,5^2}{4} \cdot \frac{360^\circ - 146,06^\circ}{360^\circ}$$

$$= \frac{4,5 \sin 73,03^{\circ} \cdot 0,75}{2} + \frac{3,14 \cdot 4,5^2}{4} \cdot \frac{360^{\circ} - 146,06^{\circ}}{360^{\circ}}$$

$$= 9,522 \text{ m}^2$$

## 2. Keliling Basah (P)

$$P = \pi \cdot D \cdot \frac{360^{\circ} - 146,06^{\circ}}{360^{\circ}}$$

$$= 3,14 \cdot 4,5 \cdot \frac{360^{\circ} - 146,06^{\circ}}{360^{\circ}}$$

$$= 7,744 \text{ m}$$

## 3. Jari-Jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{9,522}{7,744} = 1,229 \text{ m}$$

## 4. Debit Aliran (Q)

$$Q = A \cdot V$$

$$= 9,522 \cdot \frac{1}{0,033} \cdot 1,229^{2/3} \cdot 0,00697^{0,5}$$

$$= 27,64 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

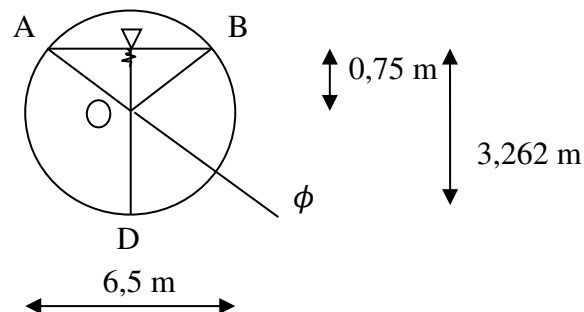
Didapatkan hasil debit saluran kapasitas Sudetan Sungai Ciliwung sebesar 27,64 m<sup>3</sup>/det untuk satu pipa dan 55,28 m<sup>3</sup>/det. Dapat disimpulkan bahwa debit Sudetan dapat mengurangi debit Sungai Ciliwung sebesar 413,660 m<sup>3</sup>/det menjadi 358,38 m<sup>3</sup>/det. Namun setelah adanya pengurangan debit dari Sudetan tersebut, debit Sungai Ciliwung masih meluap dan masih menyebabkan banjir. Oleh karena

itu, penulis mencoba untuk meredesain dimensi Sudetan dengan memperhitungkan debit banjir puncaknya dan kedalaman saluran agar dapat menampung debit sungai Ciliwung sehingga tidak lagi menyebabkan banjir.

Perencanaan saluran Sudetan dilakukan dengan cara *trial and error* (coba-coba) sebagai berikut:

Asumsi (D) = 6,5 m

Kemiringan dasar saluran :  $I = 0,0143$



$$\begin{aligned} d &= 0,80 \times D \\ &= 0,80 \times 4,15 \\ &= 3,32 \end{aligned}$$

$$\cos \phi = \frac{0,75}{2,57}$$

$$\phi = \cos^{-1} \frac{0,75}{2,57} = 73,034^\circ$$

$$2\phi = 146,06^\circ$$

##### 5. Luas Penampang (A)

$$A = L \text{ segitiga } AOB + L \text{ AOBD}$$

$$= \frac{\overrightarrow{AB} \cdot 0,75}{2} + \frac{\pi \cdot 6,5^2}{4} \cdot \frac{360^\circ - 146,06^\circ}{360^\circ}$$

$$= \frac{6,5 \sin 73,03^{\circ} \cdot 0,75}{2} + \frac{3,14 \cdot 6,5^2}{4} \cdot \frac{360^{\circ} - 146,06^{\circ}}{360^{\circ}}$$

$$= 22,0320 \text{ m}^2$$

## 6. Keliling Basah (P)

$$P = \pi \cdot D \cdot \frac{360^{\circ} - 146,06^{\circ}}{360^{\circ}}$$

$$= 3,14 \cdot 6,5 \cdot \frac{360^{\circ} - 146,06^{\circ}}{360^{\circ}}$$

$$= 12,1235 \text{ m}$$

## 7. Jari-Jari Hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P}$$

$$= \frac{22,0320}{12,1235} = 1,8173 \text{ m}$$

## 8. Debit Aliran (Q)

$$Q = A \cdot V$$

$$= 22,1235 \cdot \frac{1}{0,033} \cdot 1,8173^{2/3} \cdot 0,00697^{0,5}$$

$$= 83,00 \text{ m}^3 / \text{detik}$$

Dari uraian tersebut diatas maka dilakukan perubahan lebar dimensi untuk Sudetan menjadi 6,5 meter dan hasil debit Sudetan untuk dua pipa menjadi 166,00 m<sup>3</sup>/det. Dapat disimpulkan bahwa debit Sudetan dapat mengurangi debit Sungai Ciliwung sebesar 413,660 m<sup>3</sup>/det menjadi 247,66 m<sup>3</sup>/det sehingga wilayah Bidara Cina tidak terdapat banjir lagi.

#### 4.8 Pembahasan

Berdasarkan perhitungan, data curah hujan maksimum tahunan dengan menggunakan rumus aljabar didapatkan hujan rata-rata DAS Ciliwung adalah 282,167 mm, didapat pula debit rencana yang dihitung menggunakan metode Hidrograf Sintesis Satuan Nakayasu periode ulang 2 tahun hingga 100 tahun berturut-turut adalah 233,305 m<sup>3</sup>/det, 297,319 m<sup>3</sup>/det, 345,680 m<sup>3</sup>/det, 413,660 m<sup>3</sup>/det, 469,635 m<sup>3</sup>/det, 530,233 m<sup>3</sup>/det. Untuk hasil debit saluran kapasitas Sungai Ciliwung khususnya di wilayah Bidara Cina yaitu sebesar 303,77 m<sup>3</sup>/det. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa debit saluran Sungai Ciliwung tersebut hanya cukup untuk menampung debit banjir pada periode ulang 2 tahun sebesar 233.30 m<sup>3</sup>/det dan periode ulang 5 tahun sebesar 297,31 m<sup>3</sup>/det. Pada periode ulang 10, 25, 50 dan 100 tahun kapasitas Sungai Ciliwung khususnya wilayah Bidara Cina tidak mampu menampung debit banjir dengan periode ulang tersebut karena debit banjir lebih besar dari debit saluran.

Tetapi jika dibandingkan dengan perhitungan debit banjir pada Laporan Akhir Sungai Ciliwung, debit banjir yang dapat di tampung oleh debit saluran sebesar 303,77 m<sup>3</sup>/det adalah periode ulang 2 tahun saja.

Tabel 4.31 Debit Rencana Pada Laporan Akhir Sungai Ciliwung

<b>NO</b>	<b>Periode Ulang (Tahun)</b>	<b>Debit Banjir Puncak (Qp = m<sup>3</sup>/det)</b>
1	2	141.35
2	5	312.05
3	10	385.21
4	25	439.35
5	50	481.20
6	100	521.00



Sumber : Laporan Akhir Sungai Ciliwung

Didapatkan hasil debit saluran kapasitas Sudetan Sungai Ciliwung sebesar 27,64 m<sup>3</sup>/det untuk satu pipa dan 55,28 m<sup>3</sup>/det. Dapat disimpulkan bahwa debit Sudetan dapat mengurangi debit Sungai Ciliwung sebesar 413,660 m<sup>3</sup>/det menjadi 358,38 m<sup>3</sup>/det. Namun setelah adanya pengurangan debit dari Sudetan tersebut, debit Sungai Ciliwung masih meluap dan masih menyebabkan banjir. Oleh karena itu, dilakukan desain ulang dimensi Sudetan dengan memperhitungkan debit banjir puncaknya dan kedalaman saluran agar dapat menampung debit sungai Ciliwung sehingga tidak lagi menyebabkan banjir.

Setelah dilakukan perencanaan ulang dimensi saluran Sudetan tersebut, dapat disimpulkan bahwa Sudetan dengan penambahan lebar dimensi menjadi 6,5 meter didapat debit maksimal Sudetan Sungai Ciliwung yaitu sebesar 83,00 m<sup>3</sup>/det untuk satu pipa dan 166,00 m<sup>3</sup>/det untuk dua pipa saluran dan dapat mengurangi debit banjir Sungai Ciliwung sebesar 413,660 m<sup>3</sup>/det menjadi 247,66 m<sup>3</sup>/det, sehingga kapasitas sungai Ciliwung wilayah Bidara Cina dapat menampung debit banjir dan tidak menyebabkan terjadinya banjir.

#### **4.9 Keterbatasan Penelitian**

Meski dalam penelitian ini sudah dilakukan perhitungan secara terencana, namun pada akhirnya tidak terlepas dari segala kekurangan dan dengan segala keterbatasannya. Keterbatasan dan kekurangan yang ada antara lain:

1. Kurang lengkapnya data stasiun curah hujan di sungai Ciliwung sehingga data curah hujan yang dihasilkan tidak dapat digunakan untuk perencanaan, dan data yang digunakan untuk perencanaan curah hujan

rencana menggunakan stasiun curah hujan terdekat dengan DAS Ciliwung yang memiliki data curah hujan yang lengkap.

2. Perhitungan debit banjir rencana hanya menggunakan satu metode yaitu metode Nakayasu sehingga hasil yang diperoleh berbeda dengan perhitungan perencanaan.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan perhitungan hasil analisis rencana sudetan sungai ciliwung menuju kanal banjir timur terhadap debit banjir sungai ciliwung, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

Dari hasil perhitungan, kapasitas tampung Sungai Ciliwung wilayah Bidara Cina yaitu sebesar 303,77 m<sup>3</sup>/det, dan debit banjir puncak pada periode ulang 25 tahun (Q<sub>25</sub>) pada Sungai Ciliwung yaitu sebesar 413,660 m<sup>3</sup>/det. Hasil perhitungan debit saluran kapasitas Sudetan Sungai Ciliwung sebesar 27,64 m<sup>3</sup>/det untuk satu pipa dan 55,28 m<sup>3</sup>/det untuk dua pipa. Kapasitas saluran Sudetan tersebut dapat mengurangi debit Sungai Ciliwung sebesar 413,660 m<sup>3</sup>/det menjadi 358,38 m<sup>3</sup>/det. Namun setelah adanya pengurangan debit dari Sudetan tersebut, debit Sungai Ciliwung masih meluap dan masih menyebabkan banjir. Oleh karena itu, dilakukan desain ulang dimensi Sudetan dengan memperbesar dimesi Sudetan menjadi lebih besar sehingga Sudetan dapat menampung debit banjir Sungai Ciliwung dan tidak lagi menyebabkan banjir.

## 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh penulis, maka penulis memberikan saran:

1. Adanya penambahan data pada stasiun curah hujan, peta serta data tata guna lahan yang lebih informatif, sehingga hasil mendekati kondisi lapangan.
2. Perlu diadakan Normalisasi pada Sungai Ciliwung sehingga kapasitas tampung sungai Ciliwung menjadi lebih besar dan dapat menampung debit banjir puncak yang terjadi sehingga tidak terjadi banjir lagi.
3. Perlu dilakukan dimensi ulang pada Sudetan Sungai Ciliwung sehingga kapasitas Sudetan dapat menampung lebih banyak debit banjir dan dapat mengurangi banjir Sungai Ciliwung secara maksimal sehingga tidak terjadi banjir lagi.
4. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai sedimentasi Sungai Ciliwung. Hal ini diperlukan untuk mengetahui tinggi dari sedimentasi yang ada di dalam sungai yang berpengaruh terhadap volume tampungan dari sungai.
5. Perlu dilakukan normalisasi pada Sungai Cipinang sehingga tidak terjadi banjir apabila terjadi penambahan debit air dari Sudetan Sungai Ciliwung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agus, Irianto. 2004. *Analisis Dan Perhitungan Debit Sungai Ciliwung di Bendung Katulampa*. [Skripsi]. Fakultas Teknik, Universitas Tarumanegara.
- Amelia, Devita. 2012. *Perencanaan Kapasitas Pompa Berdasarkan Debit Air yang Masuk (Inflow) Pada Waduk Pluit*. [Skripsi]. Fakultas Teknik, UNJ.
- Amalia, Rizky. 2013. *Kaji Ulang Debit Banjir Rencana pada Normalisasi Sungai Pesangrahan, Jakarta*. [Skripsi]. Fakultas Teknik, UNJ
- Badan Standardisasi Nasional. 1989. SK SNI M-18-1989-F. *Metode Perhitungan Debit Banjir*.
- Badan Standarisasi Nasional. 1994. SK SNI 03-3424-1994. *Tata cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan*.
- Chow, Ven Te. Terjemahan oleh Rosalina, E.V.N. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Direktorat Jendral Pengairan, Direktorat Sungai, dan Departemen Pekerjaan Umum. 1992. *Cara Menghitung Design Flood*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit Pekerjaan Umum Jakarta.
- Febrina, Girsang. 2007. *Analisis Curah hujan untuk pendugaan debit puncak dengan metode rasional pada DAS Belawan Kabupaten Deli Serdang*. [Skripsi]. Fakultas Teknik, USU.
- Kementrian Pekerjaan Umum. 1991. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.35 Tahun 1991 Tentang Sungai*. Jakarta. PU
- Kodoatie, Robert J. 2013. *Rekayasa dan Manajamen Banjir Kota*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset
- Maryono. 2007. *Drainase Perkotaan*. Jakarta: UPT Penerbitan Universitas Tarumanegara.
- Sosrodarsono, Suyono & Kensaku Takeda 1993. *Hidrologi Untuk Pengairan*. Jakarta: Penerbit Pradnya Paramitha.
- Sosrodarsono, Suyono & Tominaga, Masateru. Terjemahan oleh Ir.M Yusuf Gayo. 1994 . *Perbaikan dan Pengaturan Sungai*. Jakarta: Penerbit Pradnya Paramitha.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung: Nova
- Soemarto, C.D. 1995. *Hidrologi Teknik*, Jakarta: Erlangga

- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Syarifuddin dkk. 2008. *Masalah Banjir Di Wilayah DKI Jakarta*. Jakarta: Idhea Darma.
- Tominaga. 1995. *Hidrologi Pengairan : Rekayasa Dan Debit Banjir*. Jakarta : Nova Pustaka.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta: Penerbit Beta Offset.

### Nilai Variabel Reduksi Gauss

No.	Periode ulang, T (tahun)	Peluang	$K_T$	No.	Periode ulang, T (tahun)	Peluang	$K_T$
1	1,001	0,999	-3,05	12	3,330	0,300	0,52
2	1,005	0,995	-2,58	13	4,000	0,250	0,67
3	1,010	0,990	-2,33	14	5,000	0,200	0,84
4	1,015	0,950	-1,64	15	10,000	0,100	1,28
5	1,110	0,900	-1,28	16	20,000	0,050	1,64
6	1,250	0,800	-0,84	17	50,000	0,020	2,05
7	1,330	0,750	-0,67	18	100,000	0,010	2,33
8	1,430	0,700	-0,52	19	200,000	0,005	2,58
9	1,670	0,600	-0,25	20	500,000	0,002	2,88
10	2,000	0,500	0	21	1000,000	0,001	3,09
11	2,500	0,400	0,25				

Sumber: Suripin, 2004

### Reduced Variate, $Y_{Tr}$ sebagai Fungsi Periode Ulang

Periode Ulang, $T_r$ (tahun)	Reduced Variate, $Y_{Tr}$	Periode Ulang, $T_r$ (tahun)	Reduced Variate, $Y_{Tr}$
2	0,3668	100	4,6012
5	1,5004	200	5,2969
10	2,2510	250	5,5206
20	2,9709	500	6,2149
25	3,1993	1000	6,9087
50	3,9028	5000	8,5188
75	4,3117	10000	9,2121

Sumber: Suripin, 2004

## NILAI K DISTRIBUSI LOG PEARSON TIPE III

Kemencengan (Cs)	Periode Ulang (Tahun)									
	2	5	10	20	25	50	100	200	500	1000
3	-0.36	0.42	1.18	1.912	2.278	3.152	4.051	4.97	5.825	7.25
2.5	-0.36	0.518	1.25	1.924667	2.262	3.048	3.845	4.652	5.3825	6.6
2.2	-0.33	0.574	1.284	1.921333	2.24	2.97	3.705	4.444	5.1025	6.2
2	-0.307	0.609	1.302	1.913333	2.219	2.912	3.605	4.298	4.9025	5.91
1.8	-0.282	0.643	1.318	1.901333	2.193	2.848	3.499	4.147	4.714375	5.66
1.6	-0.254	0.675	1.329	1.885	2.163	2.78	3.388	3.99	4.515	5.39
1.4	-0.225	0.705	1.337	1.864333	2.128	2.706	3.271	3.828	4.30875	5.11
1.2	-0.195	0.732	1.34	1.838	2.087	2.626	3.149	3.661	4.095625	4.82
1	-0.164	0.758	1.34	1.808667	2.043	2.542	3.022	3.489	3.883125	4.54
0.9	-0.148	0.769	1.339	1.791667	2.018	2.498	2.957	3.401	3.77375	4.395
0.8	-0.132	0.78	1.336	1.777333	1.998	2.453	2.891	3.312	3.66375	4.25
0.7	-0.116	0.79	1.333	1.755667	1.967	2.407	2.824	3.223	3.55375	4.105
0.6	-0.099	0.8	1.328	1.735333	1.939	2.359	2.755	3.132	3.4425	3.96
0.5	-0.083	0.808	1.323	1.714333	1.91	2.311	2.686	3.041	3.33125	3.815
0.4	-0.066	0.816	1.317	1.692333	1.88	2.261	2.615	2.949	3.219375	3.67
0.3	-0.05	0.824	1.309	1.669	1.849	2.211	2.544	2.856	3.106875	3.525
0.2	-0.033	0.842	1.282	1.594667	1.751	2.054	2.326	2.576	2.76875	3.09
0.1	-0.017	0.836	1.27	1.597333	1.761	2	2.252	2.482	3.0325	3.95
0	0	0.842	1.282	1.594667	1.751	2.054	2.326	2.576	2.76875	3.09
-0.1	0.017	0.85	1.258	1.539333	1.68	1.945	2.178	2.388	2.97375	3.95
-0.2	0.033	0.85	1.258	1.539333	1.68	1.945	2.178	2.388	2.54625	2.81
-0.3	0.05	0.853	1.245	1.510333	1.643	1.89	2.104	2.294	2.436875	2.675
-0.4	0.066	0.855	1.231	1.481	1.606	1.834	2.029	2.21	2.33375	2.54
-0.5	0.083	0.856	1.26	1.464667	1.567	1.777	1.955	2.108	2.2175	2.4
-0.6	0.099	0.857	1.2	1.418667	1.528	1.72	1.88	2.016	2.113125	2.275
-0.7	0.116	0.857	1.183	1.386333	1.488	1.663	1.806	1.926	2.01	2.15
-0.8	0.132	0.856	1.166	1.354	1.448	1.606	1.733	1.873	1.93375	2.035
-0.9	0.148	0.854	1.147	1.320333	1.407	1.549	1.66	1.749	1.809375	1.91
-1	0.164	0.852	1.128	1.286667	1.366	1.492	1.588	1.664	1.715	1.8
-1.2	0.195	0.844	1.086	1.216667	1.282	1.379	1.449	1.501	1.5475	1.625
-1.4	0.225	0.832	1.041	1.145667	1.198	1.2701	1.318	1.351	1.39375	1.465
-1.551434577	0.24696	0.82064	1.0054	1.092412	1.135912	1.19128	1.2264	1.24878	1.277335	1.32492
-1.6	0.254	0.817	0.994	1.075333	1.116	1.166	1.197	1.216	1.24	1.28
-1.8	0.282	0.799	0.945	1.005	1.035	1.069	1.087	1.097	1.109375	1.13
-2	0.307	0.777	0.895	0.937667	0.959	0.98	0.99	1.995	1.621875	1
-2.2	0.33	0.752	0.844	0.873333	0.888	0.9	0.905	0.907	0.908125	0.91
-2.5	0.36	0.711	0.771	0.785667	0.793	0.798	0.799	0.8	0.80075	0.802
-3	0.396	0.636	0.66	0.664	0.666	0.666	0.667	0.667	0.667375	0.668



### Nilai Kritis untuk Uji Chi-kuadrat

dk	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,01	0,0201	0,0506	0,103	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,0717	0,115	0,216	0,352	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	11,070	12,832	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,712	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,66	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,367
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,578	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,114	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,26	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,26	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,52	11,542	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,16	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	54,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

Sumber: Suripin, 2004

**Reduced Mean,  $Y_n$  Sebagai Fungsi Dari Banyak N Data**

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,8396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5602	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

