

**ANALISIS KAPASITAS PENGALIRAN DENGAN SIMULASI BANJIR
PADA KALI SUNTER DI WILAYAH CIPINANG MELAYU, JAKARTA
TIMUR**



LISDA LISMAYA

5415131703

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

**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN TEKNIK BANGUNAN
JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
2017**

ABSTRAK

LISDA LISMAYA. **Analisis Kapasitas Pengaliran Dengan Simulasi Banjir Pada Kali Sunter Di Wilayah Cipinang Melayu, Jakarta Timur.** Skripsi. Jakarta: Program Studi S1 Teknik Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, Agustus 2015.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui analisis kapasitas pengaliran pada kali Sunter dengan bantuan program HEC-RAS sebagai simulasi banjir. Selain itu untuk mengetahui ketinggian luapan genangan yang terjadi dengan beberapa penampang sungai yang digunakan sebagai perwakilan daerah Cipinang Melayu.

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan pengumpulan data dan analisis data yang berupa: data curah hujan, data DAS Sunter, data kondisi existing penampang sungai dan data genangan yang terjadi pada sekitar kali Sunter. Analisa distribusi curah hujan dilakukan berupa perhitungan curah hujan rencana periode ulang 5, 10, 20, 25 dan 50 tahun dengan perhitungan metode Normal, Gumbel, Log Normal, dan Log Pearson III. Sementara, berdasarkan uji dispersi dan uji chi kuadrat dengan taraf nyata pengujian (α) 0,05 maka, hasil curah hujan yang memenuhi syarat adalah distribusi Log Pearson III. Perencanaan debit banjir rencana dengan metode Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu (HSS Nakayasu) dengan periode ulang 5 tahun sebesar 144.49 m³/det, kala ulang 10 tahun sebesar 169.20 m³/det, kala ulang 20 tahun sebesar 191,48 m³/det, kala ulang 25 tahun sebesar 203.69 m³/det, dan kala ulang 50 tahun sebesar 231.40 m³/det. Setelah mengetahui debit banjir rencana, selanjutnya menggunakan simulasi HEC-RAS dengan 28 *section* yaitu STR 82-109 dan didapatkan hasil limpasan air dengan lima periode ulang.

Hasil analisis yang didapat adalah dengan menggunakan 28 *section* penampang sungai menggunakan data existing, seluruh *section* tidak dapat menampung debit banjir rencana dengan ketinggian limpasan 0.74-3.19 m pada periode 5 tahun. Setelah itu melakukan redimensi penampang sungai agar penampang yang baru dapat menampung debit banjir rencana sampai periode 50 tahun. Dengan memanfaatkan pengerukan dasar sungai membuat profil dasar penampang menjadi seragam hasil selisih yaitu 1.23-2.55 m, sehingga kapasitas penampang tidak menimbulkan luapan air lagi sampai periode ulang 50 tahun.

Kata Kunci: Banjir, Debit Banjir Rencana, Kali Sunter, Kapasitas Pengaliran, HEC-RAS.

ABSTRACT

LISDA LISMAYA. *Flow Capacity Analysis Using Flood Simulation At Sunter River, Cipinang Melayu Area, East Jakarta*. Thesis. Jakarta: Undergraduate Program of Building Engineering, Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering, State University of Jakarta, August 2015.



This study intended to analyze the drainage capacity of Sunter with the help of HEC-RAS program software for the flood simulation. In addition to know the height of the inundation of the puddle, some cross-section of the river are used to represent Cipinang Melayu area.

This research is done based on the data collection and data analysis which include: rainfall data, Sunter watershed data, as the condition data with cross section of river and data pools that have happened around the Sunter river. The analysis of rainfall distribution is done using the return period of 5, 10, 20, 25 and 50 year period with Normal, Gumbel, Normal Log, and Log Pearson III method. Meanwhile, based on dispersion and chi square test with real level of test (α) of 0,05, the result of rainfall that fulfill requirement is Log Pearson III. The flood discharge plan using the Nakayasu Synthesized Hydrograph (HSS Nakayasu) method with a 5-year repeat period shows the value of $144.49 \text{ m}^3/\text{s}$, 10-year period of $169.20 \text{ m}^3/\text{s}$, 20-year period of $191.48 \text{ m}^3/\text{s}$, while the 25 year period result is $203.69 \text{ m}^3/\text{s}$, and a 50 year period result is $231.40 \text{ m}^3/\text{s}$. After knowing the flood discharge plan, the simulation next was done using HEC-RAS simulation with 28 section of STR 82-109 and the result of runoff with five years return period will be achieved.




The result of the analysis is done using 28 parts of the river cross section using existing data, meanwhile the whole section can not accommodate the flood discharge plan with a runoff height of 0,74-3.19 m based on the period of 5 years. Next, the river cross section re-dimension is done so that the new cross-section can accommodate flood discharge plan until 50 years period. The difference is 1.23-2.55 m by using the cut and fill method, so that the cross-sectional capacity can resist the waterflow until the 50 years of continuous period.

Keywords: *Flood, Flood discharge, Sunter River, Flow Capacity, HEC-RAS.*

HALAMAN PENGESAHAN

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
Drs. Arris Maulana, MT (Dosen Pembimbing I)		23/8-2017
Dr. Ir. Mochammad Amron, M.Sc (Dosen Pembimbing II)		13/8-2017

PENGESAHAN PANITIA UJIAN SKRIPSI

NAMA DOSEN	TANDA TANGAN	TANGGAL
R. Eka Murtinugraha, M. Pd (Ketua Penguji)		29/8-2017
Prof. Dr. Henita Rahmayanti, M. Si (Anggota Penguji)		23-8-2017
Dra. Daryati, MT (Anggota Penguji)		23-8-2017

Tanggal Lulus: 16 Agustus 2017

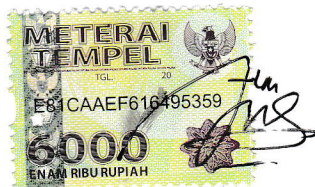
HALAMAN PERNYATAAN

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, 23 Agustus 2017

Yang membuat pernyataan,



Lisda Lismaya

NRM. 5415131703

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia, rahmat, dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Analisis Kapasitas Pengaliran Dengan Simulasi Banjir pada Kali Sunter di Wilayah Cipinang Melayu, Jakarta Timur”**

Skripsi ini disusun guna memenuhi salah satu syarat dalam penyelesaian studi pada program strata satu (S1) Pendidikan Teknik Bangunan, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

Pembuatan skripsi ini tidak lepas dari bantuan dan doa restu dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. R. Eka Murtinugraha, M. Pd, selaku Ketua Program Studi Strata Satu (S1) Pendidikan Teknik Bangunan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta, dan juga ketua penguji sidang skripsi atas saran dan masukannya dalam perbaikan skripsi ini, sekaligus Koordinator Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
2. Drs. Arris Maulana, MT selaku pembimbing I yang telah memberikan banyak masukan, nasehat serta waktunya dalam penelitian dan penulisan sampai terselesaikannya skripsi ini.
3. Dr. Ir. Mochammad Amron, M. Sc, selaku pembimbing II yang memberikan banyak masukan, nasehat, waktunya serta bimbingan sepenuhnya sampai akhir penyusunan skripsi ini. Serta pak Wahyuno selaku ahli hidrologi di kementerian PU Direktorat Jendral Sumber Daya Air atas bimbingan bab analisi dan pembahasan serta kesimpulan dan saran.
4. Dr. Tuti Iriani, M. Si selaku Penasehat Akademik S1 Pendidikan Teknik Bangunan A angkatan 2013, yang telah memberikan arahan dan motivasi selama menjalankan perkuliahan dan masukan penelitian ini.
5. Dr. Henita Rahmayanti, M.Si selaku Penguji I dan Dra. Daryati, MT selaku Penguji II skripsi atas saran dan masukannya dalam perbaikan skripsi ini.
6. Staff Dosen Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan UNJ yang telah memberikan ilmu pengetahuan serta bimbingan selama perkuliahan.

7. Staff Tata Usaha UNJ yang telah membantu segala administrasi penulisan skripsi ini.
8. Bapak Asman dan Ibu Al Husnah tercinta serta keluarga besar Kakek Aliman dan Nenek Siti Haro atas cinta dan kasih sayang serta doa yang tak pernah terhenti terucap agar penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini, dan juga kepada Lulu Rahmawati dan Ardiansyah atas dukungan dan semangatnya.
9. Sahabat-sahabat tersayang di kampus Anggy, Yani, Nida, Syifa, Kinan, Anita, Lia dan Paul yang tak pernah hentinya memberikan semangat juga kepada seluruh teman-teman Prodi Pendidikan Teknik Bangunan angkatan 2013 terkhusus PTB A, adik-adik angkatan 2014-2015, dan senior-senior yang telah mendukung dan membantu selama penulis menjadi mahasiswa UNJ dan pembuaatan skripsi ini terkhusus untuk kakak A. Dewanti P 2011.
10. Sahabat-sahabat yang tak pernah hentinya memberikan semangat Uswah, Khori, Savira, Yulia, Ratna, Atik, Ella, Febi, dan sahabat sejak kecil Pety, Tita dan Ika.

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 penulis berharap skripsi ini bisa berguna bagi masyarakat luas dan dapat berguna untuk pembelajaran berikutnya.