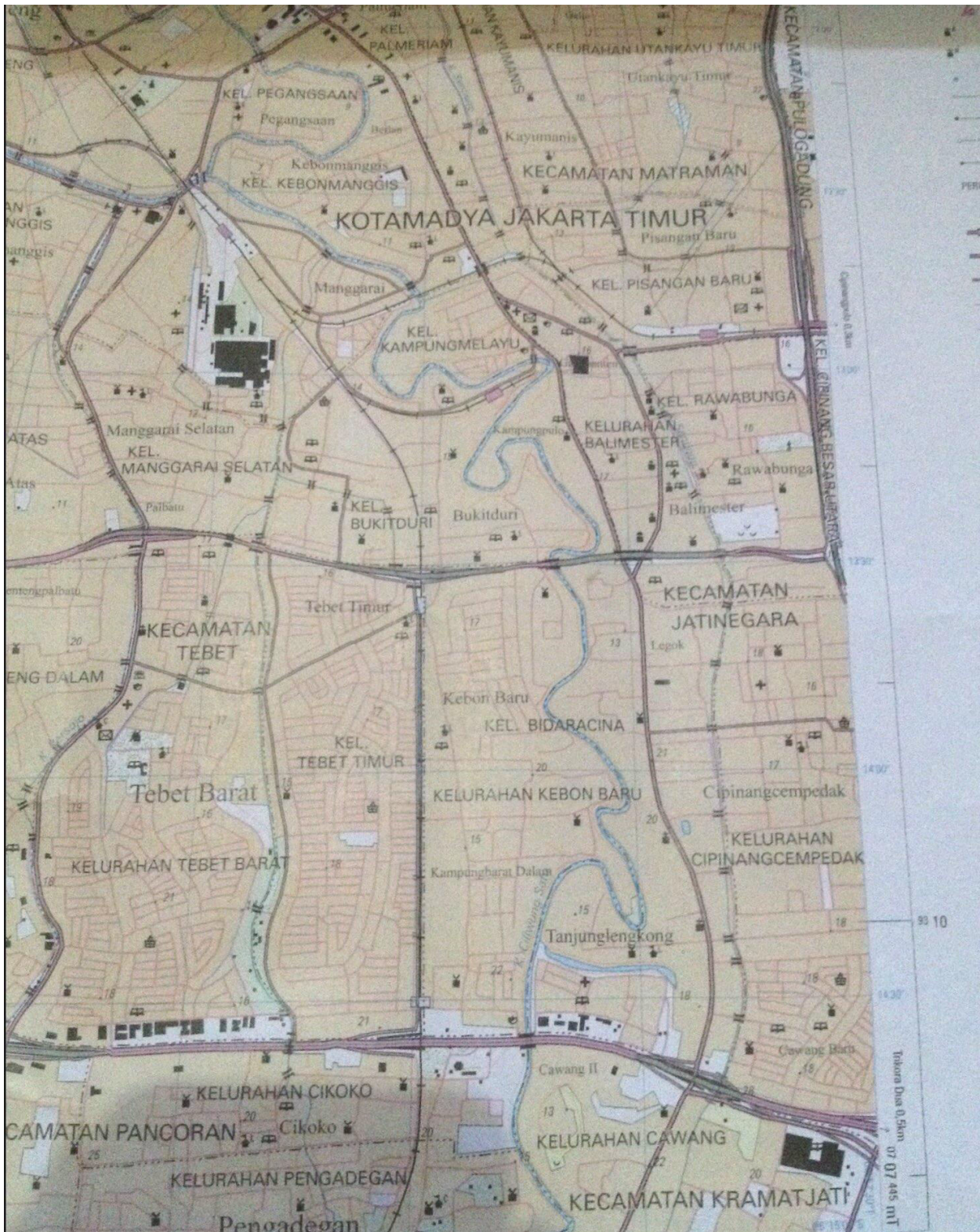
**Reduced Standard Deviation ( $S_n$ ) Sebagai Fungsi Dari Banyak N Data**

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,5035	0,9971	1,0095	1,0206	1,0326	1,0493	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0864	1,0864	1,0915	1,0961	1,1047	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1255	1,1255	1,1285	1,1313	1,1363	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1499	1,1499	1,1519	1,1538	1,1574	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1667	1,1667	1,1681	1,1696	1,1721	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1793	1,1793	1,1803	1,1814	1,1834	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1890	1,1890	1,1898	1,1906	1,1923	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1967	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2032	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2081	1,2084	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

Tabel Harga n Untuk Rumus Manning (SNI 03-3424-1994)

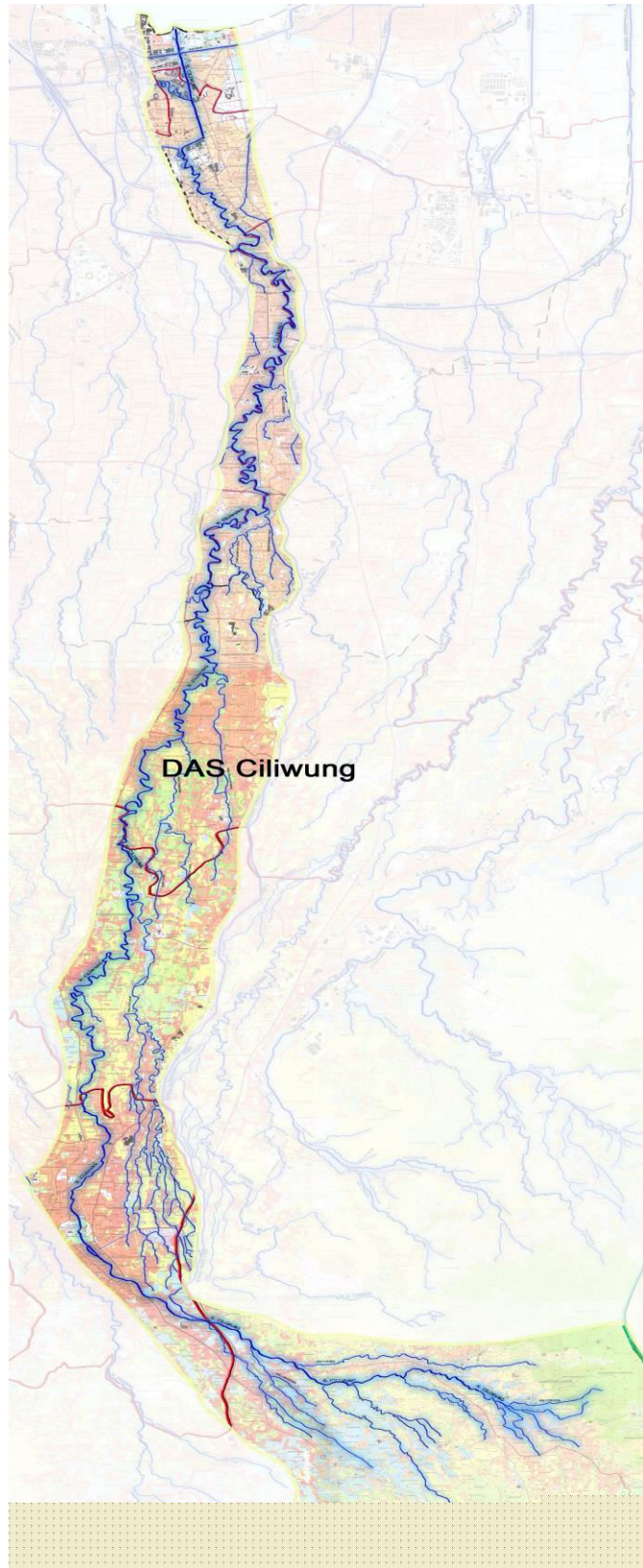
No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
<b>Saluran Buatan</b>					
01	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,025
02	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0,023	0,028	0,030	0,040
03	Saluran pada dinding buatan, lurus, teratur	0,020	0,030	0,033	0,035
04	Saluran pada dinidng buatan, tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
05	Saluran batuan yang diledakkan, ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
06	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
07	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
<b>Saluran Alam</b>					
08	Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
09	Seperti no. 8, tetapi ada timbunan atau kerikil	0,030	0,033	0,035	0,040
10	Melengkung, bersih, berlubang dan berdiniding pasir	0,033	0,035	0,040	0,045
11	Seperti no. 10, dangkal, tidak teratur	0,040	0,045	0,050	0,055
12	Seperti no. 10, berbatu dan ada tumbuh-tumbuhan	0,035	0,040	0,045	0,050
13	Seperti no. 11, sebagian berbatu	0,045	0,050	0,055	0,060
14	Aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan berlubang	0,050	0,060	0,070	0,080
15	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075	0,100	0,125	0,150
<b>Saluran Buatan, Beton, Atau Batu Kali</b>					
16	Saluran pemasangan batu, tanpa penyelesaian	0,025	0,030	0,033	0,035
17	Seperti no. 16, tapi dengan penyelesaian	0,017	0,020	0,025	0,030
18	Saluran beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19	Saluran beton halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,015
21	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0,015	0,016	0,018	0,018

## PETA TOPOGRAFI WILAYAH BIDARA CINA





# PETA DAS CILIWUNG



**PERHITUNGAN DEBIT BANJIR RENCANA PERIODE ULANG 2 TAHUN**

P Rencana = 262,24mm

**METODE HSS NAKAYASU**

t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Curah Hujan Rencana (mm)						Total Debit (Qt = m <sup>3</sup> /s)	Hid. Sat. 6 jam (Qt = m <sup>3</sup> /s)
		1	2	3	4	5	6		
		154.91	77.42	61.14	52.54	39.44	31.49		
0.00	0.000	0.000						0.000	0.000
1.00	0.013	2.003	0.000					2.003	0.334
2.00	0.068	10.570	1.001	0.000				11.571	1.929
3.00	0.181	27.971	5.282	0.790	0.000			34.044	5.674
4.00	0.360	55.790	13.978	4.172	0.679	0.000		74.620	12.437
5.00	0.615	95.311	27.881	11.041	3.585	0.510	0.000	138.327	23.055
6.00	0.953	147.631	47.631	22.021	9.486	2.691	0.407	229.868	38.311
7.00	1.380	213.722	73.778	37.621	18.921	7.122	2.149	353.313	58.886
8.00	1.901	294.463	106.807	58.272	32.325	14.205	5.686	511.758	85.293
9.00	2.522	390.658	147.157	84.359	50.069	24.268	11.341	707.852	117.975
10.00	3.247	503.054	195.230	116.229	72.484	37.589	19.375	943.962	157.327
10.76	3.867	599.073	251.399	154.198	99.867	54.417	30.011	1188.967	198.161
11.00	3.784	586.109	299.384	198.563	132.492	74.975	43.447	1334.970	222.495
12.00	3.459	535.902	292.905	236.463	170.611	99.468	59.860	1395.209	232.535
13.00	3.163	489.995	267.815	231.346	203.175	128.086	79.416	1399.833	233.305
14.00	2.892	448.022	244.873	211.528	198.779	152.534	102.264	1358.000	226.333
15.00	2.644	409.643	223.897	193.408	181.751	149.233	121.783	1279.716	213.286
16.00	2.418	374.553	204.718	176.841	166.182	136.449	119.148	1177.890	196.315
17.00	2.211	342.468	187.181	161.692	151.946	124.761	108.942	1076.990	179.498
18.00	2.021	313.131	171.147	147.841	138.930	114.074	99.609	984.733	164.122
19.00	1.848	286.308	156.486	135.177	127.029	104.302	91.077	900.379	150.063
20.00	1.690	261.782	143.081	123.598	116.148	95.367	83.275	823.251	137.209
21.00	1.545	239.358	130.825	113.010	106.198	87.198	76.141	752.730	125.455
22.00	1.413	218.854	119.618	103.329	97.101	79.728	69.619	688.250	114.708
23.00	1.292	200.106	109.371	94.478	88.783	72.899	63.655	629.293	104.882
24.00	1.181	182.965	100.002	86.385	81.178	66.654	58.203	575.387	95.898
24.20	1.160	179.733	91.436	78.985	74.224	60.944	53.217	538.540	89.757
25.00	1.106	171.339	89.821	72.219	67.866	55.724	48.658	505.627	84.271
26.00	1.042	161.409	85.626	70.943	62.053	50.950	44.490	475.471	79.245
27.00	0.982	152.055	80.664	67.630	60.956	46.586	40.679	448.569	74.762
28.00	0.925	143.242	75.989	63.711	58.110	45.763	37.194	424.008	70.668
29.00	0.871	134.940	71.585	60.018	54.742	43.626	36.537	401.448	66.908
30.00	0.821	127.120	67.436	56.540	51.569	41.097	34.831	378.593	63.099
31.00	0.773	119.752	63.528	53.263	48.580	38.716	32.812	356.651	59.442
32.00	0.728	112.812	59.846	50.176	45.765	36.472	30.911	335.981	55.997
33.00	0.686	106.274	56.377	47.268	43.113	34.358	29.119	316.509	52.752
34.00	0.646	100.115	53.110	44.529	40.614	32.367	27.432	298.166	49.694

35.00	0.609	94.313	50.032	41.948	38.260	30.491	25.842	280.885	46.814
36.00	0.574	88.847	47.132	39.517	36.043	28.724	24.344	264.606	44.101
37.00	0.540	83.697	44.401	37.227	33.954	27.059	22.933	249.271	41.545
38.00	0.509	78.847	41.827	35.069	31.986	25.491	21.604	234.824	39.137
39.00	0.479	74.277	39.403	33.037	30.132	24.014	20.352	221.215	36.869
40.00	0.452	69.972	37.120	31.122	28.386	22.622	19.172	208.394	34.732
41.00	0.426	65.917	34.968	29.318	26.741	21.311	18.061	196.316	32.719
42.00	0.401	62.097	32.942	27.619	25.191	20.076	17.015	184.939	30.823
43.00	0.378	58.498	31.033	26.018	23.731	18.912	16.028	174.220	29.037
44.00	0.356	55.108	29.234	24.510	22.356	17.816	15.100	164.123	27.354
44.37	0.348	53.920	27.540	23.090	21.060	16.784	14.224	156.617	26.103
45.00	0.338	52.408	26.946	21.752	19.840	15.811	13.400	150.156	25.026
46.00	0.323	50.113	26.191	21.283	18.690	14.894	12.623	143.794	23.966
47.00	0.309	47.919	25.044	20.686	18.287	14.031	11.892	137.858	22.976
48.00	0.296	45.820	23.947	19.780	17.774	13.729	11.203	132.253	22.042
49.00	0.283	43.814	22.898	18.914	16.996	13.344	10.961	126.927	21.155
50.00	0.270	41.895	21.896	18.086	16.252	12.760	10.654	121.542	20.257
51.00	0.259	40.061	20.937	17.294	15.540	12.201	10.187	116.220	19.370
52.00	0.247	38.306	20.020	16.537	14.859	11.667	9.741	111.130	18.522
53.00	0.236	36.629	19.143	15.813	14.209	11.156	9.315	106.264	17.711
54.00	0.226	35.025	18.305	15.120	13.587	10.667	8.907	101.611	16.935
55.00	0.216	33.491	17.504	14.458	12.992	10.200	8.517	97.161	16.194
56.00	0.207	32.025	16.737	13.825	12.423	9.753	8.144	92.907	15.484
57.00	0.198	30.622	16.004	13.219	11.879	9.326	7.787	88.838	14.806
58.00	0.189	29.281	15.303	12.641	11.359	8.918	7.446	84.948	14.158
59.00	0.181	27.999	14.633	12.087	10.861	8.527	7.120	81.228	13.538
60.00	0.173	26.773	13.992	11.558	10.386	8.154	6.808	77.671	12.945
61.00	0.165	25.601	13.380	11.052	9.931	7.797	6.510	74.270	12.378
62.00	0.158	24.480	12.794	10.568	9.496	7.456	6.225	71.018	11.836
63.00	0.151	23.408	12.234	10.105	9.080	7.129	5.953	67.908	11.318
64.00	0.144	22.383	11.698	9.662	8.682	6.817	5.692	64.934	10.822
65.00	0.138	21.403	11.186	9.239	8.302	6.518	5.443	62.091	10.348
66.00	0.132	20.465	10.696	8.835	7.939	6.233	5.204	59.372	9.895
67.00	0.126	19.569	10.227	8.448	7.591	5.960	4.976	56.772	9.462
68.00	0.121	18.712	9.780	8.078	7.259	5.699	4.758	54.286	9.048
69.00	0.116	17.893	9.351	7.724	6.941	5.449	4.550	51.909	8.651
70.00	0.110	17.109	8.942	7.386	6.637	5.211	4.351	49.636	8.273
71.00	0.106	16.360	8.550	7.063	6.346	4.983	4.160	47.462	7.910
72.00	0.101	15.644	8.176	6.753	6.068	4.764	3.978	45.384	7.564
73.00	0.097	14.959	7.818	6.458	5.803	4.556	3.804	43.397	7.233
74.00	0.092	14.304	7.476	6.175	5.549	4.356	3.637	41.496	6.916
75.00	0.088	13.677	7.148	5.904	5.306	4.166	3.478	39.679	6.613
76.00	0.084	13.078	6.835	5.646	5.073	3.983	3.326	37.942	6.324
77.00	0.081	12.506	6.536	5.399	4.851	3.809	3.180	36.280	6.047

78.00	0.077	11.958	6.250	5.162	4.639	3.642	3.041	34.691	5.782
79.00	0.074	11.434	5.976	4.936	4.436	3.482	2.908	33.172	5.529
80.00	0.071	10.934	5.714	4.720	4.241	3.330	2.780	31.720	5.287
81.00	0.067	10.455	5.464	4.513	4.056	3.184	2.659	30.331	5.055
82.00	0.065	9.997	5.225	4.316	3.878	3.045	2.542	29.003	4.834
83.00	0.062	9.559	4.996	4.127	3.708	2.911	2.431	27.733	4.622
84.00	0.059	9.141	4.777	3.946	3.546	2.784	2.324	26.518	4.420
85.00	0.056	8.740	4.568	3.773	3.391	2.662	2.223	25.357	4.226
86.00	0.054	8.358	4.368	3.608	3.242	2.545	2.125	24.247	4.041
87.00	0.052	7.992	4.177	3.450	3.100	2.434	2.032	23.185	3.864
88.00	0.049	7.642	3.994	3.299	2.964	2.327	1.943	22.170	3.695
89.00	0.047	7.307	3.819	3.154	2.835	2.225	1.858	21.199	3.533
90.00	0.045	6.987	3.652	3.016	2.710	2.128	1.777	20.270	3.378
91.00	0.043	6.681	3.492	2.884	2.592	2.035	1.699	19.383	3.230
92.00	0.041	6.389	3.339	2.758	2.478	1.946	1.625	18.534	3.089
93.00	0.039	6.109	3.193	2.637	2.370	1.861	1.553	17.722	2.954
94.00	0.038	5.841	3.053	2.522	2.266	1.779	1.485	16.946	2.824
95.00	0.036	5.586	2.919	2.411	2.167	1.701	1.420	16.204	2.701
96.00	0.034	5.341	2.791	2.306	2.072	1.627	1.358	15.495	2.582
97.00	0.033	5.107	2.669	2.205	1.981	1.555	1.299	14.816	2.469
98.00	0.032	4.883	2.552	2.108	1.894	1.487	1.242	14.167	2.361
99.00	0.030	4.670	2.441	2.016	1.811	1.422	1.187	13.547	2.258
100.00	0.029	4.465	2.334	1.928	1.732	1.360	1.135	12.954	2.159
101.00	0.028	4.270	2.231	1.843	1.656	1.300	1.086	12.387	2.064
102.00	0.026	4.083	2.134	1.762	1.584	1.243	1.038	11.844	1.974
103.00	0.025	3.904	2.040	1.685	1.514	1.189	0.993	11.326	1.888
104.00	0.024	3.733	1.951	1.611	1.448	1.137	0.949	10.830	1.805
105.00	0.023	3.569	1.866	1.541	1.385	1.087	0.908	10.355	1.726
106.00	0.022	3.413	1.784	1.473	1.324	1.040	0.868	9.902	1.650
107.00	0.021	3.264	1.706	1.409	1.266	0.994	0.830	9.468	1.578
108.00	0.020	3.121	1.631	1.347	1.211	0.950	0.794	9.054	1.509
109.00	0.019	2.984	1.560	1.288	1.158	0.909	0.759	8.657	1.443
110.00	0.018	2.853	1.491	1.232	1.107	0.869	0.726	8.278	1.380
111.00	0.018	2.729	1.426	1.178	1.058	0.831	0.694	7.916	1.319
112.00	0.017	2.609	1.364	1.126	1.012	0.795	0.663	7.569	1.262
113.00	0.016	2.495	1.304	1.077	0.968	0.760	0.634	7.238	1.206
114.00	0.015	2.386	1.247	1.030	0.925	0.727	0.607	6.921	1.153
115.00	0.015	2.281	1.192	0.985	0.885	0.695	0.580	6.618	1.103
116.00	0.014	2.181	1.140	0.942	0.846	0.664	0.555	6.328	1.055
117.00	0.013	2.086	1.090	0.900	0.809	0.635	0.530	6.051	1.008
118.00	0.013	1.994	1.042	0.861	0.774	0.607	0.507	5.786	0.964
119.00	0.012	1.907	0.997	0.823	0.740	0.581	0.485	5.532	0.922
120.00	0.012	1.824	0.953	0.787	0.707	0.555	0.464	5.290	0.882
121.00	0.011	1.744	0.911	0.753	0.676	0.531	0.443	5.058	0.843



122.00	0.011	1.667	0.871	0.720	0.647	0.508	0.424	4.837	0.806
123.00	0.010	1.594	0.833	0.688	0.618	0.486	0.405	4.625	0.771
124.00	0.010	1.524	0.797	0.658	0.591	0.464	0.388	4.423	0.737
125.00	0.009	1.458	0.762	0.629	0.565	0.444	0.371	4.229	0.705
126.00	0.009	1.394	0.728	0.602	0.541	0.425	0.354	4.044	0.674
127.00	0.009	1.333	0.697	0.575	0.517	0.406	0.339	3.867	0.644
128.00	0.008	1.274	0.666	0.550	0.494	0.388	0.324	3.697	0.616
129.00	0.008	1.219	0.637	0.526	0.473	0.371	0.310	3.535	0.589
130.00	0.008	1.165	0.609	0.503	0.452	0.355	0.296	3.381	0.563
131.00	0.007	1.114	0.582	0.481	0.432	0.339	0.283	3.233	0.539
132.00	0.007	1.065	0.557	0.460	0.413	0.325	0.271	3.091	0.515
133.00	0.007	1.019	0.532	0.440	0.395	0.310	0.259	2.956	0.493
134.00	0.006	0.974	0.509	0.421	0.378	0.297	0.248	2.826	0.471
135.00	0.006	0.932	0.487	0.402	0.361	0.284	0.237	2.703	0.450
136.00	0.006	0.891	0.466	0.385	0.346	0.271	0.227	2.584	0.431
137.00	0.005	0.852	0.445	0.368	0.330	0.259	0.217	2.471	0.412
138.00	0.005	0.814	0.426	0.352	0.316	0.248	0.207	2.363	0.394
139.00	0.005	0.779	0.407	0.336	0.302	0.237	0.198	2.259	0.377
140.00	0.005	0.745	0.389	0.321	0.289	0.227	0.189	2.160	0.360
141.00	0.005	0.712	0.372	0.307	0.276	0.217	0.181	2.066	0.344
142.00	0.004	0.681	0.356	0.294	0.264	0.207	0.173	1.975	0.329
143.00	0.004	0.651	0.340	0.281	0.253	0.198	0.166	1.889	0.315
144.00	0.004	0.623	0.325	0.269	0.242	0.190	0.158	1.806	0.301
145.00	0.004	0.595	0.311	0.257	0.231	0.181	0.151	1.727	0.288
146.00	0.004	0.569	0.298	0.246	0.221	0.173	0.145	1.651	0.275
147.00	0.004	0.544	0.284	0.235	0.211	0.166	0.138	1.579	0.263
148.00	0.003	0.520	0.272	0.225	0.202	0.159	0.132	1.510	0.252
149.00	0.003	0.498	0.260	0.215	0.193	0.152	0.127	1.444	0.241
150.00	0.003	0.476	0.249	0.205	0.185	0.145	0.121	1.381	0.230
151.00	0.003	0.455	0.238	0.196	0.177	0.139	0.116	1.320	0.220
152.00	0.003	0.435	0.227	0.188	0.169	0.133	0.111	1.262	0.210
153.00	0.003	0.416	0.217	0.180	0.161	0.127	0.106	1.207	0.201
154.00	0.003	0.398	0.208	0.172	0.154	0.121	0.101	1.154	0.192
155.00	0.002	0.380	0.199	0.164	0.148	0.116	0.097	1.104	0.184
156.00	0.002	0.364	0.190	0.157	0.141	0.111	0.093	1.055	0.176
157.00	0.002	0.348	0.182	0.150	0.135	0.106	0.088	1.009	0.168
158.00	0.002	0.333	0.174	0.144	0.129	0.101	0.085	0.965	0.161
159.00	0.002	0.318	0.166	0.137	0.123	0.097	0.081	0.923	0.154
160.00	0.002	0.304	0.159	0.131	0.118	0.093	0.077	0.882	0.147
161.00	0.002	0.291	0.152	0.126	0.113	0.089	0.074	0.844	0.141
162.00	0.002	0.278	0.145	0.120	0.108	0.085	0.071	0.807	0.134
163.00	0.002	0.266	0.139	0.115	0.103	0.081	0.068	0.771	0.129
164.00	0.002	0.254	0.133	0.110	0.099	0.077	0.065	0.738	0.123
165.00	0.002	0.243	0.127	0.105	0.094	0.074	0.062	0.705	0.118

166.00	0.002	0.232	0.121	0.100	0.090	0.071	0.059	0.674	0.112
167.00	0.001	0.222	0.116	0.096	0.086	0.068	0.057	0.645	0.107
168.00	0.001	0.213	0.111	0.092	0.082	0.065	0.054	0.617	0.103
169.00	0.001	0.203	0.106	0.088	0.079	0.062	0.052	0.590	0.098
170.00	0.001	0.194	0.102	0.084	0.075	0.059	0.049	0.564	0.094
171.00	0.001	0.186	0.097	0.080	0.072	0.057	0.047	0.539	0.090
172.00	0.001	0.178	0.093	0.077	0.069	0.054	0.045	0.516	0.086
173.00	0.001	0.170	0.089	0.073	0.066	0.052	0.043	0.493	0.082
174.00	0.001	0.162	0.085	0.070	0.063	0.049	0.041	0.471	0.079
175.00	0.001	0.155	0.081	0.067	0.060	0.047	0.040	0.451	0.075
176.00	0.001	0.149	0.078	0.064	0.058	0.045	0.038	0.431	0.072
177.00	0.001	0.142	0.074	0.061	0.055	0.043	0.036	0.412	0.069
178.00	0.001	0.136	0.071	0.059	0.053	0.041	0.035	0.394	0.066
179.00	0.001	0.130	0.068	0.056	0.050	0.040	0.033	0.377	0.063
180.00	0.001	0.124	0.065	0.054	0.048	0.038	0.032	0.360	0.060
181.00	0.001	0.119	0.062	0.051	0.046	0.036	0.030	0.345	0.057
182.00	0.001	0.114	0.059	0.049	0.044	0.035	0.029	0.329	0.055
183.00	0.001	0.109	0.057	0.047	0.042	0.033	0.028	0.315	0.053
184.00	0.001	0.104	0.054	0.045	0.040	0.032	0.026	0.301	0.050
185.00	0.001	0.099	0.052	0.043	0.039	0.030	0.025	0.288	0.048
186.00	0.001	0.095	0.050	0.041	0.037	0.029	0.024	0.275	0.046
187.00	0.001	0.091	0.047	0.039	0.035	0.028	0.023	0.263	0.044
188.00	0.001	0.087	0.045	0.037	0.034	0.026	0.022	0.252	0.042
189.00	0.001	0.083	0.043	0.036	0.032	0.025	0.021	0.241	0.040
190.00	0.001	0.079	0.041	0.034	0.031	0.024	0.020	0.230	0.038
191.00	0.000	0.076	0.040	0.033	0.029	0.023	0.019	0.220	0.037
192.00	0.000	0.073	0.038	0.031	0.028	0.022	0.018	0.211	0.035
193.00	0.000	0.069	0.036	0.030	0.027	0.021	0.018	0.201	0.034
194.00	0.000	0.066	0.035	0.029	0.026	0.020	0.017	0.192	0.032
		0.000	0.033	0.027	0.025	0.019	0.016	0.121	0.020
			0.000	0.026	0.024	0.018	0.015	0.084	0.014
				0.000	0.023	0.018	0.015	0.055	0.009
					0.000	0.017	0.014	0.031	0.005
						0.000	0.013	0.013	0.002
							0.000	0.000	0.000
							0.000	MAX	233.305

**PERHITUNGAN DEBIT BANJIR RENCANA PERIODE ULANG 5 TAHUN**P Rencana = 334,427m **METODE HSS NAKAYASU**

t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Curah Hujan Rencana (mm)						Total Debit (Qt = m <sup>3</sup> /s)	Hid. Sat. 6 jam (Qt = m <sup>3</sup> /s)
		1	2	3	4	5	6		
0.00	0.000	197.41	98.66	77.92	66.95	50.26	40.13	0.000	0.000
1.00	0.013	2.552	0.000					2.552	0.425
2.00	0.068	13.471	1.275	0.000				14.746	2.458
3.00	0.181	35.645	6.732	1.007	0.000			43.385	7.231
4.00	0.360	71.098	17.814	5.317	0.866	0.000		95.094	15.849
5.00	0.615	121.462	35.531	14.070	4.569	0.650	0.000	176.281	29.380
6.00	0.953	188.138	60.700	28.063	12.089	3.430	0.519	292.939	48.823
7.00	1.380	272.363	94.021	47.943	24.113	9.076	2.738	450.254	75.042
8.00	1.901	375.257	136.112	74.261	41.194	18.103	7.246	652.172	108.695
9.00	2.522	497.845	187.533	107.506	63.807	30.926	14.453	902.070	150.345
10.00	3.247	641.080	248.796	148.119	92.372	47.903	24.692	1202.962	200.494
10.76	3.867	763.445	320.377	196.507	127.268	69.348	38.246	1515.191	252.532
11.00	3.784	746.923	381.528	253.044	168.844	95.546	55.368	1701.253	283.542
12.00	3.459	682.940	373.272	301.343	217.422	126.760	76.285	1778.021	296.337
13.00	3.163	624.439	341.297	294.821	258.922	163.230	101.205	1783.913	297.319
14.00	2.892	570.948	312.061	269.566	253.319	194.385	130.323	1730.602	288.434
15.00	2.644	522.040	285.329	246.475	231.619	190.179	155.198	1630.839	271.807
16.00	2.418	477.321	260.887	225.362	211.778	173.888	151.839	1501.075	250.179
17.00	2.211	436.433	238.539	206.057	193.637	158.992	138.833	1372.490	228.748
18.00	2.021	399.047	218.105	188.405	177.050	145.373	126.940	1254.920	209.153
19.00	1.848	364.864	199.422	172.266	161.883	132.920	116.066	1147.422	191.237
20.00	1.690	333.609	182.339	157.510	148.016	121.534	106.124	1049.131	174.855
21.00	1.545	305.032	166.720	144.017	135.337	111.123	97.033	959.261	159.877
22.00	1.413	278.902	152.438	131.680	123.744	101.604	88.721	877.089	146.182
23.00	1.292	255.011	139.380	120.400	113.143	92.900	81.121	801.956	133.659
24.00	1.181	233.166	127.441	110.087	103.451	84.942	74.172	733.259	122.210
24.20	1.160	229.048	116.524	100.657	94.590	77.666	67.818	686.302	114.384
25.00	1.106	218.351	114.466	92.034	86.487	71.013	62.009	644.359	107.393
26.00	1.042	205.696	109.120	90.408	79.078	64.930	56.697	605.929	100.988
27.00	0.982	193.775	102.796	86.186	77.681	59.368	51.840	571.646	95.274
28.00	0.925	182.544	96.838	81.191	74.054	58.319	47.400	540.346	90.058
29.00	0.871	171.965	91.226	76.486	69.762	55.596	46.562	511.596	85.266
30.00	0.821	161.998	85.939	72.053	65.719	52.374	44.388	482.470	80.412
31.00	0.773	152.610	80.958	67.877	61.910	49.338	41.815	454.508	75.751
32.00	0.728	143.765	76.266	63.943	58.322	46.479	39.392	428.167	71.361
33.00	0.686	135.433	71.846	60.237	54.942	43.785	37.109	403.352	67.225
34.00	0.646	127.584	67.682	56.746	51.758	41.247	34.958	379.975	63.329

35.00	0.609	120.190	63.760	53.457	48.758	38.857	32.932	357.953	59.659
36.00	0.574	113.224	60.064	50.359	45.932	36.605	31.023	337.208	56.201
37.00	0.540	106.662	56.583	47.441	43.270	34.483	29.225	317.665	52.944
38.00	0.509	100.480	53.304	44.691	40.762	32.485	27.532	299.254	49.876
39.00	0.479	94.657	50.215	42.101	38.400	30.602	25.936	281.911	46.985
40.00	0.452	89.171	47.304	39.661	36.174	28.829	24.433	265.572	44.262
41.00	0.426	84.003	44.563	37.362	34.078	27.158	23.017	250.181	41.697
42.00	0.401	79.135	41.980	35.197	32.103	25.584	21.683	235.681	39.280
43.00	0.378	74.548	39.547	33.157	30.242	24.101	20.426	222.022	37.004
44.00	0.356	70.228	37.255	31.236	28.490	22.704	19.242	209.155	34.859
44.37	0.348	68.714	35.096	29.425	26.838	21.389	18.127	199.589	33.265
45.00	0.338	66.787	34.339	27.720	25.283	20.149	17.077	191.355	31.893
46.00	0.323	63.863	33.377	27.122	23.818	18.981	16.087	183.248	30.541
47.00	0.309	61.066	31.915	26.362	23.304	17.881	15.155	175.684	29.281
48.00	0.296	58.392	30.518	25.208	22.651	17.496	14.276	168.540	28.090
49.00	0.283	55.835	29.181	24.104	21.659	17.005	13.969	161.753	26.959
50.00	0.270	53.390	27.903	23.048	20.711	16.261	13.577	154.890	25.815
51.00	0.259	51.052	26.682	22.039	19.804	15.548	12.982	148.107	24.685
52.00	0.247	48.817	25.513	21.074	18.937	14.868	12.414	141.622	23.604
53.00	0.236	46.679	24.396	20.151	18.107	14.217	11.870	135.420	22.570
54.00	0.226	44.635	23.328	19.269	17.314	13.594	11.351	129.490	21.582
55.00	0.216	42.680	22.306	18.425	16.556	12.999	10.854	123.820	20.637
56.00	0.207	40.812	21.329	17.618	15.831	12.430	10.378	118.398	19.733
57.00	0.198	39.024	20.395	16.847	15.138	11.885	9.924	113.213	18.869
58.00	0.189	37.316	19.502	16.109	14.475	11.365	9.489	108.256	18.043
59.00	0.181	35.681	18.648	15.403	13.841	10.867	9.074	103.515	17.253
60.00	0.173	34.119	17.832	14.729	13.235	10.391	8.676	98.982	16.497
61.00	0.165	32.625	17.051	14.084	12.656	9.936	8.296	94.648	15.775
62.00	0.158	31.196	16.304	13.467	12.101	9.501	7.933	90.503	15.084
63.00	0.151	29.830	15.590	12.878	11.571	9.085	7.586	86.540	14.423
64.00	0.144	28.524	14.908	12.314	11.065	8.687	7.254	82.751	13.792
65.00	0.138	27.275	14.255	11.774	10.580	8.307	6.936	79.127	13.188
66.00	0.132	26.081	13.631	11.259	10.117	7.943	6.632	75.662	12.610
67.00	0.126	24.939	13.034	10.766	9.674	7.595	6.342	72.349	12.058
68.00	0.121	23.846	12.463	10.294	9.250	7.263	6.064	69.181	11.530
69.00	0.116	22.802	11.917	9.844	8.845	6.945	5.799	66.151	11.025
70.00	0.110	21.804	11.395	9.413	8.458	6.641	5.545	63.255	10.542
71.00	0.106	20.849	10.896	9.000	8.088	6.350	5.302	60.485	10.081
72.00	0.101	19.936	10.419	8.606	7.733	6.072	5.070	57.836	9.639
73.00	0.097	19.063	9.963	8.229	7.395	5.806	4.848	55.304	9.217
74.00	0.092	18.228	9.527	7.869	7.071	5.552	4.635	52.882	8.814
75.00	0.088	17.430	9.109	7.524	6.761	5.308	4.432	50.566	8.428
76.00	0.084	16.667	8.711	7.195	6.465	5.076	4.238	48.352	8.059
77.00	0.081	15.937	8.329	6.880	6.182	4.854	4.053	46.235	7.706

78.00	0.077	15.239	7.964	6.579	5.911	4.641	3.875	44.210	7.368
79.00	0.074	14.572	7.616	6.291	5.653	4.438	3.706	42.274	7.046
80.00	0.071	13.934	7.282	6.015	5.405	4.244	3.543	40.423	6.737
81.00	0.067	13.324	6.963	5.752	5.168	4.058	3.388	38.653	6.442
82.00	0.065	12.740	6.658	5.500	4.942	3.880	3.240	36.960	6.160
83.00	0.062	12.182	6.367	5.259	4.726	3.710	3.098	35.342	5.890
84.00	0.059	11.649	6.088	5.029	4.519	3.548	2.962	33.794	5.632
85.00	0.056	11.139	5.821	4.808	4.321	3.392	2.833	32.314	5.386
86.00	0.054	10.651	5.566	4.598	4.132	3.244	2.708	30.899	5.150
87.00	0.052	10.185	5.323	4.397	3.951	3.102	2.590	29.546	4.924
88.00	0.049	9.739	5.090	4.204	3.778	2.966	2.476	28.252	4.709
89.00	0.047	9.312	4.867	4.020	3.612	2.836	2.368	27.015	4.503
90.00	0.045	8.904	4.654	3.844	3.454	2.712	2.264	25.832	4.305
91.00	0.043	8.514	4.450	3.676	3.303	2.593	2.165	24.701	4.117
92.00	0.041	8.142	4.255	3.515	3.158	2.480	2.070	23.619	3.937
93.00	0.039	7.785	4.069	3.361	3.020	2.371	1.980	22.585	3.764
94.00	0.038	7.444	3.891	3.214	2.888	2.267	1.893	21.596	3.599
95.00	0.036	7.118	3.720	3.073	2.761	2.168	1.810	20.650	3.442
96.00	0.034	6.806	3.557	2.938	2.640	2.073	1.731	19.746	3.291
97.00	0.033	6.508	3.401	2.810	2.525	1.982	1.655	18.881	3.147
98.00	0.032	6.223	3.253	2.687	2.414	1.895	1.583	18.055	3.009
99.00	0.030	5.951	3.110	2.569	2.308	1.812	1.513	17.264	2.877
100.00	0.029	5.690	2.974	2.456	2.207	1.733	1.447	16.508	2.751
101.00	0.028	5.441	2.844	2.349	2.111	1.657	1.384	15.785	2.631
102.00	0.026	5.203	2.719	2.246	2.018	1.585	1.323	15.094	2.516
103.00	0.025	4.975	2.600	2.148	1.930	1.515	1.265	14.433	2.406
104.00	0.024	4.757	2.486	2.054	1.845	1.449	1.210	13.801	2.300
105.00	0.023	4.549	2.377	1.964	1.765	1.385	1.157	13.197	2.199
106.00	0.022	4.350	2.273	1.878	1.687	1.325	1.106	12.619	2.103
107.00	0.021	4.159	2.174	1.795	1.613	1.267	1.058	12.066	2.011
108.00	0.020	3.977	2.079	1.717	1.543	1.211	1.011	11.538	1.923
109.00	0.019	3.803	1.988	1.642	1.475	1.158	0.967	11.033	1.839
110.00	0.018	3.636	1.900	1.570	1.411	1.107	0.925	10.549	1.758
111.00	0.018	3.477	1.817	1.501	1.349	1.059	0.884	10.088	1.681
112.00	0.017	3.325	1.738	1.435	1.290	1.013	0.846	9.646	1.608
113.00	0.016	3.179	1.662	1.372	1.233	0.968	0.808	9.223	1.537
114.00	0.015	3.040	1.589	1.312	1.179	0.926	0.773	8.820	1.470
115.00	0.015	2.907	1.519	1.255	1.128	0.885	0.739	8.433	1.406
116.00	0.014	2.780	1.453	1.200	1.078	0.847	0.707	8.064	1.344
117.00	0.013	2.658	1.389	1.147	1.031	0.809	0.676	7.711	1.285
118.00	0.013	2.542	1.328	1.097	0.986	0.774	0.646	7.373	1.229
119.00	0.012	2.430	1.270	1.049	0.943	0.740	0.618	7.050	1.175
120.00	0.012	2.324	1.215	1.003	0.901	0.708	0.591	6.742	1.124
121.00	0.011	2.222	1.161	0.959	0.862	0.677	0.565	6.446	1.074