Jakarta, 23 Agustus 2017

Lisda Lismaya

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Identifikasi Masalah.....	5
1.3 Pembatasan Masalah.....	6
1.4 Perumusan Masalah	6
1.5 Kegunaan Penelitian	7
BAB II. PENYUSUNAN DASAR TEORI	
2.1 Landasan Teori	8
2.1.1 Aliran Saluran Terbuka	8
2.1.2 Debit Banjir Rencana.....	9
2.1.3 Daerah Aliran Sungai (DAS).....	10
2.1.4 Penampang Saluran	13
2.1.5 Analisis Curah Hujan.....	13
1. Metode Rata-Rata Aljabar	14
2. Metode Polygon Thiessen.....	15
3. Metode Ishoyet.....	16
2.1.6 Perbaikan Data Curah Hujan	19
1. Pengisian Data Hilang.....	19
2. Pemeriksaan Konsistensi Data	20
2.1.7 Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF).....	20
1. Kurva IDF dengan Metode Mononobe	22
2. <i>Alternating Block Method (ABM)</i>	22
2.1.8 Periode Ulang Hujan	22
2.1.9 Analisis Frekuensi dan Probabilitas	23
1. Distribusi Normal.....	24
2. Distribusi Log Normal	26
3. Distribusi Log Person III	27
4. Distribusi Gumbel	28
2.1.10 Uji Kecocokan Distribusi	29
1. Uji Chi-Kuadrat	29
2. Uji Smirnov-Kolmogorov	30
2.1.11 Koefisien Limpasan	31
2.1.12 Waktu Konsentrasi (t_c)	32
2.1.13 Perhitungan Debit Banjir Rencana	33

1. Metode HSS Nakayasu	33
2.1.14 Persamaan Manning	36
2.1.15 Simulasi Banjir	37
2.2 Penelitian Relevan	39
2.3 Kerangka Berpikir	42
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Tujuan Penelitian.....	44
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	44
3.3 Metode Penelitian.....	45
3.4 Teknik Pengumpulan Data	45
3.4.1 Prosedur Pengumpulan Data	46
3.4.2 Metode Pengumpulan Data	46
3.5 Teknik Analisis Penelitian.....	47
3.6 Diagram Alur Penelitian.....	50
BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN	
4.1 Deskripsi Data	53
4.1.1 Letak Geografis	53
4.1.2 Data Lokasi.....	53
4.2 Analisis Curah Hujan	55
4.2.1 Curah Hujan Bulanan Maksimum.....	55
4.2.2 Curah Hujan Tahunan Daerah.....	57
1. Melengkapi Data Curah Hujan.....	57
2. Frekuensi Curah Hujan Harian Rata-Rata	62
4.3 Analisis Distribusi Curah Hujan.....	63
4.3.1 Penentuan Jenis Distribusi	63
1. Distribusi Normal	63
2. Distribusi Gumbel	66
3. Distribusi Log Normal	69
4. Distribusi Log Pearson Type III	72
4.3.2 Uji Chi-kuadrat	77
4.3.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan	78
4.3.4 Perhitungan DAS	79
4.3.5 Koefisien Limpasan	80
4.3.6 Waktu Konsentrasi	81
4.3.7 Distribusi Hujan Jam-jaman.....	82
4.4 Perhitungan Debit Banjir Rencana	84
4.5 Pemodelan Program HEC-RAS	90
4.6 Analisis Hidrolika.....	96
4.7 Pembahasan	97
4.8 Keterbatasan Penelitian	98
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	99
5.2 Saran	100

DAFTAR PUSTAKA	101
LAMPIRAN	103
DAFTAR RIWAYAT HIDUP	177

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Data Teknis Sungai Sunter	53
Tabel 4.2. Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Fakultas Teknik UI	56
Tabel 4.3. Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Cawang	56
Tabel 4.4. Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Halim Perdana Kusuma	57
Tabel 4.5. Data Curah Hujan Bulanan yang Telah Dilengkapi	59
Tabel 4.6. Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Halim Perdana Kusuma Setelah Dilengkapi	59
Tabel 4.7. Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Fakultas Teknik UI Setelah Dilengkapi	60
Tabel 4.8. Data Curah Hujan Maksimum Tahunan (2007-2016)	61
Tabel 4.9. Data Curah Hujan Maksimum Bulanan (Januari-Desember)	61
Tabel 4.10. Data Curah Hujan Harian Rata-Rata Maksimum	62
Tabel 4.11. Curah Hujan Harian Rata-Rata Maksimum Setelah Diurutkan	62
Tabel 4.12. Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Normal	63
Tabel 4.13. Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Normal	65
Tabel 4.14. Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Gumbel	66
Tabel 4.15. Nilai Dispersi Gumbel untuk Y_n , S_n dan Y_{Tr}	67
Tabel 4.16. Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Gumbel	68
Tabel 4.17. Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Normal	69
Tabel 4.18. Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Log Normal	71
Tabel 4.19. Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Pearson Type III	72
Tabel 4.20. Nilai K Hasil Distribusi Log Pearson Type III	73
Tabel 4.21. Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Log Pearson Type III ...	74
Tabel 4.22. Perbandingan Hasil Dispersi Distribusi	75
Tabel 4.23. Hasil Uji Distribusi	76
Tabel 4.24. Uji Chi-Kuadrat Distribusi Log Pearson III	77
Tabel 4.25. Curah Hujan Rencana Distribusi Log Pearson III	78
Tabel 4.26. Data Tata Guna Lahan Sungai Sunter	81
Tabel 4.27. Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman	82
Tabel 4.28 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman Berbagai Periode Ulang	84
Tabel 4.29 Perhitungan Pada Kurva Naik.....	85
Tabel 4.30 Perhitungan Kurva Turun ($T_p=4.042 < t < T_p+T_{0.3}= 9.095$)	86
Tabel 4.31 Perhitungan Kurva Turun ($T_p+T_{0.3}= 9.095 < t < T_p+T_{0.3}+$ $1.5T_{0.3}=16.673$).....	86
Tabel 4.32 Perhitungan Pada Kurva Turun ($t > T_p + T_{0.3} + 1.5T_{0.3} = 16.673$)	87
Tabel 4.33 Rekapitulasi Debit Banjir Puncak (Maksimum) Sungai Sunter	87
Tabel 4.34 Rekapitulasi Ketinggian Limpasan Air Berbagai Penampang	92
Tabel 4.35. Rekapitulasi Selisih Pengerukan.....	94

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Peta Wilayah Sungai Sunter.....	2
Gambar 1.2. Kondisi Banjir Cipinang Melayu	3
Gambar 1.3. Banjir Pada Minggu 19 Febuari 2017	4
Gambar 1.4. Peta Genangan Ruas 1 KBT Sampai Jembatan Molek, Jaktim	5
Gambar 2.1. DAS Sunter	10
Gambar 2.2. Metode Poligon Thiessen	16
Gambar 2.3. Metode Isohyet	18
Gambar 2.4. Kurva Distribusi Frekuensi Normal	25
Gambar 2.5. Grafik Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu	35
Gambar 3.1. Peta Lokasi Sungai Sunter Wilayah Cipinang Melayu	44
Gambar 3.2. Diagram Alur Penelitian	50
Gambar 4.1. DAS Sunter	54
Gambar 4.2. Grafik Distribusi Dispersi Normal	65
Gambar 4.3. Grafik Distribusi Dispersi Gumbel	68
Gambar 4.4. Grafik Distribusi Dispersi Log Normal	71
Gambar 4.5. Grafik Distribusi Dispersi Log Pearson III.....	75
Gambar 4.6 Peta DAS yang Akan Dihitung	79
Gambar 4.7 Distribusi Hujan Jam-Jaman	83
Gambar 4.8 Pola Distribusi Hujan	83
Gambar 4.9 Hidrograf Banjir Sungai Sunter Berbagai Periode Ulang	88
Gambar 4.10 Alur Kali Sunter	90
Gambar 4.11 <i>Input Data Cross Section</i>	90
Gambar 4.12 Tabel <i>Input Data Debit Banjir Rencana</i>	91
Gambar 4.13 Proses <i>Running Data</i>	91
Gambar 4.14 Profil Penampang Melintang Kali Sunter STR 83.....	91
Gambar 4.15 Profil Keseluruhan Permukaan Air	92
Gambar 4.16 Profil Penampang Melintang Kali Sunter STR 87 Setelah Direncanakan Ulang.....	94
Gambar 4.17 Profil Keseluruhan Penampang Sungai dan Debit Banjir Rencana Setelah Direncanakan Ulang.....	95

DAFTAR LAMPIRAN

		Halaman
Lampiran 1	Lembar Konsultasi Skripsi	103
Lampiran 2	Surat Tugas Dosen Pembimbing	108
Lampiran 3	Permohonan Izin Penelitian (BBWSCC)	110
Lampiran 4	Permohonan Tarif Nol Rupiah (BMKG).....	111
Lampiran 5	Data Curah Hujan (BMKG)	113
Lampiran 6	Hasil Turnitin	114
Lampiran 7	Nilai Variable Reduksi Gauss	116
Lampiran 8	Nilai K Distribusi Log Pearson Tipe III.....	117
Lampiran 9	<i>Reduced Mean</i> , Y_n Sebagai Fungsi Periode Ulang.....	118
Lampiran 10	<i>Reduced Standard Deviation</i> , S_n	119
Lampiran 11	<i>Reduced Variate</i> , Y_{tr} Sebagai Fungsi Periode Ulang	120
Lampiran 12	Nilai Kritis untuk Uji Chi-kuadrat.....	121
Lampiran 13	Nilai Kritis D_0 untuk Uji Smirnov-Kolmogorov	122
Lampiran 14	Koefisien Limpasan.....	123
Lampiran 15	Koefisien Manning	124
Lampiran 16	Data Curah Hujan Bulanan yang Harus Dilengkapi	126
Lampiran 17	Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 5 Tahun Metode HSS Nakayasu	128
Lampiran 18	Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 10 Tahun Metode HSS Nakayasu	131
Lampiran 19	Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 20 Tahun Metode HSS Nakayasu	134
Lampiran 20	Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 25 Tahun Metode HSS Nakayasu	137
Lampiran 21	Perhitungan Debit Banjir Rencana Periode Ulang 50 Tahun Metode HSS Nakayasu	140
Lampiran 22	Data Penampang Melintang Kali Sunter	143
Lampiran 23	Data Penampang Melintang Existing Kali Sunter.....	147
Lampiran 24	Data Penampang Melintang Rencana Kali Sunter	152
Lampiran 25	Perhitungan Redimensi Penampang Sungai Sunter	157
Lampiran 26	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Redimensi Penampang Sungai Sunter	159
Lampiran 27	Gambar situasi, potongan memanjang , dan potongan melintang kali sunter	161

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Jakarta memiliki daerah yang cenderung bertopografi rendah dan datar dibanding daerah sekitarnya seperti Bogor, Depok dan Puncak sering sekali mengalami banjir. Selain itu, perubahan tata guna lahan di daerah hulu (kawasan Puncak Bogor) hingga hilir (pusat kota) sudah banyak bangunan tinggi dan perumahan warga, serta kurangnya daerah resapan air membuat air mengalir di permukaan sebagai *run off* dengan mudahnya membuat air hujan menggenangi wilayah ibukota (Zaenuddin HM, 2013:xix).

Selain hal tersebut yang telah dijelaskan di atas, besarnya aliran permukaan akan mengalir ke sungai-sungai membuat menambah tingginya debit aliran sungai. Besarnya aliran akan menyebabkan erosi permukaan maupun tebing sungai dan akan terbawa ke hilir. Hal tersebut ditambah dengan kondisi wilayah kota Jakarta yang menyebabkan limpasan air hujan mengalir dengan kecepatan rendah. Lalu ditambah dengan kondisi curah hujan yang cukup tinggi yaitu sekitar > 200 mm, serta mengakibatkan kondisi saluran drainase (primer, sekunder dan tersier) melebihi kapasitas tampung (Kodoatie, 2013:25).