122.00	0.011	2.125	1.110	0.917	0.824	0.647	0.540	6.164	1.027
123.00	0.010	2.032	1.062	0.877	0.788	0.619	0.517	5.894	0.982
124.00	0.010	1.943	1.015	0.839	0.754	0.592	0.494	5.636	0.939
125.00	0.009	1.858	0.971	0.802	0.721	0.566	0.472	5.389	0.898
126.00	0.009	1.776	0.928	0.767	0.689	0.541	0.452	5.153	0.859
127.00	0.009	1.699	0.888	0.733	0.659	0.517	0.432	4.928	0.821
128.00	0.008	1.624	0.849	0.701	0.630	0.495	0.413	4.712	0.785
129.00	0.008	1.553	0.812	0.670	0.602	0.473	0.395	4.506	0.751
130.00	0.008	1.485	0.776	0.641	0.576	0.452	0.378	4.308	0.718
131.00	0.007	1.420	0.742	0.613	0.551	0.432	0.361	4.120	0.687
132.00	0.007	1.358	0.710	0.586	0.527	0.414	0.345	3.939	0.657
133.00	0.007	1.298	0.679	0.560	0.504	0.395	0.330	3.767	0.628
134.00	0.006	1.242	0.649	0.536	0.482	0.378	0.316	3.602	0.600
135.00	0.006	1.187	0.620	0.512	0.461	0.362	0.302	3.444	0.574
136.00	0.006	1.135	0.593	0.490	0.440	0.346	0.289	3.293	0.549
137.00	0.005	1.085	0.567	0.469	0.421	0.331	0.276	3.149	0.525
138.00	0.005	1.038	0.542	0.448	0.403	0.316	0.264	3.011	0.502
139.00	0.005	0.992	0.519	0.428	0.385	0.302	0.252	2.879	0.480
140.00	0.005	0.949	0.496	0.410	0.368	0.289	0.241	2.753	0.459
141.00	0.005	0.907	0.474	0.392	0.352	0.276	0.231	2.633	0.439
142.00	0.004	0.868	0.453	0.375	0.337	0.264	0.221	2.517	0.420
143.00	0.004	0.830	0.434	0.358	0.322	0.253	0.211	2.407	0.401
144.00	0.004	0.793	0.415	0.343	0.308	0.242	0.202	2.302	0.384
145.00	0.004	0.759	0.396	0.328	0.294	0.231	0.193	2.201	0.367
146.00	0.004	0.725	0.379	0.313	0.281	0.221	0.184	2.105	0.351
147.00	0.004	0.694	0.363	0.299	0.269	0.211	0.176	2.012	0.335
148.00	0.003	0.663	0.347	0.286	0.257	0.202	0.169	1.924	0.321
149.00	0.003	0.634	0.331	0.274	0.246	0.193	0.161	1.840	0.307
150.00	0.003	0.606	0.317	0.262	0.235	0.185	0.154	1.759	0.293
151.00	0.003	0.580	0.303	0.250	0.225	0.177	0.147	1.682	0.280
152.00	0.003	0.555	0.290	0.239	0.215	0.169	0.141	1.609	0.268
153.00	0.003	0.530	0.277	0.229	0.206	0.161	0.135	1.538	0.256
154.00	0.003	0.507	0.265	0.219	0.197	0.154	0.129	1.471	0.245
155.00	0.002	0.485	0.253	0.209	0.188	0.148	0.123	1.406	0.234
156.00	0.002	0.464	0.242	0.200	0.180	0.141	0.118	1.345	0.224
157.00	0.002	0.443	0.232	0.191	0.172	0.135	0.113	1.286	0.214
158.00	0.002	0.424	0.222	0.183	0.164	0.129	0.108	1.230	0.205
159.00	0.002	0.405	0.212	0.175	0.157	0.123	0.103	1.176	0.196
160.00	0.002	0.388	0.203	0.167	0.150	0.118	0.099	1.124	0.187
161.00	0.002	0.371	0.194	0.160	0.144	0.113	0.094	1.075	0.179
162.00	0.002	0.354	0.185	0.153	0.137	0.108	0.090	1.028	0.171
163.00	0.002	0.339	0.177	0.146	0.131	0.103	0.086	0.983	0.164
164.00	0.002	0.324	0.169	0.140	0.126	0.099	0.082	0.940	0.157
165.00	0.002	0.310	0.162	0.134	0.120	0.094	0.079	0.899	0.150

166.00	0.002	0.296	0.155	0.128	0.115	0.090	0.075	0.859	0.143
167.00	0.001	0.283	0.148	0.122	0.110	0.086	0.072	0.822	0.137
168.00	0.001	0.271	0.142	0.117	0.105	0.082	0.069	0.786	0.131
169.00	0.001	0.259	0.135	0.112	0.100	0.079	0.066	0.751	0.125
170.00	0.001	0.248	0.129	0.107	0.096	0.075	0.063	0.719	0.120
171.00	0.001	0.237	0.124	0.102	0.092	0.072	0.060	0.687	0.115
172.00	0.001	0.226	0.118	0.098	0.088	0.069	0.058	0.657	0.109
173.00	0.001	0.217	0.113	0.093	0.084	0.066	0.055	0.628	0.105
174.00	0.001	0.207	0.108	0.089	0.080	0.063	0.053	0.601	0.100
175.00	0.001	0.198	0.103	0.085	0.077	0.060	0.050	0.574	0.096
176.00	0.001	0.189	0.099	0.082	0.073	0.058	0.048	0.549	0.092
177.00	0.001	0.181	0.095	0.078	0.070	0.055	0.046	0.525	0.088
178.00	0.001	0.173	0.090	0.075	0.067	0.053	0.044	0.502	0.084
179.00	0.001	0.166	0.087	0.071	0.064	0.050	0.042	0.480	0.080
180.00	0.001	0.158	0.083	0.068	0.061	0.048	0.040	0.459	0.077
181.00	0.001	0.151	0.079	0.065	0.059	0.046	0.038	0.439	0.073
182.00	0.001	0.145	0.076	0.062	0.056	0.044	0.037	0.420	0.070
183.00	0.001	0.138	0.072	0.060	0.054	0.042	0.035	0.401	0.067
184.00	0.001	0.132	0.069	0.057	0.051	0.040	0.034	0.384	0.064
185.00	0.001	0.127	0.066	0.055	0.049	0.039	0.032	0.367	0.061
186.00	0.001	0.121	0.063	0.052	0.047	0.037	0.031	0.351	0.058
187.00	0.001	0.116	0.060	0.050	0.045	0.035	0.029	0.336	0.056
188.00	0.001	0.111	0.058	0.048	0.043	0.034	0.028	0.321	0.053
189.00	0.001	0.106	0.055	0.046	0.041	0.032	0.027	0.307	0.051
190.00	0.001	0.101	0.053	0.044	0.039	0.031	0.026	0.293	0.049
191.00	0.000	0.097	0.051	0.042	0.038	0.029	0.025	0.281	0.047
192.00	0.000	0.092	0.048	0.040	0.036	0.028	0.024	0.268	0.045
193.00	0.000	0.088	0.046	0.038	0.034	0.027	0.022	0.257	0.043
194.00	0.000	0.085	0.044	0.037	0.033	0.026	0.022	0.245	0.041
		0.000	0.042	0.035	0.031	0.025	0.021	0.154	0.026
			0.000	0.033	0.030	0.024	0.020	0.107	0.018
				0.000	0.029	0.023	0.019	0.070	0.012
					0.000	0.022	0.018	0.040	0.007
						0.000	0.017	0.017	0.003
							0.000	0.000	0.000
								MAX	297.319

**PERHITUNGAN DEBIT BANJIR RENCANA PERIODE ULANG 10 TAHUN**

P Rencana = 388,825 m

**METODE HSS NAKAYASHU**

t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Curah Hujan Rencana (mm)						Total Debit (Qt = m <sup>3</sup> /s)	Hid. Sat. 6 jam (Qt = m <sup>3</sup> /s)
		1	2	3	4	5	6		
0.00	0.000	229.52	114.70	90.60	77.84	58.44	46.66	0.000	0.000
1.00	0.013	2.967	0.000					2.967	0.495
2.00	0.068	15.662	1.483	0.000				17.145	2.857
3.00	0.181	41.443	7.827	1.171	0.000			50.442	8.407
4.00	0.360	82.663	20.711	6.182	1.006	0.000		110.562	18.427
5.00	0.615	141.219	41.310	16.358	5.312	0.756	0.000	204.955	34.159
6.00	0.953	218.740	70.574	32.628	14.056	3.988	0.603	340.588	56.765
7.00	1.380	316.665	109.314	55.741	28.035	10.552	3.184	523.491	87.249
8.00	1.901	436.295	158.252	86.340	47.894	21.047	8.425	758.254	126.376
9.00	2.522	578.824	218.037	124.992	74.185	35.957	16.804	1048.800	174.800
10.00	3.247	745.358	289.265	172.212	107.397	55.695	28.708	1398.634	233.106
10.76	3.867	887.625	372.489	228.470	147.969	80.628	44.467	1761.649	293.608
11.00	3.784	868.416	443.587	294.203	196.308	111.088	64.374	1977.977	329.663
12.00	3.459	794.026	433.988	350.359	252.788	147.378	88.693	2067.231	344.539
13.00	3.163	726.009	396.811	342.777	301.038	189.780	117.667	2074.082	345.680
14.00	2.892	663.818	362.820	313.414	294.523	226.004	151.521	2012.099	335.350
15.00	2.644	606.954	331.740	286.566	269.294	221.113	180.442	1896.109	316.018
16.00	2.418	554.961	303.323	262.018	246.226	202.172	176.537	1745.237	290.873
17.00	2.211	507.422	277.340	239.574	225.133	184.854	161.415	1595.737	265.956
18.00	2.021	463.956	253.582	219.051	205.848	169.019	147.588	1459.044	243.174
19.00	1.848	424.212	231.860	200.287	188.215	154.540	134.945	1334.059	222.343
20.00	1.690	387.874	211.998	183.130	172.092	141.302	123.386	1219.782	203.297
21.00	1.545	354.648	193.838	167.443	157.350	129.198	112.816	1115.293	185.882
22.00	1.413	324.268	177.234	153.099	143.871	118.131	103.152	1019.755	169.959
23.00	1.292	296.491	162.052	139.985	131.547	108.011	94.316	932.401	155.400
24.00	1.181	271.093	148.170	127.993	120.279	98.759	86.237	852.530	142.088
24.20	1.160	266.304	135.477	117.029	109.975	90.299	78.849	797.935	132.989
25.00	1.106	253.867	133.084	107.004	100.555	82.564	72.095	749.170	124.862
26.00	1.042	239.154	126.869	105.114	91.941	75.491	65.919	704.489	117.415
27.00	0.982	225.294	119.516	100.205	90.317	69.025	60.273	664.629	110.772
28.00	0.925	212.237	112.590	94.398	86.099	67.805	55.109	628.238	104.706
29.00	0.871	199.936	106.064	88.927	81.109	64.639	54.136	594.811	99.135
30.00	0.821	188.349	99.917	83.773	76.408	60.893	51.608	560.948	93.491
31.00	0.773	177.433	94.127	78.918	71.980	57.363	48.617	528.438	88.073
32.00	0.728	167.150	88.671	74.344	67.808	54.039	45.799	497.811	82.969
33.00	0.686	157.462	83.532	70.035	63.878	50.907	43.145	468.960	78.160
34.00	0.646	148.337	78.691	65.976	60.176	47.957	40.644	441.781	73.630



35.00	0.609	139.740	74.131	62.153	56.689	45.177	38.289	416.178	69.363
36.00	0.574	131.641	69.834	58.551	53.403	42.559	36.070	392.058	65.343
37.00	0.540	124.011	65.787	55.157	50.308	40.092	33.979	369.336	61.556
38.00	0.509	116.824	61.974	51.961	47.393	37.769	32.010	347.931	57.988
39.00	0.479	110.054	58.382	48.949	44.646	35.580	30.155	327.766	54.628
40.00	0.452	103.675	54.999	46.112	42.058	33.518	28.407	308.770	51.462
41.00	0.426	97.667	51.811	43.440	39.621	31.575	26.761	290.875	48.479
42.00	0.401	92.006	48.809	40.922	37.325	29.745	25.210	274.017	45.670
43.00	0.378	86.674	45.980	38.551	35.161	28.021	23.749	258.136	43.023
44.00	0.356	81.651	43.315	36.316	33.124	26.397	22.372	243.176	40.529
44.37	0.348	79.891	40.805	34.212	31.204	24.868	21.076	232.054	38.676
45.00	0.338	77.651	39.925	32.229	29.395	23.426	19.854	222.481	37.080
46.00	0.323	74.251	38.806	31.534	27.692	22.069	18.704	213.055	35.509
47.00	0.309	70.999	37.106	30.650	27.095	20.790	17.620	204.260	34.043
48.00	0.296	67.890	35.482	29.308	26.335	20.341	16.599	195.955	32.659
49.00	0.283	64.917	33.928	28.024	25.182	19.771	16.241	188.064	31.344
50.00	0.270	62.075	32.442	26.797	24.079	18.905	15.785	180.084	30.014
51.00	0.259	59.356	31.022	25.624	23.025	18.078	15.094	172.198	28.700
52.00	0.247	56.757	29.663	24.502	22.017	17.286	14.433	164.658	27.443
53.00	0.236	54.272	28.364	23.429	21.053	16.529	13.801	157.448	26.241
54.00	0.226	51.895	27.122	22.403	20.131	15.805	13.197	150.553	25.092
55.00	0.216	49.623	25.934	21.422	19.249	15.113	12.619	143.960	23.993
56.00	0.207	47.450	24.799	20.484	18.406	14.451	12.066	137.656	22.943
57.00	0.198	45.372	23.713	19.587	17.600	13.818	11.538	131.629	21.938
58.00	0.189	43.385	22.674	18.729	16.830	13.213	11.033	125.865	20.977
59.00	0.181	41.485	21.682	17.909	16.093	12.635	10.550	120.353	20.059
60.00	0.173	39.669	20.732	17.125	15.388	12.082	10.088	115.083	19.180
61.00	0.165	37.932	19.824	16.375	14.714	11.552	9.646	110.043	18.341
62.00	0.158	36.271	18.956	15.658	14.070	11.047	9.224	105.225	17.537
63.00	0.151	34.682	18.126	14.972	13.454	10.563	8.820	100.617	16.769
64.00	0.144	33.164	17.332	14.317	12.865	10.100	8.433	96.211	16.035
65.00	0.138	31.711	16.573	13.690	12.301	9.658	8.064	91.998	15.333
66.00	0.132	30.323	15.848	13.090	11.763	9.235	7.711	87.969	14.662
67.00	0.126	28.995	15.154	12.517	11.247	8.831	7.373	84.117	14.020
68.00	0.121	27.725	14.490	11.969	10.755	8.444	7.050	80.434	13.406
69.00	0.116	26.511	13.856	11.445	10.284	8.074	6.742	76.912	12.819
70.00	0.110	25.350	13.249	10.944	9.834	7.721	6.447	73.544	12.257
71.00	0.106	24.240	12.669	10.464	9.403	7.383	6.164	70.323	11.721
72.00	0.101	23.179	12.114	10.006	8.991	7.059	5.894	67.244	11.207
73.00	0.097	22.164	11.583	9.568	8.598	6.750	5.636	64.299	10.717
74.00	0.092	21.193	11.076	9.149	8.221	6.455	5.389	61.484	10.247
75.00	0.088	20.265	10.591	8.748	7.861	6.172	5.153	58.791	9.799
76.00	0.084	19.378	10.127	8.365	7.517	5.902	4.928	56.217	9.369
77.00	0.081	18.529	9.684	7.999	7.188	5.643	4.712	53.755	8.959

78.00	0.077	17.718	9.260	7.649	6.873	5.396	4.506	51.401	8.567
79.00	0.074	16.942	8.854	7.314	6.572	5.160	4.308	49.150	8.192
80.00	0.071	16.200	8.467	6.993	6.284	4.934	4.120	46.998	7.833
81.00	0.067	15.491	8.096	6.687	6.009	4.718	3.939	44.940	7.490
82.00	0.065	14.812	7.741	6.394	5.746	4.511	3.767	42.972	7.162
83.00	0.062	14.164	7.402	6.114	5.494	4.314	3.602	41.090	6.848
84.00	0.059	13.544	7.078	5.847	5.254	4.125	3.444	39.291	6.549
85.00	0.056	12.950	6.768	5.591	5.024	3.944	3.293	37.570	6.262
86.00	0.054	12.383	6.472	5.346	4.804	3.771	3.149	35.925	5.988
87.00	0.052	11.841	6.189	5.112	4.593	3.606	3.011	34.352	5.725
88.00	0.049	11.323	5.918	4.888	4.392	3.448	2.879	32.848	5.475
89.00	0.047	10.827	5.658	4.674	4.200	3.297	2.753	31.409	5.235
90.00	0.045	10.353	5.411	4.469	4.016	3.153	2.633	30.034	5.006
91.00	0.043	9.899	5.174	4.273	3.840	3.015	2.517	28.719	4.786
92.00	0.041	9.466	4.947	4.086	3.672	2.883	2.407	27.461	4.577
93.00	0.039	9.051	4.731	3.907	3.511	2.757	2.302	26.259	4.376
94.00	0.038	8.655	4.523	3.736	3.357	2.636	2.201	25.109	4.185
95.00	0.036	8.276	4.325	3.573	3.210	2.521	2.105	24.009	4.002
96.00	0.034	7.914	4.136	3.416	3.070	2.410	2.012	22.958	3.826
97.00	0.033	7.567	3.955	3.267	2.935	2.305	1.924	21.953	3.659
98.00	0.032	7.236	3.782	3.124	2.807	2.204	1.840	20.991	3.499
99.00	0.030	6.919	3.616	2.987	2.684	2.107	1.759	20.072	3.345
100.00	0.029	6.616	3.458	2.856	2.566	2.015	1.682	19.193	3.199
101.00	0.028	6.326	3.306	2.731	2.454	1.927	1.609	18.353	3.059
102.00	0.026	6.049	3.161	2.611	2.347	1.842	1.538	17.549	2.925
103.00	0.025	5.784	3.023	2.497	2.244	1.762	1.471	16.781	2.797
104.00	0.024	5.531	2.891	2.388	2.146	1.685	1.407	16.046	2.674
105.00	0.023	5.289	2.764	2.283	2.052	1.611	1.345	15.343	2.557
106.00	0.022	5.057	2.643	2.183	1.962	1.540	1.286	14.671	2.445
107.00	0.021	4.836	2.527	2.088	1.876	1.473	1.230	14.029	2.338
108.00	0.020	4.624	2.417	1.996	1.794	1.408	1.176	13.415	2.236
109.00	0.019	4.421	2.311	1.909	1.715	1.347	1.124	12.827	2.138
110.00	0.018	4.228	2.210	1.825	1.640	1.288	1.075	12.265	2.044
111.00	0.018	4.043	2.113	1.745	1.568	1.231	1.028	11.728	1.955
112.00	0.017	3.866	2.020	1.669	1.500	1.177	0.983	11.215	1.869
113.00	0.016	3.696	1.932	1.596	1.434	1.126	0.940	10.724	1.787
114.00	0.015	3.535	1.847	1.526	1.371	1.076	0.899	10.254	1.709
115.00	0.015	3.380	1.766	1.459	1.311	1.029	0.859	9.805	1.634
116.00	0.014	3.232	1.689	1.395	1.254	0.984	0.822	9.376	1.563
117.00	0.013	3.090	1.615	1.334	1.199	0.941	0.786	8.965	1.494
118.00	0.013	2.955	1.544	1.276	1.146	0.900	0.751	8.573	1.429
119.00	0.012	2.826	1.477	1.220	1.096	0.861	0.719	8.197	1.366
120.00	0.012	2.702	1.412	1.166	1.048	0.823	0.687	7.838	1.306
121.00	0.011	2.584	1.350	1.115	1.002	0.787	0.657	7.495	1.249

122.00	0.011	2.470	1.291	1.066	0.958	0.752	0.628	7.167	1.194
123.00	0.010	2.362	1.235	1.020	0.916	0.719	0.601	6.853	1.142
124.00	0.010	2.259	1.180	0.975	0.876	0.688	0.574	6.553	1.092
125.00	0.009	2.160	1.129	0.932	0.838	0.658	0.549	6.266	1.044
126.00	0.009	2.065	1.079	0.892	0.801	0.629	0.525	5.992	0.999
127.00	0.009	1.975	1.032	0.853	0.766	0.601	0.502	5.729	0.955
128.00	0.008	1.888	0.987	0.815	0.733	0.575	0.480	5.478	0.913
129.00	0.008	1.806	0.944	0.779	0.700	0.550	0.459	5.238	0.873
130.00	0.008	1.727	0.902	0.745	0.670	0.526	0.439	5.009	0.835
131.00	0.007	1.651	0.863	0.713	0.640	0.503	0.420	4.790	0.798
132.00	0.007	1.579	0.825	0.682	0.612	0.481	0.401	4.580	0.763
133.00	0.007	1.510	0.789	0.652	0.586	0.460	0.384	4.379	0.730
134.00	0.006	1.443	0.754	0.623	0.560	0.440	0.367	4.188	0.698
135.00	0.006	1.380	0.721	0.596	0.535	0.420	0.351	4.004	0.667
136.00	0.006	1.320	0.690	0.570	0.512	0.402	0.336	3.829	0.638
137.00	0.005	1.262	0.660	0.545	0.490	0.384	0.321	3.661	0.610
138.00	0.005	1.207	0.631	0.521	0.468	0.368	0.307	3.501	0.583
139.00	0.005	1.154	0.603	0.498	0.448	0.351	0.293	3.348	0.558
140.00	0.005	1.103	0.577	0.476	0.428	0.336	0.281	3.201	0.534
141.00	0.005	1.055	0.551	0.455	0.409	0.321	0.268	3.061	0.510
142.00	0.004	1.009	0.527	0.436	0.391	0.307	0.257	2.927	0.488
143.00	0.004	0.965	0.504	0.416	0.374	0.294	0.245	2.799	0.466
144.00	0.004	0.922	0.482	0.398	0.358	0.281	0.235	2.676	0.446
145.00	0.004	0.882	0.461	0.381	0.342	0.269	0.224	2.559	0.426
146.00	0.004	0.843	0.441	0.364	0.327	0.257	0.214	2.447	0.408
147.00	0.004	0.806	0.421	0.348	0.313	0.246	0.205	2.340	0.390
148.00	0.003	0.771	0.403	0.333	0.299	0.235	0.196	2.237	0.373
149.00	0.003	0.737	0.385	0.318	0.286	0.225	0.188	2.139	0.357
150.00	0.003	0.705	0.369	0.304	0.274	0.215	0.179	2.046	0.341
151.00	0.003	0.674	0.352	0.291	0.262	0.205	0.171	1.956	0.326
152.00	0.003	0.645	0.337	0.278	0.250	0.196	0.164	1.870	0.312
153.00	0.003	0.616	0.322	0.266	0.239	0.188	0.157	1.788	0.298
154.00	0.003	0.589	0.308	0.254	0.229	0.180	0.150	1.710	0.285
155.00	0.002	0.564	0.295	0.243	0.219	0.172	0.143	1.635	0.273
156.00	0.002	0.539	0.282	0.233	0.209	0.164	0.137	1.564	0.261
157.00	0.002	0.515	0.269	0.222	0.200	0.157	0.131	1.495	0.249
158.00	0.002	0.493	0.258	0.213	0.191	0.150	0.125	1.430	0.238
159.00	0.002	0.471	0.246	0.203	0.183	0.144	0.120	1.367	0.228
160.00	0.002	0.451	0.235	0.195	0.175	0.137	0.115	1.307	0.218
161.00	0.002	0.431	0.225	0.186	0.167	0.131	0.110	1.250	0.208
162.00	0.002	0.412	0.215	0.178	0.160	0.125	0.105	1.195	0.199
163.00	0.002	0.394	0.206	0.170	0.153	0.120	0.100	1.143	0.190
164.00	0.002	0.377	0.197	0.163	0.146	0.115	0.096	1.093	0.182
165.00	0.002	0.360	0.188	0.156	0.140	0.110	0.092	1.045	0.174