Faktor lain yang menyebabkan banjir yaitu perubahan tata guna lahan dikarenakan pesatnya pertumbuhan penduduk di perkotaan yang menyebabkan kepadatan perumahan hingga mengambil daerah sempadan sungai untuk tempat tinggal. Akibatnya, mempersempit alur sungai yang ada sehingga terjadi banjir. Bagi warga yang daerah tempat tinggalnya dekat atau sekitaran sungai, banjir akibat luapan air sungai merupakan yang sering dialami. Curah hujan yang tinggi

baik di daerah hulu dan hilir serta debit air yang datang dari hulu mengakibatkan kapasitas pengaliran sungai menjadi lebih besar dari penampang yang ada, sehingga air melimpas dari tepi sungai.

Menurut (Kodoatie, 2013:52) banjir terdiri atas dua peristiwa, pertama banjir terjadi di daerah yang tidak biasa terkena banjir, dan kedua banjir terjadi karena limpasan air dari sungai karena debitnya yang besar sehingga tidak mampu dialirkan oleh alur sungai. Salah satu fenomena banjir akibat limpasan air sungai adalah sungai Sunter yang melanda di wilayah kelurahan Cipinang Melayu, kecamatan Makasar, Jakarta Timur.

Sungai Sunter adalah sungai besar yang melewati kota Jakarta dan kota Bekasi, sungai ini memiliki panjang sungai utama yaitu 36,66 km, luas DAS mencapai 73.1 km², dan kapasitas aliran alur (hulu) saat ini 11-28m³/det. Hulu sungai ini berada di kelurahan Cimpaeun, kecamatan Tapos, kota Depok, Jawa Barat. (Sumber: DAS Sunter, Peta Wilayah Kerja, Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Ciliwung Cisadane).



Gambar 1.1 Peta Wilayah Sungai Sunter

Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Ciliwung Cisadane

Pada musim penghujan kondisi salah satu wilayah di Jakarta Timur yaitu di Cipinang Melayu mengalami luapan air pada sungai Sunter, banjir yang terjadi pada umumnya menggenangi daerah pemukiman penduduk. Pada hari minggu 19 Febuari 2017 luapan kali sunter mengakibatkan ketinggian genangan bervariasi antara 80-90 cm di RW 03 dan RW 04 yang terjadi mulai pukul 08.30 WIB (Sumber: Bahan Informasi Pekerjaan Normalisasi Kali Ciliwung dan Kali Sunter, BBWS Ciliwung Cisadane, 2017:32).

Setelah banjir surut, beberapa hari kemudian pada hari minggu 26 Febuari 2017 Banjir Cipinang Melayu terjadi kembali dengan ketinggian 50-100 cm, meskipun banjir minggu lalu sudah berangsur-angsur surut namun kali Sunter tak mampu menahan debit air kiriman dari hulu (Sumber: metro.sindonews.com 2017). Penyebab banjir adalah curah hujan yang sangat deras di hulu maupun di wilayah Cipinang melayu hingga mengakibatkan debit air bertambah sampai meluapnya aliran kali Sunter, serta normalisasi sungai yang belum sepenuhnya selesai.



Gambar 1.2 Kondisi Banjir Cipinang Melayu

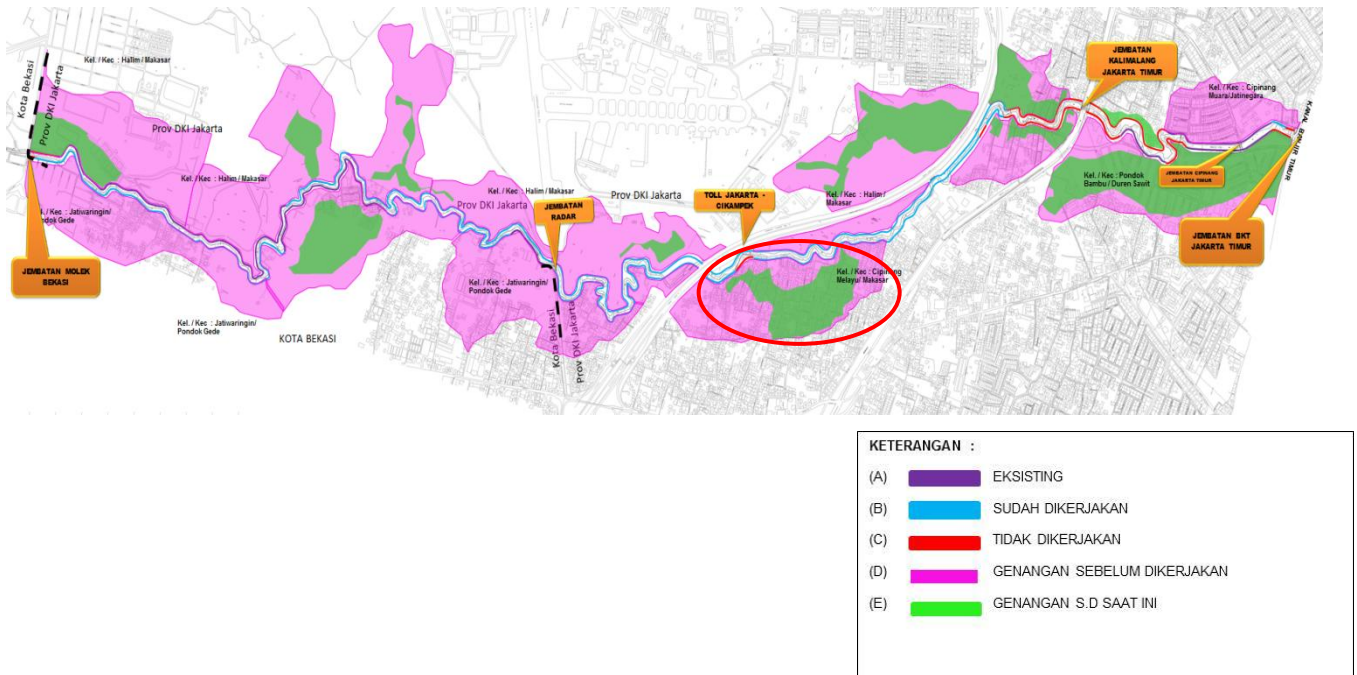
Sumber: Bahan Informasi Pekerjaan Normalisasi Kali Ciliwung dan Kali Sunter, BBWS Ciliwung Cisadane, 2017:32)



Gambar 1.3 Banjir Pada Minggu 19 Febuari 2017

Sumber: liputan6.com 2017

Dari peristiwa banjir diatas salah satu upaya dalam mengatasi permasalahan banjir adalah melakukan normalisasi sungai. Menurut Permen PU No. 12/PRT/M/2014 (pasal 15(4):10) Normalisasi adalah kegiatan untuk memperbaiki saluran dan sarana drainase lainnya termasuk bangunan pelengkap sesuai dengan kriteria perencanaan. Pekerjaan normalisasi sungai Sunter direncanakan dengan tahun anggaran 2011-2015 yang berada pada lokasi pekerjaan Jakarta Timur dan Bekasi. Sampai saat ini proyek normalisasi sungai Sunter dapat mengurangi luas genangan yang sebelumnya 558.98 ha menjadi 184.4 ha luas genangan sampai saat ini dengan penurunan genangan 374.58 ha untuk total dari seluruh wilayah sungai sunter. Hal tersebut dikarenakan belum selesai sepenuhnya proyek normalisasi sungai Sunter. Berikut ini adalah peta genangan panjang pekerjaan yang sudah tertangani pada ruas 1 Jakarta Timur (Sumber: Bahan Informasi Pekerjaan Normalisasi Kali Ciliwung dan Kali Sunter, BBWS Ciliwung Cisadane, 2017:26).



Gambar 1.4 Peta Genangan Ruas 1 KBT Sampai Jembatan Molek, Jakarta Timur

Sumber: Bahan Informasi Pekerjaan Normalisasi Kali Ciliwung dan Kali Sunter, BBWS Ciliwung Cisadane, 2017:28)

Pada uraian permasalahan di atas, maka penulis membuat penelitian untuk menganalisis kapasitas pengaliran pada sungai Sunter untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan akibat banjir terhadap kondisi existing alur sungai Sunter. Judul penelitian yang diangkat adalah “Analisis Kapasitas Pengaliran dengan Simulasi Banjir pada Kali Sunter di Wilayah Cipinang Melayu, Jakarta Timur”

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka dapat diidentifikasi beberapa permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kondisi curah hujan (hidrologi) di kali Sunter khususnya di wilayah kelurahan Cipinang Melayu, kecamatan Makasar, Jakarta Timur?

2. Berapa besar intensitas curah hujan yang terjadi pada kali Sunter di kawasan Cipinang Melayu?
3. Berapa debit banjir rancangan kala ulang 5, 10, 20, 25 dan 50 tahun di sungai Sunter?
4. Berapa elevasi muka air banjir untuk nilai debit banjir rencana?
5. Berapakah dimensi penampang sungai yang direncanakan untuk dapat menampung debit rencana maksimum?
6. Apakah bentuk penampang sungai yang direncanakan untuk dapat menampung debit banjir rencana sampai periode ulang 50 tahunan?

1.3 Pembatas Masalah

Pada penelitian kali ini akan dibatasi masalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data sekunder
2. Data curah hujan dari sepuluh tahun terakhir dari mulai tahun 2007-2016
3. Tidak memperhitungkan gorong-gorong atau saluran drainase sekitar
4. Tidak memperhitungkan pengaruh besarnya evaporasi
5. Simulasi banjir menggunakan *software* HEC-RAS versi 4.1.0

1.4 Perumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi dan pembatas masalah di atas, maka dapat dirumuskan: “Bagaimana hasil kapasitas penampang pengaliran sungai Sunter dengan simulasi banjir rencana setelah analisis pengaliran di wilayah kelurahan Cipinang Melayu, kecamatan Makasar, Jakarta Timur?”

1.5 Kegunaan Penelitian

Penelitian ini memiliki kegunaan atau manfaat antara lain:

1. Kegunaan Teoretis

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat dan berguna untuk mahasiswa Pendidikan Teknik Bangunan Universitas Negeri Jakarta, dan juga sebagai bahan masukan maupun rujukan pembelajaran bagi penulis maupun pembaca.

2. Kegunaan Praktis

- a. Sebagai kajian ulang dalam perhitungan kapasitas pengaliran penampang pada kali Sunter, khususnya di wilayah kelurahan Cipinang Melayu, kecamatan Makasar, Jakarta Timur, terhadap permasalahan banjir yang sering terjadi
- b. Sebagai kajian untuk mempelajari *software* HEC-RAS yang berguna untuk menganalisis simulasi banjir
- c. Sebagai bentuk penelitian terkait ilmu keairan khususnya pada lingkup drainase sungai.
- d. Menambah wawasan dan pengalaman, baik bagi penulis maupun pembaca mengenai masalah banjir dan mengaplikasikan teori-teori yang telah dipelajari penulis selama masa perkuliahan.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Pada penelitian ini akan dibahas teori-teori terkait dengan judul penelitian yang akan dianalisis. Menurut Buku Panduan Penyusunan Skripsi dan Non Skripsi FT Universitas Negeri Jakarta (2015:34), landasan teori tidak sekedar mencantumkan konsep-konsep secara runtut dari berbagai sumber tetapi merupakan hasil analisis dari berbagai konsep. Setelah menganalisis kemudian dilanjutkan dengan membandingkan antarkonsep untuk menemukan persamaan dan perbedaan. Selain itu landasan teori juga akan menjadi dasar yang kuat dalam penelitian yang akan dilakukan.

2.1.1 Aliran Saluran Terbuka

Aliran air dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka (*open channel flow*) yang memiliki permukaan bebas (*free surface*) dan aliran pipa (*pipe flow*) tetapi tidak memiliki permukaan bebas karena air harus mengisi seluruh saluran.

Selain itu, jenis aliran saluran terbuka dapat digolongkan menjadi berbagai jenis yang berdasarkan perubahan kedalaman aliran sesuai dengan waktu dan ruang. Berikut ini adalah penggolongan jenis aliran tersebut:

1. Aliran Tunak (*Steady Flow*) dan Aliran Taktunak (*Unsteady Flow*)

Aliran dalam saluran terbuka dikatakan tunak (*steady*) apabila kedalaman aliran tidak berubah atau dianggap konstan selama selang waktu tertentu. Sedangkan untuk dikatakan taktunak (*unsteady*) apabila kedalaman berubah sesuai

dengan waktu. Oleh sebab itu dapat dikatakan pula waktu sebagai kriteria dalam jenis aliran ini.

2. Aliran Seragam (*Uniform Flow*) dan Aliran Berubah (*Varied Flow*)

Aliran saluran terbuka dapat dikatakan seragam bila kedalaman aliran sama pada setiap penampang saluran. Oleh sebab itu dapat dikatakan pula ruang sebagai kriteria dalam jenis aliran ini.

3. Aliran Seragam yang Tunak (*Steady Uniform Flow*)

Kedalaman pada jenis aliran ini dikatakan tidak berubah selama waktu tertentu yang telah diperhitungkan. Pada aliran jenis ini terdapat istilah aliran berubah (*varied*) apabila kedalaman aliran berubah disepanjang saluran, aliran berubah lambat laun (*gradually varied*) apabila kedalamannya mendadak berubah pada jarak cukup panjang, dan aliran berubah tiba-tiba (*rapidly varied*) apabila kedalamannya mendadak berubah pada jarak yang cukup pendek, aliran ini juga disebut sebagai gejala setempat (*local phenomenon*).

(Sumber: Hidrolika Saluran Terbuka, Ven Te Chow, 1997:3-5)

2.1.2 Debit Banjir Rencana

Debit banjir adalah kedalaman air yang dilalui oleh penampang saluran sungai dalam waktu tertentu. Biasanya dinyatakan dalam satuan meter kubik per detik (m^3/det) atau liter per detik (l/det) (Soewarno, 1995:35).

Selain itu, definisi banjir rencana menurut SNI 2415:2016 (butir 3.4:1) tentang tata cara perhitungan debit banjir rencana, dikatakan juga bahwa debit banjir rencana adalah debit maksimum dari suatu sungai, atau saluran drainase

yang besarnya didasarkan dengan periode ulang tertentu yang dipakai dalam perencanaan.

Menurut (Kodoatie, 2013:68) debit banjir rencana dapat diketahui dengan pendekatan pengukuran hujan di Daerah Aliran Sungai (DAS). Dengan mengetahui debit banjir rencana maka berdasarkan kajian hidrolika sungai dapat dihitung besarnya penampang sungai yang aman.

Selanjutnya, menurut Subarkah (1980) dan Grigg (1996) di dalam buku (Kodoatie, 2013:69) berpendapat perhitungan debit banjir rencana memiliki beberapa metode. Diantaranya metode rasional yaitu dipakai untuk daerah perkotaan dengan luas DAS kurang dari 200 acres atau +81 ha, metode Der Weduwen untuk luas DAS sampai 100 km², sedangkan untuk metode Melchior yang memiliki luas DAS lebih dari 1000 km², dan metode Haspers untuk Daerah Pengaliran Sungai (DPS) lebih dari 50 km² (KepDirJen Pengairan No. 185/KPTS/A/1986). Metode yang dipilih tergantung pada data yang tersedia dan lokasi pengamatan.

Dari penjelasan teori di atas, maka debit banjir adalah debit maksimum yang diijinkan dari suatu sungai sebagai dasar perencanaan penampang sungai berdasarkan perhitungan analisis hidrologi.

2.1.3 Daerah Aliran Sungai (DAS)

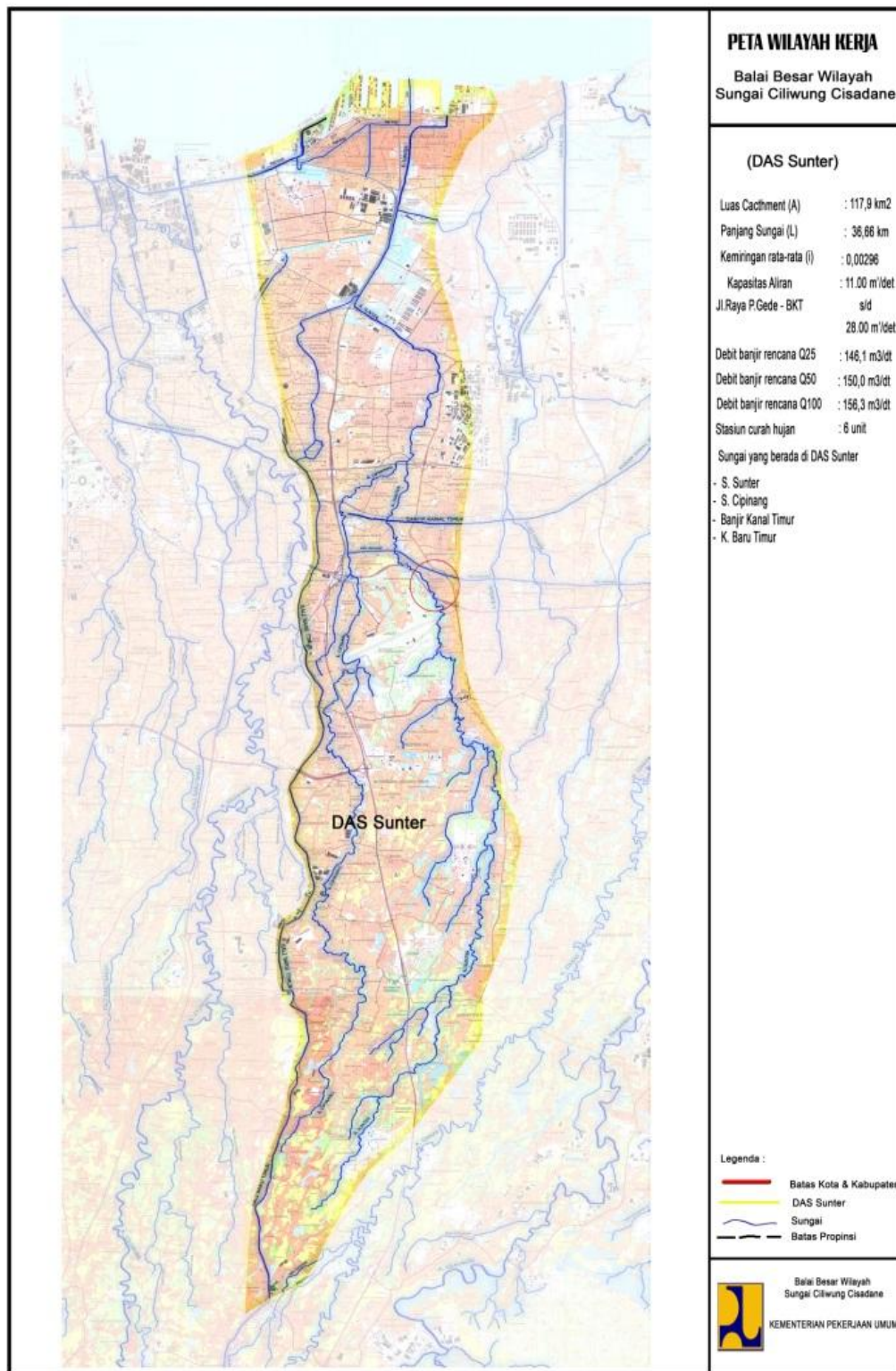
Pengertian Daerah aliran sungai menurut SNI 2415:2016 (butir 3.3:1) tentang tata cara perhitungan debit banjir rencana yaitu suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi untuk menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari

curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, adapun batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Selanjutnya, menurut (UU No. 7 tahun 3004) di dalam buku (Kodoatie, 2013:50) daerah aliran sungai adalah suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau laut secara alami, untuk batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut hingga daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka Daerah aliran sungai (DAS) adalah suatu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya yang terbentuk secara alamiah berfungsi menampung, menyimpan, dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut.

DAS Sunter adalah sebuah sungai yang mengalir ke laut, dengan hulu di kota Depok tepatnya di kelurahan Cimpaeun dan hilir sungai yang terletak di perbatasan antara Kecamatan Koja dan Kecamatan Cilincing. Panjang dari DAS Sunter adalah 36,66 km dengan luas DAS 73.1 km² dan luas *catchment* atau Daerah Tangkapan Air (DAT) 117,9 km² (Sumber: DAS Sunter, Peta Wilayah Kerja, Balai Besar Sungai Ciliwung-Cisadane DAS Sunter).



Gambar 2.1 DAS Sunter.

Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung-Cisadane

2.1.4 Penampang Saluran

Saluran yang mengalirkan air dari suatu permukaan bebas disebut saluran terbuka. Biasanya saluran mempunyai bentuk, panjang dan merupakan selokan landai yang dibuat di tanah, dapat dilapisi pasangan batu maupun tidak, atau beton, semen, kayu maupun aspal.