166.00	0.002	0.344	0.180	0.149	0.134	0.105	0.088	0.999	0.167
167.00	0.001	0.329	0.172	0.142	0.128	0.100	0.084	0.955	0.159
168.00	0.001	0.315	0.165	0.136	0.122	0.096	0.080	0.914	0.152
169.00	0.001	0.301	0.157	0.130	0.117	0.092	0.077	0.874	0.146
170.00	0.001	0.288	0.150	0.124	0.112	0.088	0.073	0.835	0.139
171.00	0.001	0.275	0.144	0.119	0.107	0.084	0.070	0.799	0.133
172.00	0.001	0.263	0.138	0.114	0.102	0.080	0.067	0.764	0.127
173.00	0.001	0.252	0.132	0.109	0.098	0.077	0.064	0.730	0.122
174.00	0.001	0.241	0.126	0.104	0.093	0.073	0.061	0.698	0.116
175.00	0.001	0.230	0.120	0.099	0.089	0.070	0.059	0.668	0.111
176.00	0.001	0.220	0.115	0.095	0.085	0.067	0.056	0.639	0.106
177.00	0.001	0.210	0.110	0.091	0.082	0.064	0.054	0.611	0.102
178.00	0.001	0.201	0.105	0.087	0.078	0.061	0.051	0.584	0.097
179.00	0.001	0.192	0.101	0.083	0.075	0.059	0.049	0.558	0.093
180.00	0.001	0.184	0.096	0.079	0.071	0.056	0.047	0.534	0.089
181.00	0.001	0.176	0.092	0.076	0.068	0.054	0.045	0.510	0.085
182.00	0.001	0.168	0.088	0.073	0.065	0.051	0.043	0.488	0.081
183.00	0.001	0.161	0.084	0.069	0.062	0.049	0.041	0.467	0.078
184.00	0.001	0.154	0.080	0.066	0.060	0.047	0.039	0.446	0.074
185.00	0.001	0.147	0.077	0.064	0.057	0.045	0.037	0.427	0.071
186.00	0.001	0.141	0.074	0.061	0.055	0.043	0.036	0.408	0.068
187.00	0.001	0.135	0.070	0.058	0.052	0.041	0.034	0.390	0.065
188.00	0.001	0.129	0.067	0.056	0.050	0.039	0.033	0.373	0.062
189.00	0.001	0.123	0.064	0.053	0.048	0.037	0.031	0.357	0.059
190.00	0.001	0.118	0.061	0.051	0.046	0.036	0.030	0.341	0.057
191.00	0.000	0.112	0.059	0.049	0.044	0.034	0.029	0.326	0.054
		0.000	0.056	0.046	0.042	0.033	0.027	0.204	0.034
			0.000	0.044	0.040	0.031	0.026	0.142	0.024
				0.000	0.038	0.030	0.025	0.093	0.016
					0.000	0.029	0.024	0.053	0.009
						0.000	0.023	0.023	0.004
							0.000	0.000	0.000
								MAX	345.680

**PERHITUNGAN DEBIT BANJIR RENCANA PERIODE ULANG 25 TAHUN**

P Rencana = 465,41mm

**METODE HSS NAKAYASHU**

t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Curah Hujan Rencana (mm)						Total Debit (Qt = m <sup>3</sup> /s)	Hid. Sat. 6 jam (Qt = m <sup>3</sup> /s)
		1	2	3	4	5	6		
0.00	0.000	274.66	137.26	108.41	93.15	69.93	55.83	0.000	0.000
1.00	0.013	3.551	0.000					3.551	0.592
2.00	0.068	18.742	1.775	0.000				20.516	3.419
3.00	0.181	49.593	9.366	1.402	0.000			60.361	10.060
4.00	0.360	98.918	24.784	7.398	1.204	0.000		132.304	22.051
5.00	0.615	168.990	49.434	19.575	6.356	0.904	0.000	245.260	40.877
6.00	0.953	261.756	84.452	39.045	16.820	4.772	0.722	407.566	67.928
7.00	1.380	378.938	130.811	66.703	33.548	12.627	3.810	626.438	104.406
8.00	1.901	522.095	189.373	103.319	57.313	25.186	10.082	907.367	151.228
9.00	2.522	692.652	260.915	149.572	88.774	43.028	20.109	1255.050	209.175
10.00	3.247	891.935	346.150	206.078	128.517	66.647	34.353	1673.681	278.947
10.76	3.867	1062.180	445.741	273.400	177.068	96.484	53.211	2108.084	351.347
11.00	3.784	1039.194	530.820	352.060	234.913	132.934	77.033	2366.953	394.492
12.00	3.459	950.175	519.333	419.258	302.499	176.361	106.135	2473.760	412.293
13.00	3.163	868.781	474.846	410.185	360.238	227.101	140.807	2481.958	413.660
14.00	2.892	794.360	434.170	375.048	352.442	270.448	181.318	2407.786	401.298
15.00	2.644	726.314	396.978	342.921	322.251	264.596	215.927	2268.986	378.164
16.00	2.418	664.096	362.972	313.545	294.647	241.930	211.254	2088.445	348.074
17.00	2.211	607.209	331.879	286.687	269.407	221.206	193.158	1909.545	318.257
18.00	2.021	555.194	303.450	262.128	246.329	202.257	176.611	1745.970	290.995
19.00	1.848	507.635	277.456	239.674	225.228	184.931	161.483	1596.407	266.068
20.00	1.690	464.150	253.689	219.143	205.935	169.090	147.650	1459.656	243.276
21.00	1.545	424.390	231.957	200.371	188.294	154.605	135.002	1334.620	222.437
22.00	1.413	388.036	212.087	183.207	172.164	141.361	123.437	1220.294	203.382
23.00	1.292	354.797	193.920	167.513	157.416	129.252	112.863	1115.761	185.960
24.00	1.181	324.404	177.308	153.164	143.932	118.180	103.195	1020.183	170.031
24.20	1.160	318.674	162.120	140.043	131.602	108.057	94.355	954.852	159.142
25.00	1.106	303.791	159.256	128.047	120.329	98.800	86.273	896.496	149.416
26.00	1.042	286.185	151.818	125.785	110.022	90.337	78.883	843.029	140.505
27.00	0.982	269.599	143.020	119.911	108.078	82.599	72.125	795.331	132.555
28.00	0.925	253.974	134.731	112.961	103.031	81.140	65.947	751.783	125.297
29.00	0.871	239.255	126.922	106.414	97.059	77.350	64.782	711.783	118.631
30.00	0.821	225.388	119.566	100.247	91.434	72.867	61.757	671.260	111.877
31.00	0.773	212.326	112.637	94.437	86.135	68.644	58.177	632.357	105.393
32.00	0.728	200.020	106.109	88.964	81.143	64.666	54.806	595.708	99.285

33.00	0.686	188.428	99.959	83.808	76.440	60.918	51.629	561.183	93.531
34.00	0.646	177.507	94.166	78.951	72.010	57.388	48.637	528.659	88.110
35.00	0.609	167.220	88.709	74.375	67.837	54.062	45.818	498.020	83.003
36.00	0.574	157.528	83.567	70.065	63.905	50.928	43.163	469.157	78.193
37.00	0.540	148.399	78.724	66.004	60.202	47.977	40.661	441.967	73.661
38.00	0.509	139.798	74.162	62.179	56.713	45.196	38.305	416.352	69.392
39.00	0.479	131.696	69.864	58.575	53.426	42.577	36.085	392.222	65.370
40.00	0.452	124.064	65.815	55.180	50.329	40.109	33.994	369.491	61.582
41.00	0.426	116.873	62.000	51.982	47.413	37.785	32.023	348.077	58.013
42.00	0.401	110.100	58.407	48.970	44.665	35.595	30.167	327.904	54.651
43.00	0.378	103.719	55.022	46.132	42.076	33.532	28.419	308.900	51.483
44.00	0.356	97.708	51.833	43.458	39.638	31.589	26.772	290.997	48.500
44.37	0.348	95.602	48.829	40.939	37.340	29.758	25.220	277.689	46.281
45.00	0.338	92.921	47.777	38.567	35.176	28.033	23.759	266.233	44.372
46.00	0.323	88.852	46.437	37.735	33.138	26.409	22.382	254.953	42.492
47.00	0.309	84.962	44.404	36.677	32.423	24.878	21.085	244.428	40.738
48.00	0.296	81.241	42.459	35.071	31.514	24.342	19.863	234.490	39.082
49.00	0.283	77.684	40.600	33.536	30.134	23.659	19.435	225.047	37.508
50.00	0.270	74.282	38.822	32.067	28.815	22.623	18.890	215.498	35.916
51.00	0.259	71.029	37.122	30.663	27.553	21.633	18.062	206.062	34.344
52.00	0.247	67.919	35.496	29.320	26.346	20.685	17.272	197.039	32.840
53.00	0.236	64.945	33.942	28.036	25.193	19.780	16.515	188.410	31.402
54.00	0.226	62.101	32.456	26.809	24.089	18.913	15.792	180.160	30.027
55.00	0.216	59.381	31.035	25.635	23.035	18.085	15.100	172.271	28.712
56.00	0.207	56.781	29.676	24.512	22.026	17.293	14.439	164.727	27.455
57.00	0.198	54.295	28.376	23.439	21.061	16.536	13.807	157.514	26.252
58.00	0.189	51.917	27.134	22.412	20.139	15.812	13.202	150.616	25.103
59.00	0.181	49.644	25.945	21.431	19.257	15.119	12.624	144.021	24.003
60.00	0.173	47.470	24.809	20.492	18.414	14.457	12.071	137.714	22.952
61.00	0.165	45.391	23.723	19.595	17.608	13.824	11.543	131.684	21.947
62.00	0.158	43.403	22.684	18.737	16.837	13.219	11.037	125.917	20.986
63.00	0.151	41.503	21.691	17.917	16.099	12.640	10.554	120.404	20.067
64.00	0.144	39.685	20.741	17.132	15.394	12.087	10.092	115.131	19.189
65.00	0.138	37.948	19.833	16.382	14.720	11.557	9.650	110.090	18.348
66.00	0.132	36.286	18.964	15.664	14.076	11.051	9.227	105.269	17.545
67.00	0.126	34.697	18.134	14.978	13.459	10.567	8.823	100.659	16.777
68.00	0.121	33.178	17.340	14.323	12.870	10.105	8.437	96.251	16.042
69.00	0.116	31.725	16.580	13.695	12.306	9.662	8.068	92.036	15.339
70.00	0.110	30.336	15.854	13.096	11.767	9.239	7.714	88.006	14.668
71.00	0.106	29.007	15.160	12.522	11.252	8.834	7.376	84.152	14.025
72.00	0.101	27.737	14.496	11.974	10.759	8.448	7.053	80.467	13.411
73.00	0.097	26.522	13.861	11.450	10.288	8.078	6.745	76.944	12.824
74.00	0.092	25.361	13.254	10.948	9.838	7.724	6.449	73.574	12.262
75.00	0.088	24.250	12.674	10.469	9.407	7.386	6.167	70.353	11.725

76.00	0.084	23.188	12.119	10.010	8.995	7.062	5.897	67.272	11.212
77.00	0.081	22.173	11.588	9.572	8.601	6.753	5.639	64.326	10.721
78.00	0.077	21.202	11.081	9.153	8.225	6.457	5.392	61.509	10.252
79.00	0.074	20.274	10.596	8.752	7.864	6.175	5.156	58.816	9.803
80.00	0.071	19.386	10.132	8.369	7.520	5.904	4.930	56.240	9.373
81.00	0.067	18.537	9.688	8.002	7.191	5.646	4.714	53.778	8.963
82.00	0.065	17.725	9.264	7.652	6.876	5.398	4.507	51.423	8.570
83.00	0.062	16.949	8.858	7.317	6.575	5.162	4.310	49.171	8.195
84.00	0.059	16.207	8.470	6.996	6.287	4.936	4.121	47.018	7.836
85.00	0.056	15.497	8.099	6.690	6.012	4.720	3.941	44.959	7.493
86.00	0.054	14.819	7.745	6.397	5.748	4.513	3.768	42.990	7.165
87.00	0.052	14.170	7.406	6.117	5.497	4.316	3.603	41.108	6.851
88.00	0.049	13.549	7.081	5.849	5.256	4.127	3.446	39.308	6.551
89.00	0.047	12.956	6.771	5.593	5.026	3.946	3.295	37.586	6.264
90.00	0.045	12.389	6.475	5.348	4.806	3.773	3.150	35.940	5.990
91.00	0.043	11.846	6.191	5.114	4.595	3.608	3.012	34.367	5.728
92.00	0.041	11.327	5.920	4.890	4.394	3.450	2.881	32.862	5.477
93.00	0.039	10.831	5.661	4.676	4.202	3.299	2.754	31.423	5.237
94.00	0.038	10.357	5.413	4.471	4.018	3.154	2.634	30.047	5.008
95.00	0.036	9.903	5.176	4.275	3.842	3.016	2.518	28.731	4.788
96.00	0.034	9.470	4.949	4.088	3.673	2.884	2.408	27.473	4.579
97.00	0.033	9.055	4.733	3.909	3.513	2.758	2.303	26.270	4.378
98.00	0.032	8.659	4.525	3.738	3.359	2.637	2.202	25.119	4.187
99.00	0.030	8.279	4.327	3.574	3.212	2.522	2.105	24.019	4.003
100.00	0.029	7.917	4.138	3.418	3.071	2.411	2.013	22.968	3.828
101.00	0.028	7.570	3.956	3.268	2.937	2.306	1.925	21.962	3.660
102.00	0.026	7.239	3.783	3.125	2.808	2.205	1.841	21.000	3.500
103.00	0.025	6.922	3.618	2.988	2.685	2.108	1.760	20.081	3.347
104.00	0.024	6.619	3.459	2.857	2.567	2.016	1.683	19.201	3.200
105.00	0.023	6.329	3.308	2.732	2.455	1.928	1.609	18.360	3.060
106.00	0.022	6.052	3.163	2.612	2.348	1.843	1.539	17.556	2.926
107.00	0.021	5.787	3.024	2.498	2.245	1.762	1.472	16.788	2.798
108.00	0.020	5.533	2.892	2.389	2.146	1.685	1.407	16.053	2.675
109.00	0.019	5.291	2.765	2.284	2.052	1.611	1.345	15.350	2.558
110.00	0.018	5.059	2.644	2.184	1.963	1.541	1.287	14.677	2.446
111.00	0.018	4.838	2.528	2.088	1.877	1.473	1.230	14.035	2.339
112.00	0.017	4.626	2.418	1.997	1.794	1.409	1.176	13.420	2.237
113.00	0.016	4.423	2.312	1.910	1.716	1.347	1.125	12.833	2.139
114.00	0.015	4.230	2.211	1.826	1.641	1.288	1.076	12.271	2.045
115.00	0.015	4.044	2.114	1.746	1.569	1.232	1.028	11.733	1.956
116.00	0.014	3.867	2.021	1.670	1.500	1.178	0.983	11.219	1.870
117.00	0.013	3.698	1.933	1.596	1.434	1.126	0.940	10.728	1.788
118.00	0.013	3.536	1.848	1.526	1.372	1.077	0.899	10.258	1.710
119.00	0.012	3.381	1.767	1.460	1.312	1.030	0.860	9.809	1.635

120.00	0.012	3.233	1.690	1.396	1.254	0.985	0.822	9.380	1.563
121.00	0.011	3.092	1.616	1.335	1.199	0.942	0.786	8.969	1.495
122.00	0.011	2.956	1.545	1.276	1.147	0.900	0.752	8.576	1.429
123.00	0.010	2.827	1.477	1.220	1.097	0.861	0.719	8.201	1.367
124.00	0.010	2.703	1.413	1.167	1.049	0.823	0.687	7.842	1.307
125.00	0.009	2.585	1.351	1.116	1.003	0.787	0.657	7.498	1.250
126.00	0.009	2.471	1.292	1.067	0.959	0.753	0.628	7.170	1.195
127.00	0.009	2.363	1.235	1.020	0.917	0.720	0.601	6.856	1.143
128.00	0.008	2.260	1.181	0.976	0.877	0.688	0.575	6.556	1.093
129.00	0.008	2.161	1.129	0.933	0.838	0.658	0.549	6.269	1.045
130.00	0.008	2.066	1.080	0.892	0.801	0.629	0.525	5.994	0.999
131.00	0.007	1.976	1.033	0.853	0.766	0.602	0.502	5.732	0.955
132.00	0.007	1.889	0.987	0.816	0.733	0.575	0.480	5.481	0.913
133.00	0.007	1.806	0.944	0.780	0.701	0.550	0.459	5.241	0.873
134.00	0.006	1.727	0.903	0.746	0.670	0.526	0.439	5.011	0.835
135.00	0.006	1.652	0.863	0.713	0.641	0.503	0.420	4.792	0.799
136.00	0.006	1.579	0.825	0.682	0.613	0.481	0.402	4.582	0.764
137.00	0.005	1.510	0.789	0.652	0.586	0.460	0.384	4.381	0.730
138.00	0.005	1.444	0.755	0.623	0.560	0.440	0.367	4.189	0.698
139.00	0.005	1.381	0.722	0.596	0.536	0.421	0.351	4.006	0.668
140.00	0.005	1.320	0.690	0.570	0.512	0.402	0.336	3.830	0.638
141.00	0.005	1.263	0.660	0.545	0.490	0.385	0.321	3.663	0.610
142.00	0.004	1.207	0.631	0.521	0.468	0.368	0.307	3.502	0.584
143.00	0.004	1.154	0.603	0.498	0.448	0.352	0.294	3.349	0.558
144.00	0.004	1.104	0.577	0.477	0.428	0.336	0.281	3.202	0.534
145.00	0.004	1.056	0.552	0.456	0.409	0.321	0.268	3.062	0.510
146.00	0.004	1.009	0.527	0.436	0.392	0.307	0.257	2.928	0.488
147.00	0.004	0.965	0.504	0.417	0.374	0.294	0.245	2.800	0.467
148.00	0.003	0.923	0.482	0.398	0.358	0.281	0.235	2.677	0.446
149.00	0.003	0.882	0.461	0.381	0.342	0.269	0.224	2.560	0.427
150.00	0.003	0.844	0.441	0.364	0.327	0.257	0.215	2.448	0.408
151.00	0.003	0.807	0.422	0.348	0.313	0.246	0.205	2.341	0.390
152.00	0.003	0.771	0.403	0.333	0.299	0.235	0.196	2.238	0.373
153.00	0.003	0.738	0.386	0.318	0.286	0.225	0.188	2.140	0.357
154.00	0.003	0.705	0.369	0.305	0.274	0.215	0.179	2.046	0.341
155.00	0.002	0.675	0.353	0.291	0.262	0.205	0.172	1.957	0.326
156.00	0.002	0.645	0.337	0.278	0.250	0.196	0.164	1.871	0.312
157.00	0.002	0.617	0.322	0.266	0.239	0.188	0.157	1.789	0.298
158.00	0.002	0.590	0.308	0.255	0.229	0.180	0.150	1.711	0.285
159.00	0.002	0.564	0.295	0.243	0.219	0.172	0.143	1.636	0.273
160.00	0.002	0.539	0.282	0.233	0.209	0.164	0.137	1.564	0.261
161.00	0.002	0.516	0.269	0.223	0.200	0.157	0.131	1.496	0.249
162.00	0.002	0.493	0.258	0.213	0.191	0.150	0.125	1.430	0.238
163.00	0.002	0.471	0.246	0.204	0.183	0.144	0.120	1.368	0.228