Bentuk penampang saluran (*channel section*) biasanya tegak lurus terhadap arah aliran. Penampang vertikal saluran (*vertical channel section*) merupakan penampang melintang vertikal melalui titik terbawah atau terendah dari suatu penampang saluran. Oleh karena itu pada saluran mendatar maka penampang salurannya selalu merupakan penampang vertikal saluran.

Distribusi kecepatan pada penampang saluran dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti, bentuk penampang yang tidak lazim, kekerasan saluran dan adanya tekukan-tekukan. Dengan adanya suatu permukaan bebas dan gesekan di sepanjang dinding saluran, maka kecepatan dalam saluran tidak terbagi merata dalam penampang saluran.

(Sumber: Hidrolika Saluran Terbuka, Ven Te Chow, 1997:18)

2.1.5 Analisis Curah Hujan

Menurut (Soewarno, 1995:64) analisis curah hujan merupakan suatu rangkaian proses pengolahan data curah hujan untuk mendapatkan nilai intensitas curah hujan dalam periode ulang tertentu yang diawali dengan identifikasi kondisi klimatologi atau kondisi curah hujan di suatu wilayah, selanjutnya analisis data yang terdapat dari suatu penakar atau pengukur akan tercatat secara kualitas dan

kuantitas yang dilanjutkan dengan perhitungan macam-macam distribusi frekuensi dan selanjutnya akan dipilih satu distribusi frekuensi yang memenuhi persyaratan.

Data curah hujan dibutuhkan untuk merancang pengendali banjir, bukan hanya data curah hujan pada suatu titik tertentu, tetapi juga data curah hujan diseluruh daerah yang bersangkutan. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah atau daerah dan dinyatakan dalam milimeter. Curah hujan harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan. Untuk menghitung menghitung hujan rata-rata terdapat tiga macam cara yang biasanya digunakan dalam seluruh kawasan yaitu Metode Rata-Rata Aljabar, Metode Polygon Thiessen, dan Metode Isohyet (Suripin, 2004:26).

1. Metode Rata-Rata Aljabar

Metode ini mengasumsikan bahwa semua penakar hujan mempunyai pengaruh yang setara di wilayah yang ditinjau selain itu alat penakar juga diasumsikan tersebar merata/hampir merata. Metode ini untuk kawasan dengan topografi rata atau datar dan luas kurang dari 500 km² dan harga individual curah hujan tidak terlalu jauh dari harga rata-ratanya. Hujan kawasan diperoleh dari persamaan sebagai berikut (Suripin, 2004:27):

$$P = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \dots\dots\dots(2.1)$$

Keterangan:

P = Curah hujan tercatat (mm)

P_{1, ..., P_n} = Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)

n = Jumlah stasiun pengukuran

2. Metode Poligon Thiessen

Menurut (Triatmodjo, 2008:33) mengasumsikan bahwa luasan DAS untuk curah hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun sudah mewakili luasan tersebut.

Metode poligon Thiessen atau metode rata-rata timbang (*weighted mean*), biasanya untuk daerah datar dengan luas 500-5000 km². Cara menggunakan metode ini yaitu diawali dengan menentukan suatu wilayah DAS kemudian membuat gambar poligon antar pos hujan selanjutnya tinggi hujan rata-rata dihitung dari jumlah perkalian antara tiap-tiap luas poligon dan tinggi hujannya dibagi dengan seluruh luas DAS (Suripin, 2004:27). Adapun tahapan penerapan metode ini meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

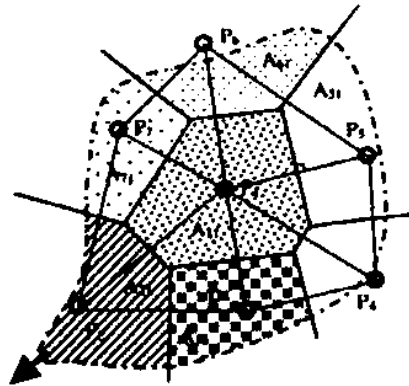
- a. Siapkan peta DAS yang akan dipilih untuk dianalisis lalu, letak pos penakar hujan yang ditandai pada peta DAS, kemudian buat garis lurus penghubung antar titik pos penakar.
- b. Setiap garis penghubung ditarik garis tengah lurus ditengah garis penghubung kemudian diulangi tiap-tiap garis penghubung sehingga membentuk poligon.
- c. Setelah itu luas daerah hujan diasumsikan dapat mewakili salah satu stasiun yang bersangkutan adalah daerah yang dibatasi oleh poligon tersebut.

Adapun rumus dari metode ini sebagai berikut (Suripin, 2004:28):

$$P = \frac{P_1A_1 + P_2A_2 + \dots + P_nA_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} = \frac{\sum_{i=1}^n P_iA_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots\dots\dots(2.2)$$

Keterangan:

P	= Curah hujan tercatat (mm)
A_n	= luas daerah pengaruh setiap stasiun (km^2)
P_1, \dots, P_n	= Curah hujan di stasiun pengukuran (mm)



Gambar 2.2 Metode Poligon Thiessen

Sumber: Drainase Perkotaan, (Suripin, 2004:28)

3. Metode Isohyet

Isohyet adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Metode ini dianggap bahwa hujan pada suatu daerah diantara dua garis Isohyet adalah merata dan sama dengan nilai rerata dari kedua garis Isohyet tersebut (Triatmodjo, 2008:30).

Menurut (Suripin, 2004:30) metode ini merupakan metode yang paling akurat untuk menentukan hujan rata-rata, namun diperlukan keahlian dan pendalaman adalah keterbatasan dalam metode ini. Menggunakan metode ini dengan cara memperhitungkan secara aktual pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan. Biasanya metode Isohyet untuk daerah berbukit dan tidak teratur dengan luas lebih dari 5000km^2 .

Metode Isohyet memiliki beberapa langkah pengerjaan sebagai berikut:

- a. Plot data kedalaman air hujan pada peta kemudian dapat memperhitungkan pengaruh tiap-tiap pos penakar hujan.
- b. Gambar kontur kedalaman air hujan tiap-tiap pos penakar dengan menghubungkan titik-titik yang mempunyai kedalaman air yang sama, dengan menggunakan interval Isohyet 10 mm.
- c. Selanjutnya, menghitung luas area antara dua garis Isohyet dengan menggunakan planimeter. Setelah itu, kalikan masing-masing hasil luas areal dengan rata-rata hujan antara dua Isohyet yang berdekatan.

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

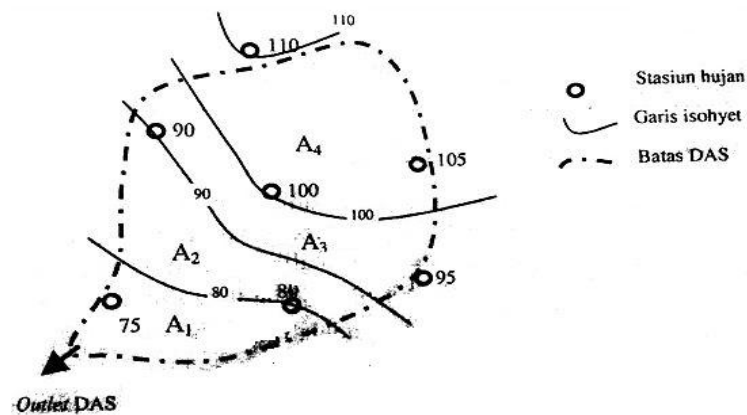
$$P = \frac{A_1\left(\frac{P_1+P_2}{2}\right)+A_2\left(\frac{P_2+P_3}{2}\right)+\dots+A_{n-1}\left(\frac{P_{n-1}+P_n}{2}\right)}{A_1+A_2+\dots+A_{n-1}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Keterangan:

P = Curah hujan tercatat (mm)

A_n = luas daerah pengaruh tiap-tiap stasiun (km^2)

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



Gambar 2.3 Metode Isohyet

Sumber: Drainase Perkotaan, (Suripin, 2004:31)

Adapun cara sederhana dalam menentukan metode sebagai berikut:

- 1.) Jaring-jaring pos penakar hujan
 - a) Jumlah pos penakar hujan cukup : metode Isohyet, Thiessen
atau rata-rata aljabar dapat dipakai.
 - b) Jumlah pos penakar hujan terbatas : metode rata-rata aljabar atau
Thiessen.
 - c) Pos penakar hujan terbatas : metode Isohyet.
- 2.) Luas DAS
 - a) DAS besar ($> 5000 \text{ km}^2$) : metode Isohyet
 - b) DAS sedang ($500 - 5000 \text{ km}^2$) : metode Thiessen
 - c) DAS kecil ($< 500 \text{ km}^2$) : metode rata-rata aljabar
- 3.) Topografi DAS
 - a) Pegunungan : metode rata-rata aljabar
 - b) Dataran : metode Thiessen
 - c) Berbukit dan tidak beraturan : metode isohyets

(Sumber: Drainase Perkotaan, Suripin, 2004:31)

2.1.6 Perbaikan Data Curah Hujan

Dalam pengukuran hujan sering mengalami permasalahan data yaitu tidak tercatatnya data hujan karena rusaknya alat atau pengamat tidak mencatat data dan adanya perubahan kondisi di lokasi pencatatan selama satu periode pencatatan, seperti pemindahan atau perbaikan stasiun, perubahan prosedur pengukuran atau karena penyebab lain. Namun permasalahan yang telah disebutkan dapat dibangkitkan data kembali dengan cara sebagai berikut: (Triatmodjo, 2008:39)

1. Pengisian Data Hilang

Data hujan yang hilang pada suatu stasiun dapat diisi dengan nilai perkiraan berdasarkan data dari tiga atau lebih stasiun terdekat disekitarnya.

a. Metode Perbandingan Normal (*Normal Ratio Method*)

Data yang hilang diperkirakan dengan rumus sebagai berikut:

$$\frac{p'}{N'} = \frac{1}{n} \left(\frac{P_1}{N_1} + \frac{P_2}{N_2} + \frac{P_3}{N_3} + \dots + \frac{P_n}{N_n} \right) \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan:

- p' = Hujan yang hilang di stasiun x
- p_1, p_2, p_3 = Data hujan di stasiun sekitarnya pada periode yang sama
- N' = 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

b. *Reciprocal Method*

Cara ini memperhitungkan jarak antar stasiun (L_i), diberikan rumus berikut:

$$p_x = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{p_i}{L_i^2}}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{L_i^2}} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan:

P_x = Hujan yang hilang di stasiun x

L_i = Jarak antar stasiun

P_i = data hujan di stasiun sekitarnya pada periode yang sama

n = Jumlah stasiun hujan di sekitar x

(Sumber: Hidrologi Terapan, Bambang Triatmodjo, 2008:40)

2. Pemeriksaan Konsistensi Data

Pemeriksaan konsistensi data dilakukan karena sering kali mengalami perubahan lokasi stasiun hujan dapat berpengaruh cukup besar terhadap jumlah hujan yang terukur. Konsistensi dari pencatatan hujan diperiksa dengan metode kurva massa ganda (*double mass curve*) Metode ini membandingkan hujan tahunan kumulatif di stasiun y terhadap stasiun referensi x. Stasiun referensi biasanya adalah nilai rerata dari beberapa stasiun di dekatnya (Triatmodjo, 2008:41).

2.1.7 Intensitas – Durasi – Frekuensi (IDF)

Analisis Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF) dilakukan untuk memperkirakan debit puncak di daerah tangkapan kecil berdasarkan data hujan titik. Data yang digunakan adalah data hujan dengan intensitas tinggi yang terjadi dalam waktu singkat, seperti hujan 5,10,15,...,120 menitan atau lebih. Untuk itu

diperlukan data hujan dari stasiun pencatat hujan otomatis (Triatmodjo, 2008:260).

Menurut (Suripin, 2004:66) Intensitas hujan merupakan tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar periode ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Hubungan antara intensitas, lama hujan, dan frekuensi hujan biasanya dinyatakan dalam lengkung Intensitas-Durasi-Frekuensi (*IDF = Intensity-Duration-Frequency Curve*).

Pembuatan kurva IDF dapat dilakukan dengan prosedur sebagai berikut (Triatmodjo, 2008:261):

1. Tetapkan durasi hujan tertentu, misalkan 5, 10, 15, 25, 30 ... menit.
2. Mencatat kedalaman hujan deras dengan beberapa durasi waktu. Selanjutnya dapat memilih kedalaman hujan maksimum untuk masing-masing tahun pencatat, sehingga terdapat sejumlah data yang mewakili seluruh tahun pencatatan.
3. Setelah kedalaman hujan didapatkan, selanjutnya dapat dikonversi menjadi intensitas hujan dengan menggunakan hubungan $i=60 p/t$, dimana p adalah kedalaman hujan dan t adalah durasi pada butir 1.
4. Lalu dapat dihitung intensitas hujan ekstrim untuk beberapa periode ulang yang telah ditentukan.
5. Selanjutnya, buat kurva hubungan antara intensitas hujan dan durasi hujan untuk beberapa periode ulang, sehingga didapatkan kurva IDF.

1. Kurva IDF dengan Metode Mononobe

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, sedangkan yang ada hanya data curah harian.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Keterangan:

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan (jam)

R₂₄ = Curah hujan maksimum harian (24 jam) (mm)

(Sumber: Drainase Perkotaan, Suripin, 2004:27)

2. *Alternating Block Method* (ABM)

Hytograph rencana dari kuiva IDF menghasilkan hujan yang terjadi dalam n rangkaian interval waktu yang berurutan dengan durasi Δt selama waktu $T_d = n \Delta t$. Intensitas curah hujan diperoleh dari kurva IDF pada setiap durasi waktu Δt , $\Delta 2t$, $\Delta 3t$,.... Perbedaan antara nilai kedalaman hujan yang berurutan merupakan pertambahan hujan dalam interval waktu Δt . Selanjutnya dapat dibuat diagram *hytograph* rencana dengan AMB (Triatmodjo, 2008:270).

2.1.8 Periode Ulang Hujan

Kala ulang dapat didefinisikan sebagai interval waktu dari suatu peristiwa yang mencapai suatu harga tertentu atau melampaui harga tersebut. Sebagai contoh pengertian Q_{25} bukan berarti banjir akan terjadi setiap 25 tahun, dalam menganalisis periode ulang debit menggunakan ilmu statistik dengan konsep kemungkinan (*probability*) untuk menentukan besaran tersebut. Jadi, pengertian

Q_{25} adalah sama dengan I_{25} , yaitu adanya kemungkinan dalam seratus tahun tahun misalnya akan terjadi empat kejadian dengan Q sama atau lebih besar dari Q dengan kala ulang dua puluh lima tahunan (Kodoatie, 2013:90)

Umumnya data hidrologi yang dipakai sebagai dasar perhitungan I rencana, adalah data curah hujan harian maksimum tahunan yang hanya terjadi sekali setiap tahunnya. Periode ulang tahunan adalah rerata selang waktu perkiraan terjadinya banjir (Kodoati, 2013:92).

2.1.9 Analisis Frekuensi dan Probabilitas

Analisis frekuensi ini didasarkan pada sifat statistik beberapa data kejadian yang telah lalu dengan intensitas waktu yang sama untuk memperoleh probabilitas besaran hujan dimasa yang akan datang. Dengan anggapan bahwa sifat statistik kejadian hujan yang akan datang masih sama dengan sifat statistik kejadian hujan masa lalu. Tujuan dari frekuensi data hidrologi adalah berkaitan dengan besaran peristiwa-peristiwa ekstrim yang berkaitan dengan frekuensi kejadiannya melalui penerapan distribusi kemungkinan (Suripin, 2004:32).

Distribusi probabilitas adalah jumlah kejadian dalam variant diskret dibagi dengan jumlah data, dan dibatasi untuk jumlah total seluruh variant adalah 1. Probabilitas kumulatif adalah jumlah peluang dari variant acak yang mempunyai sebuah nilai sama, kurang ataupun lebih dari nilai tertentu yang ditinjau (Triatmodjo, 2008:203).

Dalam analisis statistik data, terdapat parameter distribusi-distribusi yang dapat membantu untuk menentukan jenis sebaran yang tepat sesuai data yang dimiliki. Jenis-jenis distribusi yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Distribusi Normal

Distibusi normal atau distribusi Gauss memiliki fungsi peluang normal (PDF= *Probability Density Function*). PDF distribusi normal dapat dituliskan dalam bentuk rata-rata dan simpangan baku dari data curah hujan yang diperoleh, persamaan dari distribusi normal sebagai berikut (Suripin, 2004:35):

$$P(X) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \exp \left[-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2} \right] - \infty \leq x \leq \infty \dots(2.7)$$

Keterangan:

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

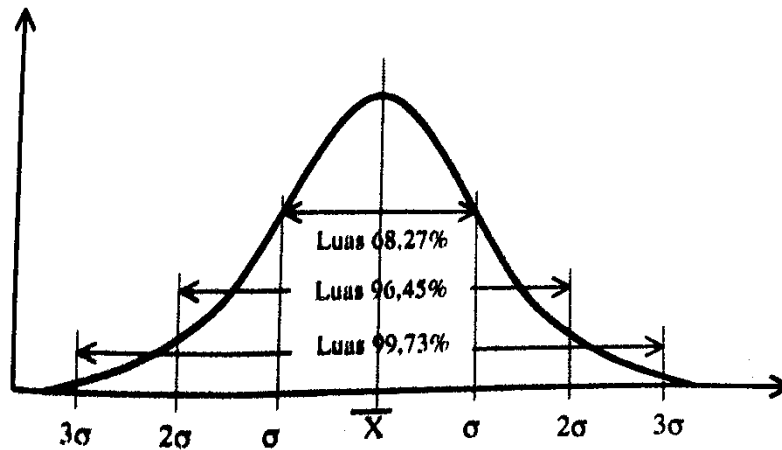
X = Variabel acak kontinu

μ = Rata-rata nilai X

σ = Simpangan baku dari nilai X

Menurut Sri Harto (1993) sifat-sifat distribusi normal, yaitu nilai koefisien kemencengan atau *skewness* sama dengan nol ($C_s=0$) dan nilai koefisien kurtosis sama dengan tiga ($C_k=3$) (Triatmodjo, 2008:219).

Analisis kurva dari distribusi normal menggunakan parameter statistik μ dan σ . Bentuk kurva yang dihasilkan biasanya simetris terhadap $X=\mu$, dan grafik selalu di atas sumbu datar X , serta mendekati sumbu datar X yang dimulai dari $X = \mu + 3\sigma$ dan $X = \mu - 3\sigma$. Untuk nilai mean, median, modus adalah sama. Sementara, nilai X mempunyai batas $- \infty < X < + \infty$. Kemudian, apabila suatu populasi data hidrologi mempunyai distribusi berbentuk distribusi normal seperti pada gambar dibawah ini, maka syarat batas yang harus dimiliki adalah (Suripin, 2004:36):



Gambar 2.4 Kurva Distribusi Frekuensi Normal

Sumber: Drainase Perkotaan, (Suripin, 2004:35)

- a.) Nilai 68.27% sekiranya terletak di daerah satu standar deviasi yang dimiliki sekitar nilai rata-rata, yaitu diantara $(\mu - \sigma)$ dan $(\mu + \sigma)$.
- b.) Nilai 95.45% sekiranya, terletak di daerah dua standar deviasi yang dimiliki sekitar nilai rata-rata, yaitu diantara $(\mu - 2\sigma)$ dan $(\mu + 2\sigma)$.
- c.) Dan nilai 99.73% sekiranya, terletak di daerah tiga deviasi standar yang dimiliki sekitar nilai rata-rata, yaitu diantara $(\mu - 3\sigma)$ dan $(\mu + 3\sigma)$.
- d.) Sedangkan nilai 50%-nya terletak daerah diantara $(\mu - 0,6745\sigma)$ dan $(\mu + 0,6745\sigma)$.

Berikut ini adalah rumus untuk distribusi normal (Suripin, 2004:36):

$$X_T = \bar{X} + K_T S \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

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

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

- S = Deviasi standar nilai variat
- K_T = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

Terdapat tabel nilai variable reduksi Gauss (*Variable Reduced Gauss*) yang memiliki nilai faktor frekuensi K_T untuk memudahkan perhitungan. Nilai variable reduksi Gauss dapat dilihat pada Lampiran 7 halaman 116.