164.00	0.002	0.451	0.236	0.195	0.175	0.137	0.115	1.308	0.218
165.00	0.002	0.431	0.225	0.186	0.167	0.131	0.110	1.251	0.208
166.00	0.002	0.412	0.215	0.178	0.160	0.126	0.105	1.196	0.199
167.00	0.001	0.394	0.206	0.170	0.153	0.120	0.100	1.143	0.191
168.00	0.001	0.377	0.197	0.163	0.146	0.115	0.096	1.093	0.182
169.00	0.001	0.360	0.188	0.156	0.140	0.110	0.092	1.045	0.174
170.00	0.001	0.345	0.180	0.149	0.134	0.105	0.088	1.000	0.167
171.00	0.001	0.329	0.172	0.142	0.128	0.100	0.084	0.956	0.159
172.00	0.001	0.315	0.165	0.136	0.122	0.096	0.080	0.914	0.152
173.00	0.001	0.301	0.157	0.130	0.117	0.092	0.077	0.874	0.146
174.00	0.001	0.288	0.151	0.124	0.112	0.088	0.073	0.836	0.139
175.00	0.001	0.275	0.144	0.119	0.107	0.084	0.070	0.799	0.133
176.00	0.001	0.263	0.138	0.114	0.102	0.080	0.067	0.764	0.127
177.00	0.001	0.252	0.132	0.109	0.098	0.077	0.064	0.731	0.122
178.00	0.001	0.241	0.126	0.104	0.093	0.073	0.061	0.699	0.116
179.00	0.001	0.230	0.120	0.099	0.089	0.070	0.059	0.668	0.111
180.00	0.001	0.220	0.115	0.095	0.085	0.067	0.056	0.639	0.106
181.00	0.001	0.211	0.110	0.091	0.082	0.064	0.054	0.611	0.102
182.00	0.001	0.201	0.105	0.087	0.078	0.061	0.051	0.584	0.097
183.00	0.001	0.193	0.101	0.083	0.075	0.059	0.049	0.559	0.093
184.00	0.001	0.184	0.096	0.079	0.071	0.056	0.047	0.534	0.089
185.00	0.001	0.176	0.092	0.076	0.068	0.054	0.045	0.511	0.085
186.00	0.001	0.168	0.088	0.073	0.065	0.051	0.043	0.488	0.081
187.00	0.001	0.161	0.084	0.069	0.062	0.049	0.041	0.467	0.078
188.00	0.001	0.154	0.080	0.066	0.060	0.047	0.039	0.446	0.074
189.00	0.001	0.147	0.077	0.064	0.057	0.045	0.037	0.427	0.071
190.00	0.001	0.141	0.074	0.061	0.055	0.043	0.036	0.408	0.068
191.00	0.000	0.135	0.070	0.058	0.052	0.041	0.034	0.390	0.065
		0.000	0.067	0.056	0.050	0.039	0.033	0.245	0.041
			0.000	0.053	0.048	0.037	0.031	0.170	0.028
				0.000	0.046	0.036	0.030	0.111	0.019
					0.000	0.034	0.029	0.063	0.010
						0.000	0.027	0.027	0.005
							0.000	0.000	0.000
								MAX	413.660

**PERHITUNGAN DEBIT BANJIR RENCANA PERIODE ULANG 50 TAHUN**

P Rencana = 528,52mm

**METODE HSS NAKAYASHU**

t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Curah Hujan Rencana (mm)						Total Debit (Qt = m <sup>3</sup> /s)	Hid. Sat. 6 jam (Qt = m <sup>3</sup> /s)
		1	2	3	4	5	6		
		<b>311.83</b>	<b>155.83</b>	<b>123.08</b>	<b>105.76</b>	<b>79.40</b>	<b>63.39</b>		
0.00	0.000	0.000						0.000	0.000
1.00	0.013	4.031	0.000					4.031	0.672
2.00	0.068	21.278	2.015	0.000				23.292	3.882
3.00	0.181	56.304	10.633	1.591	0.000			68.529	11.421
4.00	0.360	112.304	28.138	8.399	1.367	0.000		150.208	25.035
5.00	0.615	191.858	56.123	22.224	7.216	1.026	0.000	278.448	46.408
6.00	0.953	297.176	95.880	44.328	19.096	5.418	0.820	462.717	77.119
7.00	1.380	430.216	148.513	75.729	38.088	14.336	4.325	711.206	118.534
8.00	1.901	592.743	214.998	117.300	65.068	28.594	11.446	1030.150	171.692
9.00	2.522	786.381	296.221	169.812	100.787	48.850	22.830	1424.881	237.480
10.00	3.247	1012.630	392.990	233.964	145.907	75.666	39.002	1900.160	316.693
10.76	3.867	1205.912	506.058	310.396	201.029	109.540	60.412	2393.346	398.891
11.00	3.784	1179.816	602.650	399.700	266.701	150.922	87.457	2687.245	447.874
12.00	3.459	1078.751	589.608	475.991	343.433	200.225	120.497	2808.505	468.084
13.00	3.163	986.343	539.101	465.690	408.985	257.832	159.861	2817.812	469.635
14.00	2.892	901.851	492.921	425.799	400.134	307.045	205.854	2733.603	455.601
15.00	2.644	824.597	450.696	389.324	365.858	300.400	245.146	2576.021	429.337
16.00	2.418	753.961	412.089	355.974	334.518	274.667	239.841	2371.049	395.175
17.00	2.211	689.375	376.789	325.480	305.862	251.139	219.295	2167.941	361.324
18.00	2.021	630.322	344.512	297.599	279.662	229.626	200.510	1982.232	330.372
19.00	1.848	576.328	315.001	272.106	255.705	209.956	183.334	1812.430	302.072
20.00	1.690	526.958	288.017	248.797	233.801	191.971	167.629	1657.174	276.196
21.00	1.545	481.818	263.345	227.485	213.773	175.526	153.270	1515.218	252.536
22.00	1.413	440.545	240.787	207.998	195.461	160.490	140.141	1385.422	230.904
23.00	1.292	402.807	220.160	190.181	178.718	146.742	128.136	1266.744	211.124
24.00	1.181	368.302	201.301	173.889	163.408	134.172	117.160	1158.233	193.039
24.20	1.160	361.796	184.057	158.994	149.411	122.679	107.124	1084.060	180.677
25.00	1.106	344.900	180.806	145.374	136.612	112.170	97.947	1017.809	169.635
26.00	1.042	324.911	172.362	142.806	124.909	102.561	89.557	957.107	159.518
27.00	0.982	306.080	162.373	136.137	122.703	93.776	81.885	902.954	150.492
28.00	0.925	288.341	152.962	128.247	116.973	92.119	74.871	853.513	142.252
29.00	0.871	271.630	144.097	120.814	110.193	87.817	73.548	808.100	134.683
30.00	0.821	255.887	135.746	113.812	103.807	82.728	70.113	762.094	127.016
31.00	0.773	241.057	127.879	107.216	97.791	77.933	66.050	717.926	119.654
32.00	0.728	227.087	120.467	101.003	92.123	73.416	62.222	676.318	112.720

33.00	0.686	213.926	113.486	95.149	86.784	69.161	58.616	637.122	106.187
34.00	0.646	201.527	106.908	89.634	81.754	65.153	55.219	600.197	100.033
35.00	0.609	189.848	100.712	84.440	77.016	61.377	52.018	565.412	94.235
36.00	0.574	178.845	94.876	79.546	72.553	57.820	49.004	532.643	88.774
37.00	0.540	168.480	89.377	74.936	68.348	54.469	46.164	501.773	83.629
38.00	0.509	158.715	84.197	70.593	64.387	51.312	43.488	472.692	78.782
39.00	0.479	149.517	79.317	66.501	60.655	48.338	40.968	445.297	74.216
40.00	0.452	140.852	74.720	62.647	57.140	45.537	38.593	419.490	69.915
41.00	0.426	132.688	70.390	59.017	53.828	42.898	36.357	395.178	65.863
42.00	0.401	124.998	66.310	55.596	50.709	40.412	34.250	372.275	62.046
43.00	0.378	117.754	62.467	52.374	47.770	38.069	32.265	350.699	58.450
44.00	0.356	110.929	58.847	49.339	45.001	35.863	30.395	330.374	55.062
44.37	0.348	108.538	55.437	46.479	42.393	33.785	28.633	315.265	52.544
45.00	0.338	105.495	54.242	43.785	39.936	31.827	26.974	302.259	50.376
46.00	0.323	100.876	52.721	42.842	37.622	29.982	25.410	289.452	48.242
47.00	0.309	96.458	50.412	41.641	36.811	28.244	23.938	277.504	46.251
48.00	0.296	92.234	48.205	39.817	35.779	27.636	22.550	266.221	44.370
49.00	0.283	88.196	46.094	38.074	34.212	26.861	22.064	255.500	42.583
50.00	0.270	84.334	44.075	36.406	32.714	25.685	21.446	244.659	40.777
51.00	0.259	80.641	42.145	34.812	31.281	24.560	20.507	233.946	38.991
52.00	0.247	77.109	40.300	33.288	29.911	23.484	19.609	223.701	37.284
53.00	0.236	73.733	38.535	31.830	28.602	22.456	18.750	213.906	35.651
54.00	0.226	70.504	36.848	30.436	27.349	21.473	17.929	204.539	34.090
55.00	0.216	67.417	35.234	29.103	26.152	20.532	17.144	195.582	32.597
56.00	0.207	64.465	33.691	27.829	25.006	19.633	16.393	187.018	31.170
57.00	0.198	61.642	32.216	26.610	23.911	18.774	15.675	178.828	29.805
58.00	0.189	58.942	30.805	25.445	22.864	17.951	14.989	170.997	28.500
59.00	0.181	56.361	29.456	24.331	21.863	17.165	14.333	163.509	27.252
60.00	0.173	53.893	28.166	23.265	20.906	16.414	13.705	156.349	26.058
61.00	0.165	51.533	26.933	22.247	19.990	15.695	13.105	149.503	24.917
62.00	0.158	49.277	25.754	21.272	19.115	15.008	12.531	142.956	23.826
63.00	0.151	47.119	24.626	20.341	18.278	14.351	11.982	136.696	22.783
64.00	0.144	45.056	23.547	19.450	17.478	13.722	11.457	130.710	21.785
65.00	0.138	43.083	22.516	18.599	16.712	13.121	10.956	124.987	20.831
66.00	0.132	41.196	21.530	17.784	15.980	12.547	10.476	119.514	19.919
67.00	0.126	39.392	20.588	17.005	15.281	11.997	10.017	114.280	19.047
68.00	0.121	37.667	19.686	16.261	14.611	11.472	9.579	109.276	18.213
69.00	0.116	36.018	18.824	15.549	13.972	10.970	9.159	104.491	17.415
70.00	0.110	34.440	18.000	14.868	13.360	10.489	8.758	99.915	16.653
71.00	0.106	32.932	17.211	14.217	12.775	10.030	8.375	95.540	15.923
72.00	0.101	31.490	16.458	13.594	12.215	9.591	8.008	91.356	15.226
73.00	0.097	30.111	15.737	12.999	11.680	9.171	7.657	87.356	14.559
74.00	0.092	28.793	15.048	12.430	11.169	8.769	7.322	83.530	13.922
75.00	0.088	27.532	14.389	11.885	10.680	8.385	7.001	79.873	13.312

76.00	0.084	26.326	13.759	11.365	10.212	8.018	6.695	76.375	12.729
77.00	0.081	25.173	13.156	10.867	9.765	7.667	6.402	73.031	12.172
78.00	0.077	24.071	12.580	10.391	9.337	7.331	6.121	69.833	11.639
79.00	0.074	23.017	12.029	9.936	8.929	7.010	5.853	66.775	11.129
80.00	0.071	22.009	11.503	9.501	8.538	6.703	5.597	63.851	10.642
81.00	0.067	21.045	10.999	9.085	8.164	6.410	5.352	61.055	10.176
82.00	0.065	20.124	10.517	8.687	7.806	6.129	5.117	58.381	9.730
83.00	0.062	19.243	10.057	8.307	7.464	5.861	4.893	55.825	9.304
84.00	0.059	18.400	9.616	7.943	7.138	5.604	4.679	53.380	8.897
85.00	0.056	17.594	9.195	7.595	6.825	5.359	4.474	51.043	8.507
86.00	0.054	16.824	8.793	7.263	6.526	5.124	4.278	48.807	8.135
87.00	0.052	16.087	8.408	6.945	6.240	4.899	4.091	46.670	7.778
88.00	0.049	15.383	8.039	6.641	5.967	4.685	3.912	44.627	7.438
89.00	0.047	14.709	7.687	6.350	5.706	4.480	3.740	42.672	7.112
90.00	0.045	14.065	7.351	6.072	5.456	4.284	3.577	40.804	6.801
91.00	0.043	13.449	7.029	5.806	5.217	4.096	3.420	39.017	6.503
92.00	0.041	12.860	6.721	5.552	4.989	3.917	3.270	37.308	6.218
93.00	0.039	12.297	6.427	5.309	4.770	3.745	3.127	35.675	5.946
94.00	0.038	11.759	6.145	5.076	4.561	3.581	2.990	34.113	5.685
95.00	0.036	11.244	5.876	4.854	4.362	3.424	2.859	32.619	5.436
96.00	0.034	10.751	5.619	4.641	4.171	3.274	2.734	31.190	5.198
97.00	0.033	10.280	5.373	4.438	3.988	3.131	2.614	29.825	4.971
98.00	0.032	9.830	5.138	4.244	3.813	2.994	2.500	28.519	4.753
99.00	0.030	9.400	4.913	4.058	3.646	2.863	2.390	27.270	4.545
100.00	0.029	8.988	4.698	3.880	3.487	2.737	2.286	26.076	4.346
101.00	0.028	8.595	4.492	3.710	3.334	2.618	2.186	24.934	4.156
102.00	0.026	8.218	4.295	3.548	3.188	2.503	2.090	23.842	3.974
103.00	0.025	7.858	4.107	3.392	3.048	2.393	1.998	22.798	3.800
104.00	0.024	7.514	3.927	3.244	2.915	2.289	1.911	21.800	3.633
105.00	0.023	7.185	3.755	3.102	2.787	2.188	1.827	20.845	3.474
106.00	0.022	6.871	3.591	2.966	2.665	2.093	1.747	19.932	3.322
107.00	0.021	6.570	3.434	2.836	2.548	2.001	1.671	19.059	3.177
108.00	0.020	6.282	3.283	2.712	2.437	1.913	1.598	18.225	3.037
109.00	0.019	6.007	3.139	2.593	2.330	1.829	1.528	17.427	2.904
110.00	0.018	5.744	3.002	2.480	2.228	1.749	1.461	16.664	2.777
111.00	0.018	5.492	2.870	2.371	2.131	1.673	1.397	15.934	2.656
112.00	0.017	5.252	2.745	2.267	2.037	1.600	1.336	15.236	2.539
113.00	0.016	5.022	2.625	2.168	1.948	1.529	1.277	14.569	2.428
114.00	0.015	4.802	2.510	2.073	1.863	1.462	1.221	13.931	2.322
115.00	0.015	4.592	2.400	1.982	1.781	1.398	1.168	13.321	2.220
116.00	0.014	4.391	2.295	1.895	1.703	1.337	1.117	12.738	2.123
117.00	0.013	4.198	2.194	1.812	1.629	1.279	1.068	12.180	2.030
118.00	0.013	4.015	2.098	1.733	1.557	1.223	1.021	11.647	1.941
119.00	0.012	3.839	2.006	1.657	1.489	1.169	0.976	11.137	1.856

120.00	0.012	3.671	1.918	1.585	1.424	1.118	0.933	10.649	1.775
121.00	0.011	3.510	1.834	1.515	1.362	1.069	0.893	10.183	1.697
122.00	0.011	3.356	1.754	1.449	1.302	1.022	0.853	9.737	1.623
123.00	0.010	3.209	1.677	1.385	1.245	0.977	0.816	9.310	1.552
124.00	0.010	3.069	1.604	1.325	1.190	0.935	0.780	8.903	1.484
125.00	0.009	2.934	1.534	1.267	1.138	0.894	0.746	8.513	1.419
126.00	0.009	2.806	1.466	1.211	1.088	0.855	0.714	8.140	1.357
127.00	0.009	2.683	1.402	1.158	1.041	0.817	0.682	7.784	1.297
128.00	0.008	2.565	1.341	1.108	0.995	0.781	0.652	7.443	1.240
129.00	0.008	2.453	1.282	1.059	0.952	0.747	0.624	7.117	1.186
130.00	0.008	2.346	1.226	1.013	0.910	0.714	0.597	6.805	1.134
131.00	0.007	2.243	1.172	0.968	0.870	0.683	0.570	6.507	1.085
132.00	0.007	2.145	1.121	0.926	0.832	0.653	0.545	6.222	1.037
133.00	0.007	2.051	1.072	0.885	0.796	0.625	0.522	5.950	0.992
134.00	0.006	1.961	1.025	0.847	0.761	0.597	0.499	5.689	0.948
135.00	0.006	1.875	0.980	0.810	0.727	0.571	0.477	5.440	0.907
136.00	0.006	1.793	0.937	0.774	0.696	0.546	0.456	5.202	0.867
137.00	0.005	1.715	0.896	0.740	0.665	0.522	0.436	4.974	0.829
138.00	0.005	1.639	0.857	0.708	0.636	0.499	0.417	4.756	0.793
139.00	0.005	1.568	0.819	0.677	0.608	0.477	0.399	4.548	0.758
140.00	0.005	1.499	0.783	0.647	0.581	0.457	0.381	4.349	0.725
141.00	0.005	1.433	0.749	0.619	0.556	0.437	0.365	4.158	0.693
142.00	0.004	1.371	0.716	0.592	0.532	0.417	0.349	3.976	0.663
143.00	0.004	1.311	0.685	0.566	0.508	0.399	0.333	3.802	0.634
144.00	0.004	1.253	0.655	0.541	0.486	0.382	0.319	3.636	0.606
145.00	0.004	1.198	0.626	0.517	0.465	0.365	0.305	3.476	0.579
146.00	0.004	1.146	0.599	0.495	0.444	0.349	0.291	3.324	0.554
147.00	0.004	1.096	0.573	0.473	0.425	0.334	0.279	3.179	0.530
148.00	0.003	1.048	0.548	0.452	0.406	0.319	0.266	3.039	0.507
149.00	0.003	1.002	0.524	0.432	0.389	0.305	0.255	2.906	0.484
150.00	0.003	0.958	0.501	0.414	0.372	0.292	0.244	2.779	0.463
151.00	0.003	0.916	0.479	0.395	0.355	0.279	0.233	2.657	0.443
152.00	0.003	0.876	0.458	0.378	0.340	0.267	0.223	2.541	0.424
153.00	0.003	0.838	0.438	0.362	0.325	0.255	0.213	2.430	0.405
154.00	0.003	0.801	0.419	0.346	0.311	0.244	0.204	2.323	0.387
155.00	0.002	0.766	0.400	0.331	0.297	0.233	0.195	2.222	0.370
156.00	0.002	0.732	0.383	0.316	0.284	0.223	0.186	2.124	0.354
157.00	0.002	0.700	0.366	0.302	0.272	0.213	0.178	2.031	0.339
158.00	0.002	0.670	0.350	0.289	0.260	0.204	0.170	1.942	0.324
159.00	0.002	0.640	0.335	0.276	0.248	0.195	0.163	1.857	0.310
160.00	0.002	0.612	0.320	0.264	0.237	0.186	0.156	1.776	0.296
161.00	0.002	0.585	0.306	0.253	0.227	0.178	0.149	1.698	0.283
162.00	0.002	0.560	0.293	0.242	0.217	0.170	0.142	1.624	0.271
163.00	0.002	0.535	0.280	0.231	0.208	0.163	0.136	1.553	0.259

164.00	0.002	0.512	0.267	0.221	0.199	0.156	0.130	1.485	0.247
165.00	0.002	0.489	0.256	0.211	0.190	0.149	0.124	1.420	0.237
166.00	0.002	0.468	0.245	0.202	0.182	0.143	0.119	1.358	0.226
167.00	0.001	0.447	0.234	0.193	0.174	0.136	0.114	1.298	0.216
168.00	0.001	0.428	0.224	0.185	0.166	0.130	0.109	1.241	0.207
169.00	0.001	0.409	0.214	0.177	0.159	0.125	0.104	1.187	0.198
170.00	0.001	0.391	0.204	0.169	0.152	0.119	0.099	1.135	0.189
171.00	0.001	0.374	0.196	0.161	0.145	0.114	0.095	1.085	0.181
172.00	0.001	0.358	0.187	0.154	0.139	0.109	0.091	1.038	0.173
173.00	0.001	0.342	0.179	0.148	0.133	0.104	0.087	0.992	0.165
174.00	0.001	0.327	0.171	0.141	0.127	0.100	0.083	0.949	0.158
175.00	0.001	0.313	0.163	0.135	0.121	0.095	0.080	0.907	0.151
176.00	0.001	0.299	0.156	0.129	0.116	0.091	0.076	0.868	0.145
177.00	0.001	0.286	0.149	0.123	0.111	0.087	0.073	0.830	0.138
178.00	0.001	0.273	0.143	0.118	0.106	0.083	0.070	0.793	0.132
179.00	0.001	0.261	0.137	0.113	0.101	0.080	0.066	0.759	0.126
180.00	0.001	0.250	0.131	0.108	0.097	0.076	0.064	0.725	0.121
181.00	0.001	0.239	0.125	0.103	0.093	0.073	0.061	0.694	0.116
182.00	0.001	0.229	0.119	0.099	0.089	0.070	0.058	0.663	0.111
183.00	0.001	0.219	0.114	0.094	0.085	0.067	0.056	0.634	0.106
184.00	0.001	0.209	0.109	0.090	0.081	0.064	0.053	0.606	0.101
185.00	0.001	0.200	0.104	0.086	0.078	0.061	0.051	0.580	0.097
186.00	0.001	0.191	0.100	0.082	0.074	0.058	0.049	0.554	0.092
187.00	0.001	0.183	0.096	0.079	0.071	0.056	0.046	0.530	0.088
188.00	0.001	0.175	0.091	0.075	0.068	0.053	0.044	0.507	0.084
189.00	0.001	0.167	0.087	0.072	0.065	0.051	0.042	0.485	0.081
190.00	0.001	0.160	0.083	0.069	0.062	0.049	0.041	0.463	0.077
191.00	0.000	0.153	0.080	0.066	0.059	0.047	0.039	0.443	0.074
		0.000	0.076	0.063	0.057	0.044	0.037	0.278	0.046
			0.000	0.060	0.054	0.043	0.036	0.193	0.032
				0.000	0.052	0.041	0.034	0.126	0.021
					0.000	0.039	0.032	0.071	0.012
						0.000	0.031	0.031	0.005
							0.000	0.000	0.000
								MAX	469.635