2. Distribusi Log Normal

Jika Variable acak $Y = \log X$ terdistribusikan secara normal, maka X dapat dianggap mengikuti distribusi Log Normal. Persamaan dari distribusi Log Normal adalah sebagai berikut: (Suripin, 2004:39)

$$Y_T = \bar{Y} + K_T S \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

- Y_T = perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan periode ulang T-tahunan
- \bar{Y} = Nilai rata-rata hitung variat
- S = Standar deviasi nilai varian
- K_T = Faktor frekuensi, merupakan fungsi dari peluang atau periode ulang dan tipe model matematik distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

Sri Harto (1993) memberikan sifat-sifat distribusi log normal yang nantinya akan digunakan sebagai persyaratan distribusi sebagai berikut ini (Triatmodjo, 2008:223):

- a.) Nilai kemencengan : $C_s = C_v = 3 C_v + C_v^3$
- b.) Nilai kortosis : $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$

3. Distribusi Log Pearson III

Menurut (Suripin, 2004:41) dari serangkaian distribusi yang dikembangkan Pearson hanya Log Pearson Type III (LP.III) yang cocok digunakan dalam hidrologi. Terdapat tiga parameter penting dalam LP. III, yaitu:

- a) Harga rata-rata
- b) Simpangan baku
- c) Koefisien kemencengan

Distribusi Log Pearson III dapat digunakan apabila memenuhi persyaratan yaitu, parameter statistik C_s dan C_k mempunyai nilai selain dari parameter statistik untuk distribusi lain (Normal, Gumbel, Log normal). Berikut ini langkah-langkah penggunaan distribusi Log-Pearson Tipe III (Suripin, 2004:42):

- 1) Data debit banjir maksimum tahunan disusun dalam tabel.
- 2) Hitung nilai logaritma dari data debit banjir tersebut kedalam bentuk logaritmis, $X = \log X$
- 3) Hitung nilai rerata ($\log \bar{X}$) seperti rumus sebagai berikut:

$$\log \bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \log X_i \dots \dots \dots (2.10)$$

- 4) Hitung nilai standar deviasi (s) dengan persamaan sebagai berikut:

$$s = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^2 \right]^{0.5} \dots \dots \dots (2.11)$$

- 5) Dihitung koefisien kemencengan atau kecondongan dengan rumus dibawah ini:

$$G = \frac{n \sum_{i=1}^n (\log X_i - \log \bar{X})^3}{(n-1)(n-2)s^3} \dots\dots\dots(2.12)$$

6) Setelah itu, hitung nilai akhir logaritma hujan atau banjir dengan periode ulang T yang telah ditetapkan, dengan rumus dibawah ini:

$$\log X_T = \log \bar{X} + K \cdot s \dots\dots\dots(2.13)$$

Terdapat tabel untuk harga Log Pearson Type III untuk mendapatkan nilai koefisien kemencengan (Cs) sesuai dengan periode ulang T pada Lampiran 8 halaman 117 untuk menentukan variable K yaitu variable standar untuk X yang besarnya tergantung koefisien kemencengan (Cs).

4. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel banyak digunakan untuk analisis data maksimum, seperti analisis frekuensi banjir. Menurut Sri Harto (1993) distribusi Gumbel mempunyai sifat bahwa koefisien kemencengan (*skewness*) $C_s = 1,1396$ dan nilai koefisien kurtosis $C_k = 5,4002$ (Triatmodjo, 2008:225).

Apabila jumlah populasi data terbatas sampel, maka persamaan dari distribusi gumbel yang dipakai adalah sebagai berikut (Suripin, 2004:50):

$$X_T = \bar{X} + S \cdot \bar{K} \dots\dots\dots(2.14)$$

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

Nilai K dari faktor probabilitas pada rumus di atas memiliki persamaan sebagai berikut agar persamaan Gumbel dapat dihitung:

$$K = \frac{Y_T - Y_n}{S_n} \dots\dots\dots(2.15)$$

Keterangan:

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

Y_t = *Reduced variate* sebagai fungsi banyak periode ulang T-tahun

S_n = *Reduced standard deviasi* sebagai fungsi dari banyaknya n data

Dari keterangan rumus di atas terdapat tabel yang dapat dilihat pada Lampiran 9-11 halaman 118-120, untuk nilai *Reduced Mean* (Y_n), *Reduced Variate* (Y_{tr}) sebagai Fungsi Periode Ulang, dan *Reduced Standard Deviation* (S_n).

2.1.10 Uji Kecocokan Distribusi

Setelah menganalisis frekuensi dan probabilitas dan mendapatkan distribusi yang sesuai dengan persyaratan yang ada, maka langkah selanjutnya adalah menentukan parameter untuk menguji kecocokan (*the goodness of fittest test*) distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang terpilih dapat mewakili distribusi frekuensi tersebut. Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk menguji parameter yaitu Chi-kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov (Suripin, 2004:57).

1. Uji Chi-kuadrat

Uji Chi-kuadrat untuk menentukan persyaratan yang dijadikan dasar dalam menentukan debit air rencana dengan periode ulang tertentu terhadap distribusi

yang telah terpilih. Pengambilan keputusan uji ini menggunakan nilai X^2 , yang dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut (Suripin, 2004:57):

$$X_h^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots\dots\dots (2.16)$$

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

Interpretasi hasil uji adalah sebagai berikut:

- a. Jika peluang $> 5\%$, maka persamaan distribusi yang digunakan dapat diterima
- b. Jika peluang $< 1\%$ maka persamaan distribusi yang digunakan tidak dapat diterima
- c. Jika peluang diantara $1\% - 5\%$ maka perlu data tambahan karena tidak dapat diambil keputusan.

Parameter X_{hitung}^2 merupakan hasil variabel perhitungan sesuai data yang ada. Peluang untuk mencapai nilai X_{hitung}^2 sama atau lebih besar dari nilai kritis chi-kuadrat sebenarnya X^2 . Tabel dari nilai kritis untuk distribusi chi-kuadrat dapat dilihat pada Lampiran 12 halaman 121.

2. Uji Smirnov-Kolmogorov

Menurut (Suripin, 2004:58) uji kecocokan Smirnov-Kolmogorov atau uji kecocokan non parametric. Pengujian ini tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu untuk menghitung. Prosedur pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

- a. Mengurutkan data-data (kecil ke besar) dan tentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut, contohnya sebagai berikut:

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2), \text{ dan seterusnya}$$

- b. Setelah itu, mengurutkan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data atau persamaan distribusinya, sebagai berikut:

$$X_1 = P'(X_1)$$

$$X_2 = P'(X_2), \text{ dan seterusnya}$$

- c. Hasil dari kedua nilai peluang tersebut, kemudian dapat ditentukan selisih terbesarnya antar peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D = \text{maksimum } [P(X_n) - P'(X_n)]$$

- d. Selanjutnya, tentukan harga D_0 berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*) yang dapat dilihat pada Lampiran 13 halaman 122.

2.1.11 Koefisien Limpasan

Menurut (Triatmodjo, 2008:136) limpasan terdiri dari air yang berasal dari tiga sumber yaitu, aliran permukaan, aliran antara dan aliran air tanah, semua tipe aliran memberi sumbangan pada aliran sungai. Sementara itu limpasan permukaan terjadi setelah hujan. Oleh karena itu, 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. Persamaan koefisien limpasan dapat dihitung dengan rumus:

$$C = \frac{\sum C_i A_i}{\sum A_i} \dots\dots\dots (2.17)$$

Keterangan:

C_i = koefisien limpasan untuk daerah luasan A_i

A_i = luasan dengan nilai C yang berbeda

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

Tabel Koefisien Limpasan dapat dilihat pada Lampiran 14 halaman 123. Tabel tersebut terdapat angka-angka koefisien limpasan pada masing-masing kondisi dari fungsi lahan untuk mempermudah perhitungan.

2.1.12 Waktu Konsentrasi (t_c)

Menurut (Suripin, 2004:82) waktu konsentrasi (t_c) adalah waktu yang diperlukan oleh partikel air hujan di daerah tangkapan sampai titik yang akan ditinjau. Diasumsikan untuk durasi hujan sama dengan waktu konsentrasi maka, setiap bagian titik yang ditinjau telah meyumbangkan aliran terhadap titik kontrol secara bersamaan. Salah satu metode untuk memperkirakan waktu konsentrasi dengan persamaan oleh Kirpich (1940), yang dapat ditulis rumus sebagai berikut:

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \dots\dots\dots (2.18)$$

Keterangan:

t_c = Waktu Konsentrasi (jam)

L = Panjang saluran utama dari hulu sampai penguras (km)

S = Kemiringan rata-rata saluran utama (m/m)

2.1.13 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Debit banjir rencana pada dasarnya berdasarkan pada skala perencanaan. Biasanya perhitungan debit banjir rencana untuk bangunan air seperti jalur *floodway*, waduk, bendungan dan sebagainya. Agar perencanaan bangunan yang dibuat tidak terdampak limpasan debit maksimum air, maka perhitungan debit banjir rencana diperlukan (Kodoatie, 2013:208).

1. Metode Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu

Hidrograf adalah hubungan antara parameter (kedalaman aliran atau debit aliran) aliran dan waktu. Sedangkan, hidrograf satuan merupakan hidrograf limpasan langsung (tanpa aliran dasar) yang tercatat di ujung hilir DAS disebabkan oleh hujan efektif (1 mm) yang diasumsikan terjadi secara merata di permukaan DAS dengan intensitas waktu tetap (Triatmodjo, 2008:161).

Hidrograf satuan sintesis merupakan hidrograf yang berdasarkan pada karakteristik fisik dari DAS. Hidrograf satuan sintesis digunakan apabila data hidrologi tidak tersedia untuk menurunkan hidrograf satuan (Triatmodjo, 2008:177).

Hidrograf Satuan Sintetik (HSS) Nakayasu merupakan suatu cara mendapatkan hidrograf banjir rancangan dalam suatu DAS. Untuk membuat suatu hidrograf banjir pada sungai, perlu dicari karakteristik berupa luas daerah

aliran sungai, panjang sungai utama dan koefisien aliran pada daerah pengaliran tersebut. (Nugroho Hadisusanto, 2010:185).