### PERHITUNGAN DEBIT BANJIR RENCANA PERIODE ULANG 100 TAHUN

P Rencana = 596,412m

#### METODE HSS NAKAYASU

t (jam)	Q (m <sup>3</sup> /s)	Curah Hujan Rencana (mm)						Total Debit (Qt = m <sup>3</sup> /s)	Hid. Sat. 6 jam (Qt = m <sup>3</sup> /s)
		1	2	3	4	5	6		
0.00	0.000	352.06	175.94	138.96	119.40	89.64	71.57	0.000	0.000
1.00	0.013	4.552	0.000					4.552	0.759
2.00	0.068	24.023	2.275	0.000				26.298	4.383
3.00	0.181	63.569	12.005	1.797	0.000			77.371	12.895
4.00	0.360	126.795	31.769	9.482	1.544	0.000		169.589	28.265
5.00	0.615	216.613	63.365	25.092	8.147	1.159	0.000	314.376	52.396
6.00	0.953	335.521	108.252	50.048	21.560	6.117	0.925	522.422	87.070
7.00	1.380	485.727	167.675	85.500	43.002	16.186	4.884	802.975	133.829
8.00	1.901	669.226	242.740	132.435	73.464	32.284	12.923	1163.073	193.845
9.00	2.522	887.849	334.443	191.724	113.792	55.153	25.776	1608.736	268.123
10.00	3.247	1143.292	443.699	264.153	164.734	85.429	44.035	2145.342	357.557
10.76	3.867	1361.514	571.355	350.447	226.968	123.674	68.207	2702.165	450.361
11.00	3.784	1332.050	680.411	451.274	301.114	170.396	98.742	3033.985	505.664
12.00	3.459	1217.944	665.686	537.409	387.747	226.061	136.045	3170.892	528.482
13.00	3.163	1113.613	608.662	525.779	461.757	291.101	180.488	3181.400	530.233
14.00	2.892	1018.219	556.523	480.740	451.764	346.664	232.416	3086.326	514.388
15.00	2.644	930.996	508.851	439.559	413.065	339.162	276.777	2908.410	484.735
16.00	2.418	851.246	465.262	401.906	377.681	310.108	270.788	2676.990	446.165
17.00	2.211	778.326	425.407	367.478	345.328	283.544	247.592	2447.675	407.946
18.00	2.021	711.654	388.965	335.999	315.747	259.255	226.382	2238.003	373.000
19.00	1.848	650.692	355.646	307.217	288.700	237.047	206.990	2046.292	341.049
20.00	1.690	594.953	325.181	280.900	263.969	216.741	189.259	1871.003	311.834
21.00	1.545	543.988	297.325	256.838	241.357	198.175	173.047	1710.729	285.122
22.00	1.413	497.389	271.856	234.837	220.682	181.199	158.223	1564.185	260.698
23.00	1.292	454.782	248.568	214.720	201.778	165.677	144.670	1430.195	238.366
24.00	1.181	415.825	227.275	196.327	184.493	151.485	132.277	1307.682	217.947
24.20	1.160	408.480	207.807	179.509	168.689	138.508	120.946	1223.939	203.990
25.00	1.106	389.403	204.136	164.132	154.239	126.643	110.585	1149.139	191.523
26.00	1.042	366.835	194.602	161.233	141.027	115.795	101.112	1080.604	180.101
27.00	0.982	345.574	183.324	153.703	138.536	105.876	92.451	1019.464	169.911
28.00	0.925	325.546	172.699	144.795	132.066	104.006	84.532	963.643	160.607
29.00	0.871	306.679	162.690	136.403	124.412	99.148	83.038	912.371	152.062
30.00	0.821	288.905	153.262	128.498	117.201	93.402	79.160	860.428	143.405
31.00	0.773	272.161	144.379	121.051	110.409	87.989	74.572	810.561	135.094
32.00	0.728	256.388	136.012	114.035	104.010	82.889	70.251	763.585	127.264

33.00	0.686	241.529	128.129	107.426	97.982	78.085	66.179	719.331	119.888
34.00	0.646	227.531	120.703	101.200	92.303	73.560	62.344	677.641	112.940
35.00	0.609	214.344	113.708	95.335	86.954	69.297	58.731	638.368	106.395
36.00	0.574	201.922	107.118	89.810	81.914	65.281	55.327	601.371	100.228
37.00	0.540	190.219	100.910	84.605	77.167	61.497	52.120	566.518	94.420
38.00	0.509	179.195	95.061	79.701	72.695	57.933	49.100	533.685	88.947
39.00	0.479	168.809	89.552	75.082	68.482	54.576	46.254	502.755	83.792
40.00	0.452	159.026	84.362	70.731	64.513	51.413	43.573	473.617	78.936
41.00	0.426	149.809	79.473	66.632	60.774	48.433	41.048	446.168	74.361
42.00	0.401	141.127	74.867	62.770	57.252	45.626	38.669	420.310	70.052
43.00	0.378	132.948	70.528	59.132	53.934	42.982	36.428	395.951	65.992
44.00	0.356	125.243	66.440	55.705	50.808	40.491	34.317	373.003	62.167
44.37	0.348	122.543	62.590	52.477	47.863	38.144	32.328	355.944	59.324
45.00	0.338	119.108	61.240	49.435	45.089	35.933	30.454	341.260	56.877
46.00	0.323	113.892	59.524	48.370	42.476	33.851	28.689	326.801	54.467
47.00	0.309	108.905	56.917	47.013	41.560	31.889	27.027	313.311	52.218
48.00	0.296	104.136	54.425	44.955	40.395	31.201	25.460	300.572	50.095
49.00	0.283	99.576	52.041	42.986	38.626	30.327	24.911	288.468	48.078
50.00	0.270	95.215	49.763	41.104	36.935	28.999	24.213	276.228	46.038
51.00	0.259	91.046	47.583	39.304	35.318	27.729	23.153	264.132	44.022
52.00	0.247	87.059	45.500	37.583	33.771	26.515	22.139	252.566	42.094
53.00	0.236	83.247	43.507	35.937	32.292	25.354	21.169	241.506	40.251
54.00	0.226	79.601	41.602	34.363	30.878	24.243	20.242	230.931	38.488
55.00	0.216	76.116	39.780	32.859	29.526	23.182	19.356	220.818	36.803
56.00	0.207	72.783	38.038	31.420	28.233	22.167	18.508	211.149	35.191
57.00	0.198	69.595	36.373	30.044	26.997	21.196	17.698	201.903	33.650
58.00	0.189	66.548	34.780	28.728	25.815	20.268	16.923	193.062	32.177
59.00	0.181	63.634	33.257	27.470	24.684	19.380	16.182	184.607	30.768
60.00	0.173	60.847	31.801	26.267	23.603	18.532	15.473	176.524	29.421
61.00	0.165	58.183	30.408	25.117	22.570	17.720	14.796	168.794	28.132
62.00	0.158	55.635	29.077	24.017	21.581	16.944	14.148	161.402	26.900
63.00	0.151	53.199	27.803	22.966	20.636	16.202	13.528	154.334	25.722
64.00	0.144	50.869	26.586	21.960	19.733	15.493	12.936	147.576	24.596
65.00	0.138	48.642	25.422	20.998	18.869	14.814	12.369	141.114	23.519
66.00	0.132	46.512	24.308	20.079	18.042	14.166	11.828	134.935	22.489
67.00	0.126	44.475	23.244	19.200	17.252	13.545	11.310	129.026	21.504
68.00	0.121	42.527	22.226	18.359	16.497	12.952	10.815	123.376	20.563
69.00	0.116	40.665	21.253	17.555	15.774	12.385	10.341	117.973	19.662
70.00	0.110	38.884	20.322	16.786	15.084	11.843	9.888	112.807	18.801
71.00	0.106	37.182	19.432	16.051	14.423	11.324	9.455	107.867	17.978
72.00	0.101	35.554	18.581	15.348	13.792	10.828	9.041	103.144	17.191
73.00	0.097	33.997	17.768	14.676	13.188	10.354	8.645	98.627	16.438
74.00	0.092	32.508	16.990	14.033	12.610	9.901	8.267	94.309	15.718
75.00	0.088	31.084	16.246	13.419	12.058	9.467	7.905	90.179	15.030

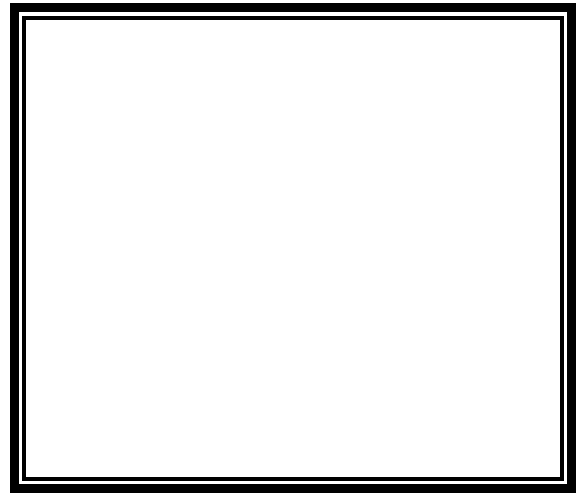
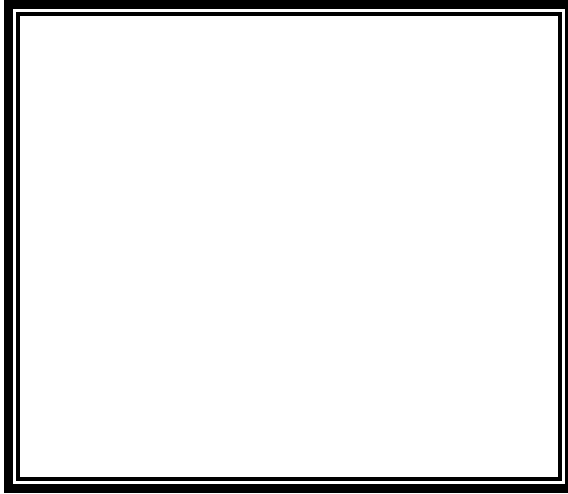


76.00	0.084	29.723	15.534	12.831	11.530	9.053	7.559	86.230	14.372
77.00	0.081	28.422	14.854	12.269	11.025	8.656	7.228	82.454	13.742
78.00	0.077	27.177	14.204	11.732	10.542	8.277	6.911	78.843	13.141
79.00	0.074	25.987	13.582	11.218	10.081	7.915	6.608	75.391	12.565
80.00	0.071	24.849	12.987	10.727	9.639	7.568	6.319	72.089	12.015
81.00	0.067	23.761	12.418	10.257	9.217	7.237	6.042	68.933	11.489
82.00	0.065	22.720	11.874	9.808	8.813	6.920	5.778	65.914	10.986
83.00	0.062	21.726	11.354	9.379	8.428	6.617	5.525	63.028	10.505
84.00	0.059	20.774	10.857	8.968	8.059	6.327	5.283	60.268	10.045
85.00	0.056	19.864	10.382	8.575	7.706	6.050	5.051	57.629	9.605
86.00	0.054	18.995	9.927	8.200	7.368	5.785	4.830	55.105	9.184
87.00	0.052	18.163	9.492	7.841	7.046	5.532	4.619	52.692	8.782
88.00	0.049	17.368	9.077	7.497	6.737	5.289	4.417	50.385	8.397
89.00	0.047	16.607	8.679	7.169	6.442	5.058	4.223	48.178	8.030
90.00	0.045	15.880	8.299	6.855	6.160	4.836	4.038	46.069	7.678
91.00	0.043	15.184	7.936	6.555	5.890	4.625	3.861	44.051	7.342
92.00	0.041	14.519	7.588	6.268	5.632	4.422	3.692	42.122	7.020
93.00	0.039	13.884	7.256	5.994	5.386	4.228	3.531	40.278	6.713
94.00	0.038	13.276	6.938	5.731	5.150	4.043	3.376	38.514	6.419
95.00	0.036	12.694	6.634	5.480	4.924	3.866	3.228	36.828	6.138
96.00	0.034	12.139	6.344	5.240	4.709	3.697	3.087	35.215	5.869
97.00	0.033	11.607	6.066	5.011	4.502	3.535	2.952	33.673	5.612
98.00	0.032	11.099	5.801	4.791	4.305	3.380	2.822	32.198	5.366
99.00	0.030	10.613	5.547	4.581	4.117	3.232	2.699	30.788	5.131
100.00	0.029	10.148	5.304	4.381	3.936	3.091	2.581	29.440	4.907
101.00	0.028	9.704	5.071	4.189	3.764	2.955	2.468	28.151	4.692
102.00	0.026	9.279	4.849	4.006	3.599	2.826	2.360	26.918	4.486
103.00	0.025	8.872	4.637	3.830	3.442	2.702	2.256	25.740	4.290
104.00	0.024	8.484	4.434	3.662	3.291	2.584	2.157	24.612	4.102
105.00	0.023	8.112	4.240	3.502	3.147	2.471	2.063	23.535	3.922
106.00	0.022	7.757	4.054	3.349	3.009	2.363	1.973	22.504	3.751
107.00	0.021	7.417	3.877	3.202	2.877	2.259	1.886	21.519	3.586
108.00	0.020	7.093	3.707	3.062	2.751	2.160	1.804	20.576	3.429
109.00	0.019	6.782	3.545	2.928	2.631	2.066	1.725	19.675	3.279
110.00	0.018	6.485	3.389	2.800	2.516	1.975	1.649	18.814	3.136
111.00	0.018	6.201	3.241	2.677	2.405	1.889	1.577	17.990	2.998
112.00	0.017	5.930	3.099	2.560	2.300	1.806	1.508	17.202	2.867
113.00	0.016	5.670	2.963	2.448	2.199	1.727	1.442	16.449	2.741
114.00	0.015	5.422	2.834	2.340	2.103	1.651	1.379	15.729	2.621
115.00	0.015	5.184	2.709	2.238	2.011	1.579	1.318	15.040	2.507
116.00	0.014	4.957	2.591	2.140	1.923	1.510	1.261	14.381	2.397
117.00	0.013	4.740	2.477	2.046	1.839	1.444	1.205	13.751	2.292
118.00	0.013	4.533	2.369	1.957	1.758	1.380	1.153	13.149	2.192
119.00	0.012	4.334	2.265	1.871	1.681	1.320	1.102	12.574	2.096

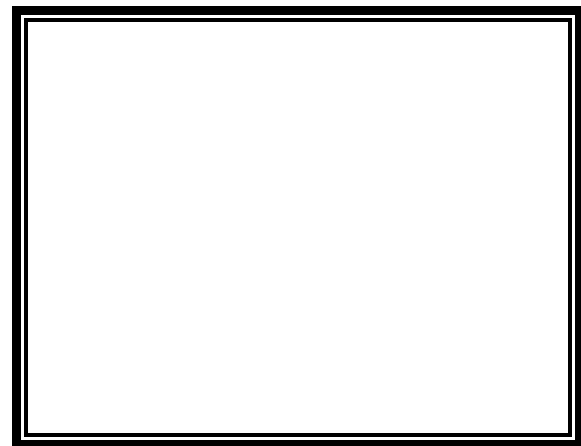
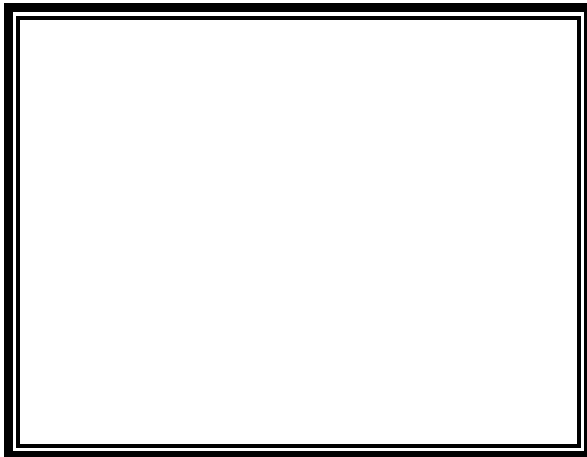
120.00	0.012	4.144	2.166	1.789	1.608	1.262	1.054	12.023	2.004
121.00	0.011	3.963	2.071	1.711	1.537	1.207	1.008	11.496	1.916
122.00	0.011	3.789	1.980	1.636	1.470	1.154	0.964	10.993	1.832
123.00	0.010	3.623	1.894	1.564	1.406	1.104	0.921	10.512	1.752
124.00	0.010	3.465	1.811	1.496	1.344	1.055	0.881	10.051	1.675
125.00	0.009	3.313	1.731	1.430	1.285	1.009	0.842	9.611	1.602
126.00	0.009	3.168	1.656	1.368	1.229	0.965	0.806	9.190	1.532
127.00	0.009	3.029	1.583	1.308	1.175	0.923	0.770	8.788	1.465
128.00	0.008	2.897	1.514	1.250	1.124	0.882	0.737	8.403	1.401
129.00	0.008	2.770	1.448	1.196	1.074	0.844	0.704	8.035	1.339
130.00	0.008	2.648	1.384	1.143	1.027	0.807	0.673	7.683	1.281
131.00	0.007	2.532	1.324	1.093	0.982	0.771	0.644	7.347	1.224
132.00	0.007	2.422	1.266	1.045	0.939	0.738	0.616	7.025	1.171
133.00	0.007	2.315	1.210	1.000	0.898	0.705	0.589	6.717	1.120
134.00	0.006	2.214	1.157	0.956	0.859	0.674	0.563	6.423	1.071
135.00	0.006	2.117	1.106	0.914	0.821	0.645	0.538	6.142	1.024
136.00	0.006	2.024	1.058	0.874	0.785	0.617	0.515	5.873	0.979
137.00	0.005	1.936	1.012	0.836	0.751	0.590	0.492	5.616	0.936
138.00	0.005	1.851	0.967	0.799	0.718	0.564	0.471	5.370	0.895
139.00	0.005	1.770	0.925	0.764	0.687	0.539	0.450	5.135	0.856
140.00	0.005	1.692	0.885	0.731	0.657	0.515	0.430	4.910	0.818
141.00	0.005	1.618	0.846	0.699	0.628	0.493	0.412	4.695	0.782
142.00	0.004	1.547	0.809	0.668	0.600	0.471	0.394	4.489	0.748
143.00	0.004	1.480	0.773	0.639	0.574	0.451	0.376	4.293	0.715
144.00	0.004	1.415	0.739	0.611	0.549	0.431	0.360	4.105	0.684
145.00	0.004	1.353	0.707	0.584	0.525	0.412	0.344	3.925	0.654
146.00	0.004	1.294	0.676	0.558	0.502	0.394	0.329	3.753	0.626
147.00	0.004	1.237	0.647	0.534	0.480	0.377	0.315	3.589	0.598
148.00	0.003	1.183	0.618	0.511	0.459	0.360	0.301	3.432	0.572
149.00	0.003	1.131	0.591	0.488	0.439	0.344	0.288	3.281	0.547
150.00	0.003	1.082	0.565	0.467	0.420	0.329	0.275	3.138	0.523
151.00	0.003	1.034	0.541	0.446	0.401	0.315	0.263	3.000	0.500
152.00	0.003	0.989	0.517	0.427	0.384	0.301	0.251	2.869	0.478
153.00	0.003	0.946	0.494	0.408	0.367	0.288	0.240	2.743	0.457
154.00	0.003	0.904	0.473	0.390	0.351	0.275	0.230	2.623	0.437
155.00	0.002	0.865	0.452	0.373	0.335	0.263	0.220	2.508	0.418
156.00	0.002	0.827	0.432	0.357	0.321	0.252	0.210	2.398	0.400
157.00	0.002	0.791	0.413	0.341	0.307	0.241	0.201	2.293	0.382
158.00	0.002	0.756	0.395	0.326	0.293	0.230	0.192	2.193	0.366
159.00	0.002	0.723	0.378	0.312	0.280	0.220	0.184	2.097	0.349
160.00	0.002	0.691	0.361	0.298	0.268	0.211	0.176	2.005	0.334
161.00	0.002	0.661	0.345	0.285	0.256	0.201	0.168	1.917	0.320
162.00	0.002	0.632	0.330	0.273	0.245	0.192	0.161	1.833	0.306
163.00	0.002	0.604	0.316	0.261	0.234	0.184	0.154	1.753	0.292

164.00	0.002	0.578	0.302	0.249	0.224	0.176	0.147	1.676	0.279
165.00	0.002	0.553	0.289	0.239	0.214	0.168	0.141	1.603	0.267
166.00	0.002	0.528	0.276	0.228	0.205	0.161	0.134	1.533	0.255
167.00	0.001	0.505	0.264	0.218	0.196	0.154	0.128	1.466	0.244
168.00	0.001	0.483	0.252	0.209	0.187	0.147	0.123	1.401	0.234
169.00	0.001	0.462	0.241	0.199	0.179	0.141	0.117	1.340	0.223
170.00	0.001	0.442	0.231	0.191	0.171	0.135	0.112	1.281	0.214
171.00	0.001	0.422	0.221	0.182	0.164	0.129	0.107	1.225	0.204
172.00	0.001	0.404	0.211	0.174	0.157	0.123	0.103	1.172	0.195
173.00	0.001	0.386	0.202	0.167	0.150	0.118	0.098	1.120	0.187
174.00	0.001	0.369	0.193	0.159	0.143	0.112	0.094	1.071	0.179
175.00	0.001	0.353	0.185	0.152	0.137	0.108	0.090	1.024	0.171
176.00	0.001	0.338	0.176	0.146	0.131	0.103	0.086	0.979	0.163
177.00	0.001	0.323	0.169	0.139	0.125	0.098	0.082	0.937	0.156
178.00	0.001	0.309	0.161	0.133	0.120	0.094	0.079	0.896	0.149
179.00	0.001	0.295	0.154	0.127	0.115	0.090	0.075	0.856	0.143
180.00	0.001	0.282	0.148	0.122	0.109	0.086	0.072	0.819	0.136
181.00	0.001	0.270	0.141	0.117	0.105	0.082	0.069	0.783	0.131
182.00	0.001	0.258	0.135	0.111	0.100	0.079	0.066	0.749	0.125
183.00	0.001	0.247	0.129	0.107	0.096	0.075	0.063	0.716	0.119
184.00	0.001	0.236	0.123	0.102	0.092	0.072	0.060	0.685	0.114
185.00	0.001	0.226	0.118	0.097	0.088	0.069	0.057	0.655	0.109
186.00	0.001	0.216	0.113	0.093	0.084	0.066	0.055	0.626	0.104
187.00	0.001	0.206	0.108	0.089	0.080	0.063	0.052	0.599	0.100
188.00	0.001	0.197	0.103	0.085	0.077	0.060	0.050	0.572	0.095
189.00	0.001	0.189	0.099	0.081	0.073	0.057	0.048	0.547	0.091
190.00	0.001	0.180	0.094	0.078	0.070	0.055	0.046	0.523	0.087
191.00	0.000	0.172	0.090	0.074	0.067	0.053	0.044	0.500	0.083
		0.000	0.086	0.071	0.064	0.050	0.042	0.314	0.052
			0.000	0.068	0.061	0.048	0.040	0.217	0.036
				0.000	0.058	0.046	0.038	0.143	0.024
					0.000	0.044	0.037	0.081	0.013
						0.000	0.035	0.035	0.006
							0.000	0.000	0.000
								MAX	530.233

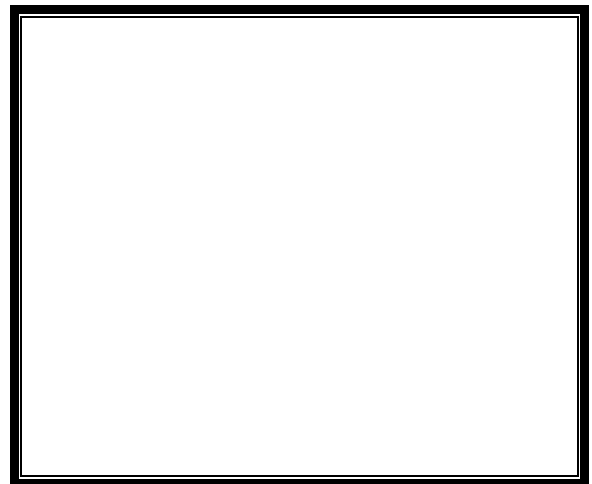
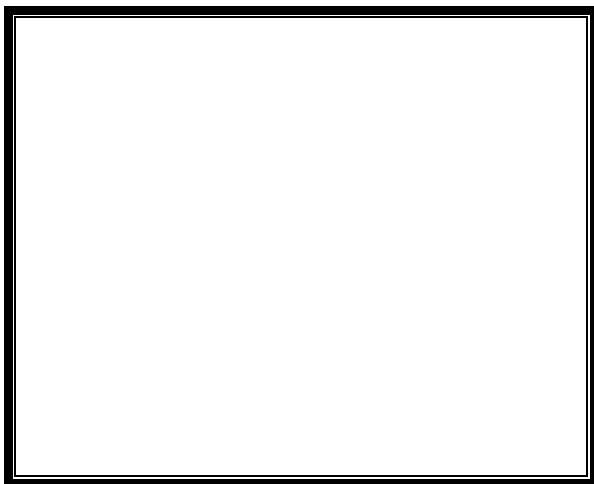
**LAMPIRAN FOTO  
SUNGAI CILIWUNG**



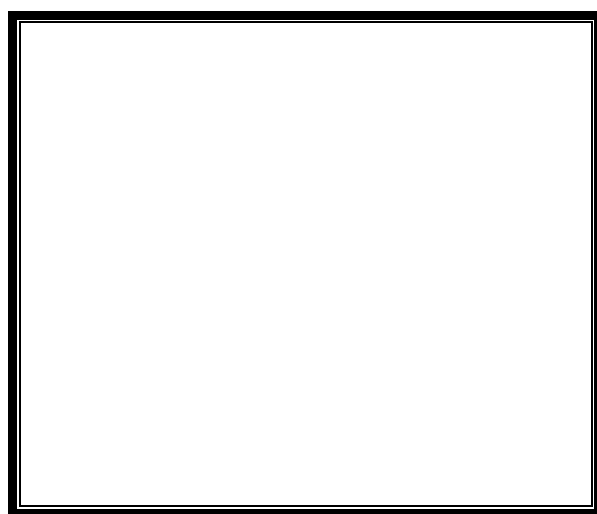
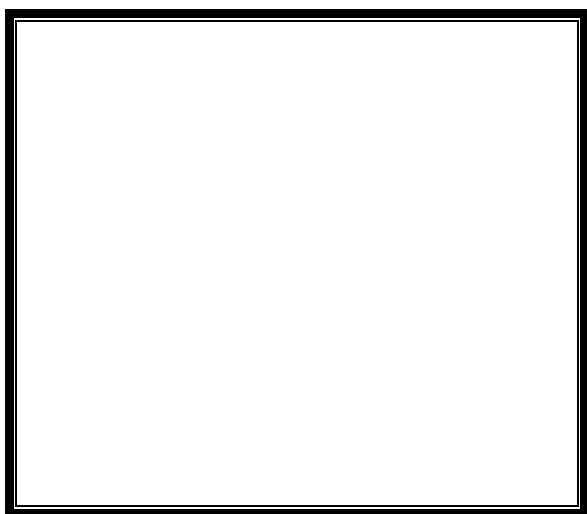
**LOKASI INLET SUDETAN SUNGAI CILIWUNG (BIDARA CINA)**



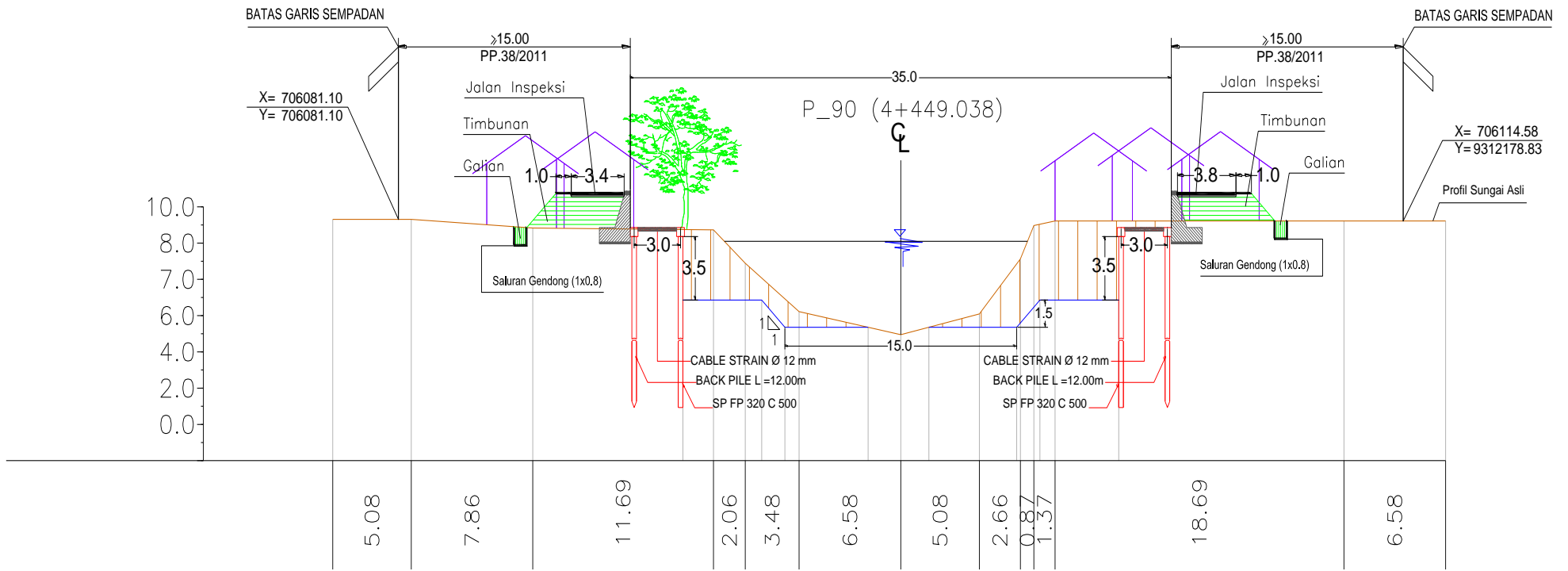
**LOKASI OUTLET/SALURAN OUTLET (SUNGAI CIPINANG)**



**LOKASI PINTU MASUK KANAL BANJIR TIMUR**

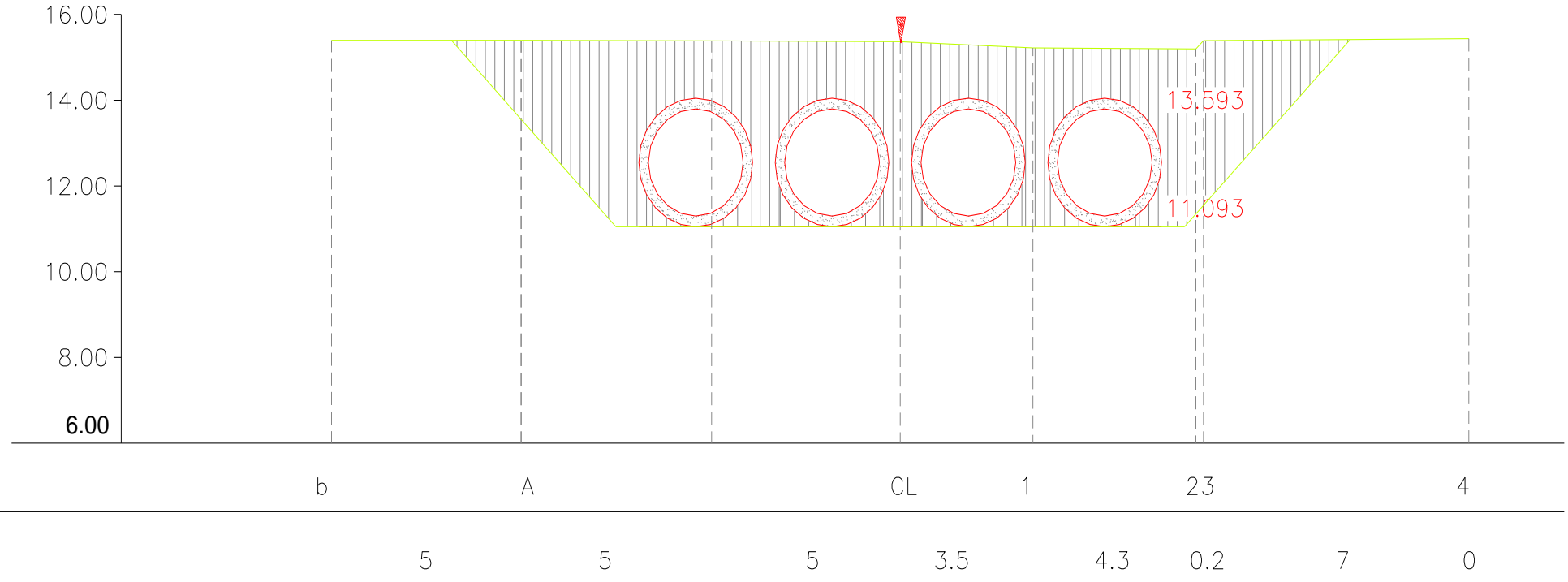


Cross Section Penampang Melintang Sungai Ciliwung wilayah Bidara Cina



Cross Section Penampang Melintang Sudetan

# SC-1



Lampiran 16

Potongan Memanjang Sudetan



Lampiran 17

Gambar Trase Sudetan

Sistem Sudetan Sungai Ciliwung menuju Kanal Banjir  
Timur

Lampiran 6

SKETSA PENETAPAN WF & SIM

## DAFTAR RIWAYAT HIDUP



**TRIA ERLINAWATI**,  
dilahirkan di Bekasi pada tanggal 13 April 1993. Penulis merupakan anak pertama dari tiga bersaudara dari pasangan Atim Hermawan dan Essih. Alamat Jl.Bkkbn RT 03/07 No.19A Mustika Jaya Bekasi Timur. Nomor Telepon : 085693216085.

Jenjang pendidikan formal yang telah dilalui penulis, antara lain Sekolah Dasar Negeri Musitka Jaya 4 Bekasi tahun 1999-2005, MTs Negeri Btg Bekasi tahun 2005-2008, SMA Negeri 9 Bekasi tahun 2008-2011. Tahun 2011, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Negeri Jakarta melalui jalur PMDK.

Semasa kuliah, penulis telah mengikuti kegiatan Praktik Kerja Lapangan di PT Totalindo Eka Persada pada proyek pembangunan Apartemen Bassura City pada tahun 2014 dan Praktik Keterampilan Mengajar (PKM) mengajar mata pelajaran Teknik Finishing dan K3 di SMK Negeri 4 Jakarta tahun 2014. Kegiatan kemahasiswaan yang pernah diikuti penulis antara lain Himpunan Mahasiswa (HIMA) Teknik Sipil UNJ tahun 2012, Pelatihan Kepemimpinan Mahasiswa Jurusan Tahun 2012 dan Pelatihan Kepemimpinan Mahasiswa Fakultas Teknik Pada Tahun 2012.

Untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, penulis menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Rencana Sudetan Sungai Ciliwung Menuju Kanal Banjir Timur Terhadap Debit Banjir Sungai Ciliwung”. Email : [triaerlins@gmail.com](mailto:triaerlins@gmail.com), IG : eliinsha.



*Building  
Future  
Leaders*

## KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

Kampus Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220  
Telp/Fax.: Rektor (021) 4893854, PR I: 4895130, PR II: 4893918, PR III: 4892926, PR IV: 4893982,  
BAUK: 4750930, BAAK: 4759081, BAPSI: 4752180  
Bag. UHTP: Telp. 4893726, Bag. Keuangan: 4892414, Bag. Kepegawaian: 4890536, HUMAS: 4898486  
Laman : [www.unj.ac.id](http://www.unj.ac.id)

Nomor : 1179C/UN39.12/KM/2015  
Lamp. : -  
Hal : Permohonan Izin Mengadakan Penelitian  
untuk Penulisan Skripsi

16 Maret 2015

Yth. Kepala Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane  
Jl. Inspeksi Saluran Tarum Barat, No.58,  
Jakarta Timur

Kami mohon kesediaan Saudara untuk dapat menerima Mahasiswa Universitas Negeri Jakarta :

Nama : **Tria Erlinawati**  
Nomor Registrasi : 5415110265  
Program Studi : Pendidikan Teknik Bangunan  
Fakultas : Teknik Universitas Negeri Jakarta  
No. Telp/HP : 085693216085

Dengan ini kami mohon diberikan ijin mahasiswa tersebut, untuk dapat mengadakan penelitian guna mendapatkan data yang diperlukan dalam rangka Penulisan Skripsi. Skripsi tersebut dengan judul :

**"Pengaruh Sudetan Sungai Ciliwung-KBT Terhadap Debit Banjir Sungai Ciliwung"**

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami sampaikan terima kasih.

Kepala Biro Administrasi  
Akademik dan Kemahasiswaan,



*[Signature]*  
Drs. Syaifullah  
NIP 195702161984031001

Tembusan :  
1. Dekan Fakultas Teknik  
2. Kaprog / Jurusan Teknik Sipil



*Building  
Future  
Leaders*

# KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

Kampus Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220  
Telp/Fax.: Rektor (021) 4893854, PR I: 4895130, PR II: 4893918, PR III: 4892926, PR IV: 4893982,  
BAUK: 4750930, BAAK: 4759081, BAPSI: 4752180  
Bag. UHTP: Telp. 4893726, Bag. Keuangan: 4892414, Bag. Kepegawaian: 4890536, HUMAS: 4898486  
Laman : [www.unj.ac.id](http://www.unj.ac.id)

Nomor : 1179A/UN39.12/KM/2015  
Lamp. : -  
Hal : **Permohonan Izin Mengadakan Penelitian  
untuk Penulisan Skripsi**

16 Maret 2015

Yth. Kepala BMKG Pusat  
Jl. Angkasa No.2, Kemayoran,  
Jakarta Pusat

Kami mohon kesediaan Saudara untuk dapat menerima Mahasiswa Universitas Negeri Jakarta :

Nama : **Tria Erlinawati**  
Nomor Registrasi : 5415110265  
Program Studi : Pendidikan Teknik Bangunan  
Fakultas : Teknik Universitas Negeri Jakarta  
No. Telp/HP : 085693216085

Dengan ini kami mohon diberikan ijin mahasiswa tersebut, untuk dapat mengadakan penelitian guna mendapatkan data yang diperlukan dalam rangka Penulisan Skripsi. Skripsi tersebut dengan judul :

**"Pengaruh Sudetan Sungai Ciliwung-KBT Terhadap Debit Banjir Sungai Ciliwung"**

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami sampaikan terima kasih.

Kepala Biro Administrasi  
Akademik dan Kemahasiswaan,



Tembusan :  
1. Dekan Fakultas Teknik  
2. Kaprog / Jurusan Teknik Sipil

Drs. Syaifullah  
NIP. 195702161984031001





*Building  
Future  
Leaders*

## KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

Kampus Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220  
Telp/Fax.: Rektor (021) 4893854, PR I: 4895130, PR II: 4893918, PR III: 4892926, PR IV: 4893982,  
BAUK: 4750930, BAAK: 4759081, BAPSI: 4752180  
Bag. UHTP: Telp. 4893726, Bag. Keuangan: 4892414, Bag. Kepegawaian: 4890536, HUMAS: 4898486  
Laman : www.unj.ac.id

Nomor : 1179B/UN39.12/KM/2015  
Lamp. : -  
Hal : **Permohonan Izin Mengadakan Penelitian  
untuk Penulisan Skripsi**

16 Maret 2015

Yth. Kepala Dinas PU Tata Air Jakarta Pusat  
Jl. Taman Jatibaru, No.26, Gambir,  
Jakarta Pusat

Kami mohon kesediaan Saudara untuk dapat menerima Mahasiswa Universitas Negeri Jakarta :

Nama : **Tria Erlinawati**  
Nomor Registrasi : 5415110265  
Program Studi : Pendidikan Teknik Bangunan  
Fakultas : Teknik Universitas Negeri Jakarta  
No. Telp/HP : 085693216085

Dengan ini kami mohon diberikan ijin mahasiswa tersebut, untuk dapat mengadakan penelitian guna mendapatkan data yang diperlukan dalam rangka Penulisan Skripsi. Skripsi tersebut dengan judul :

**"Pengaruh Sudetan Sungai Ciliwung-KBT Terhadap Debit Banjir Sungai Ciliwung"**

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami sampaikan terima kasih.

Kepala Biro Administrasi  
Akademik dan Kemahasiswaan,



Syaifullah  
NIP 196702161984031001

**Tembusan :**  
1. Dekan Fakultas Teknik  
2. Kaprog / Jurusan Teknik Sipil