Persamaan Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu sebagai berikut:

$$Q_p = \frac{A \times R_e}{3,6 (0,3t_p + T_{0,3})} \dots \dots \dots (2.19)$$

Menentukan T_p dan $T_{0,3}$ sebagai berikut:

- a) Waktu Konsentrasi (Panjang sungai utama kurang dari 15 km)

$$t_g = 0,21 L^{0,7} \dots \dots \dots (2.20)$$

- b) Waktu Konsentrasi (Panjang sungai utama lebih dari 15 km)

$$t_g = 0,4 + 0,058 L \dots \dots \dots (2.21)$$

- c) Waktu Konsentrasi (t_r)

$$t_r = 0,5t_g \dots \dots \dots (2.22)$$

- d) Waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (T_p)

$$T_p = t_g + 0,8t_r \dots \dots \dots (2.23)$$

- e) Waktu dari puncak banjir sampai 0,3 debit puncak ($T_{0,3}$)

$$T_{0,3} = \alpha \cdot t_g \dots \dots \dots (2.24)$$

Koefisien karakteristik DAS (α) = 2

Keterangan:

Q_p = debit puncak banjir (m^3/det)

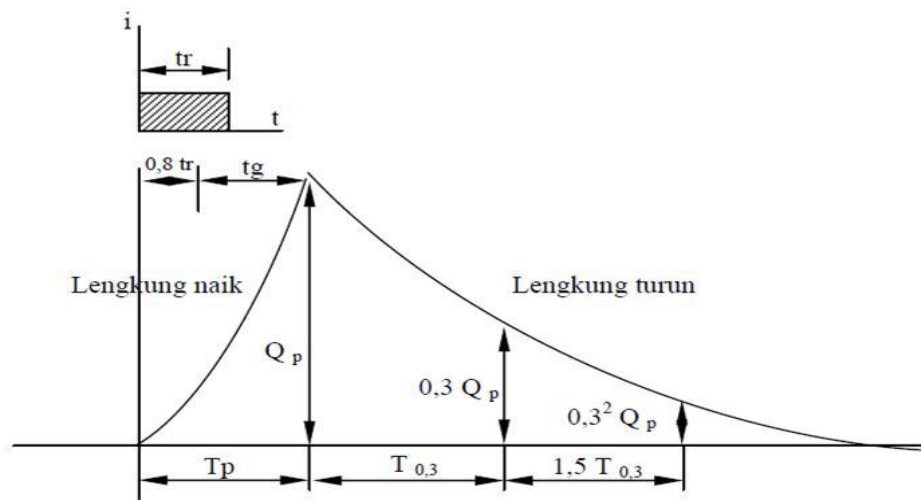
A = luas DAS (km^2)

Re = curah hujan efektif (1 mm)

- T_p = waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (jam)
- $T_{0,3}$ = waktu dari permulaan banjir sampai 0.3 kali debit puncak (jam)
- L = panjang sungai utama (km)

Berikut ini adalah bentuk grafik Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu.

Adapun penjelasan parameter pada grafik sebagai berikut:



Gambar 2.5 Grafik Hidrograf Satuan Sintetik Nakayasu
Sumber: Bambang Triatmodjo, 2008:186

a. Pada kurva naik ($0 < t < T_p$)

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} \dots\dots\dots(2.25)$$

b. Pada kurva turun

- Pada saat ($T_p < t < T_p + T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)/T_{0,3}} \dots\dots\dots(2.26)$$

- Pada saat ($T_p + T_{0,3} < t < T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)+(0,5T_{0,3})/1,5T_{0,3}} \dots\dots\dots(2.27)$$

- Pada saat ($t > T_p + T_{0,3} + 1,5T_{0,3}$)

$$Q_t = Q_p \times 0,3^{(t-T_p)+(1,5T_{0,3})/2T_{0,3}} \dots\dots\dots(2.28)$$

(Sumber: Hidrologi Terapan, Bambang Triatmodjo, 2008:186)

2.1.14 Persamaan Manning

Rumus Manning merupakan salah satu cara untuk menentukan kecepatan aliran seragam dalam perhitungan saluran. Rumus Manning menggunakan kecepatan rata-rata pada perhitungan kapasitas penampang saluran. (Sosrodarsono, 2003:99).

Mencari persamaan untuk kecepatan aliran yang terjadi adalah:

$$V = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2.29)$$

Mencari persamaan untuk debit yang mengalir adalah:

$$Q = V \times A \dots\dots\dots(2.30)$$

$$Q = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A \dots\dots\dots(2.31)$$

Keterangan:

V = Kecepatan aliran (m/detik)

Q = Debit saluran (m³/detik)

n = Koefisien kekasaran Manning

R = Jari-jari hidrolik saluran (m)

S = Kemiringan dasar saluran

A = Luas penampang aliran (m²)

Besarnya koefisien kekerasan Manning dapat mengacu pada tabel yang merupakan daftar nilai-nilai n untuk berbagai jenis saluran. Tabel kekerasan koefisien Manning terdapat pada Lampiran 15 halaman 124.

2.1.15 Simulasi Banjir

Simulasi banjir dapat dilakukan dengan menggunakan program HEC-RAS. *River Analysis System (RAS)*, yang dikelola oleh *Hydrologic Engineering Center (HEC)* merupakan program aplikasi untuk memodelkan aliran di sungai. HEC-RAS merupakan model satu dimensi aliran permanen maupun tak permanen (*steady and unsteady one-dimensional flow model*). HEC-RAS memiliki empat komponen model satu dimensi yaitu (Istiarto, 2012:2):

- 1.) Hitungan profil muka air aliran permanen (*steady flow*)
- 2.) Simulasi aliran tak permanen (*unsteady flow*)
- 3.) Hitungan transpor sedimen
- 4.) Analisis kualitas air

Perhitungan hidrolika aliran pada HEC-RAS dilakukan ke dalam dua kategori yaitu aliran permanen (*steady flow analisis*) yaitu memakai persamaan energi kecuali pada tempat yang memiliki kedalaman aliran yang melewati kedalaman kritis dan aliran tak permanen (*unsteady flow analisis*) yaitu memakai persamaan kekekalan massa dan persamaan momentum (Mustofa, 2015:36).

Untuk menjalankan program ini, adapun langkah-langkah dalam pengerjaannya dibagi tiga, yaitu menggambar penampang saluran pada geometri

saluran, selanjutnya *meninput* data hidrolika berupa koefisien manning, tampang panjang dan lintang penampang saluran, kemudian masukan data hidrologi berupa debit banjir maksimum periode ulang. Setelah selesai dapat menganalisis pada program *run* dan dapat memilih jenis alirannya (*steady* atau *unsteady*) (Mustofa, 2015:37).

Output yang dihasilkan HEC-RAS yaitu menampilkan hasil analisis dalam bentuk tabel dan grafik. Untuk bentuk grafik dapat menampilkan profil muka air sepanjang alur aliran, kurva perhitungan debit, gambar perspektif alur aliran dan hidrograf perhitungan aliran tak permanen. Sedangkan, presentasi dalam bentuk tabel untuk menampilkan hasil rinci perhitungan berupa angka variabel titik tertentu yang dipilih atau hasil ringkas proses hitungan seperti kesalahan saat memasukan data (Mustofa, 2015:38).

2.2 Penelitian Relevan

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

1. Analisis Debit Banjir Rancangan dan Kapasitas Tampang Sungai Kali Gendol Antara Plumbon Sampai Kejambon. Penelitian ini dilakukan oleh Irfan Syakuri mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Islam Indonesia pada tahun 2011 . Hasil Penelitiannya adalah perhitungan metode debit banjir rancangan DAS Kali Gendol yang digunakan adalah metode Rasional. Selain itu hasil perhitungan kapasitas tampang DAS Kali Gendol didapatkan kapasitas tampang sungai dengan kapasitas debit tampang sebesar $393,842 \text{ m}^3/\text{detik}$. Kapasitas tampang sungai Gendol khususnya daerah Plumbon, Pajangan, dan Kejambon masih dapat menampung debit banjir rancangan sampai dengan kala ulang 200 tahun.
2. Analisis Debit Banjir Rancangan Sungai Ciliwung Pada Normalisasi di Wilayah Bidara Cina, Jakarta Timur. Penelitian ini dilakukan oleh Mutiara Larasati mahasiswa Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta pada tahun 2016. Hasil Penelitiannya adalah perhitungan debit banjir saluran kapasitas sebelum normalisasi sungai Ciliwung sebesar $313,317 \text{ m}^3/\text{det}$ menjadi $211,85 \text{ m}^3/\text{det}$. Namun setelah adanya pengurangan debit banjir sebeum normalisasi tersebut, kapasitas sungai ciiwung masih meluap dan masih menyebabkan banjir. Oleh karena itu, dilakukan adanya normalisasi dengan cara melakukan redimensi saluran atau pelebaran sungai dengan

memperlebar sungai 11,6 m menjadi 15 m sehingga setelah normalisasi kapasitas sungai dapat menampung debit banjir sungai ciiwung dan tidak lagi menyebabkan banjir.

3. Kajian Hidrologi dan Analisis Kapasitas Pengaliran Penampang Sungai Wayela Ambon Pasca Bencana Banjir Berbasis HEC-RAS. Penelitian ini dilakukan oleh Muhammad Farid Razak mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin pada tahun 2013. Hasil Penelitiannya adalah debit puncak di Sungai Wayela berdasarkan hasil analisis hidrologi dengan menggunakan metode HSS Nakayasu untuk periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun. Selanjutnya, hasil analisa HEC-RAS dengan simulasi hingga kala periode ulang 100 tahun terhadap 33 cross section memberikan gambaran bahwa ada beberapa bagian yang mengalami banjir (luapan) serta beberapa bagian yang walaupun tidak mengalami banjir (luapan), tetapi tinggi jagaan dari segi keamanan tidak memenuhi standar yaitu elevasinya berada di bawah 0,8 m dari tinggi muka air banjir. Skenario pengendalian banjir, dilakukan dengan cara normalisasi sungai, menaikkan elevasi tanggul di beberapa bagian alur sungai, terutama di bagian hilir yang juga mendapat pengaruh dari aktifitas pasang surut muka air laut, serta melakukan perkuatan tebing sungai di area hulu yang kondisi lerengnya labil pasca jebolnya natural Dam.
4. Analisis Kapasitas Tampung Waduk Pengendali Banjir Melalui Metode Penelusuran Aliran (Studi Kasus: Waduk Sunter Selatan). Penelitian ini dilakukan oleh Ananda Dwi Rahayu mahasiswa Program Studi

Pendidikan Teknik Bangunan, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta pada tahun 2015. Hasil Penelitiannya adalah perhitungan dengan penelusuran banjir (*flood routing*) di Waduk Sunter Selatan didapatkan hasil bahwa kapasitas tampung Waduk Sunter Selatan efektif sebagai pengendali banjir dan mampu menampung air akibat curah hujan hingga periode ulang 1000 tahun. Pada kajian tertinggi yaitu periode ulang 1000 tahun didapatkan bahwa waduk masih mampu menampung volume banjir $2.201.857,971 \text{ m}^3$ dalam waktu 20,8 jam, sehingga dipastikan waduk tidak akan meluap. Akan tetapi, lokasi penelitian pada kenyataannya masih tetap banjir. Hal ini dapat terjadi dikarenakan beberapa faktor diantaranya pada analisis tidak memperhitungkan sedimentasi pada waduk, selain itu perhitungannya masih menggunakan desain awal waduk dan sistem pengoperasian pompa di perhitungan menggunakan kapasitas pompa dan jumlah pompa yang maksimal dalam waktu 24 jam ketika curah hujan tinggi.

2.3 Kerangka Berpikir

Salah satu permasalahan banjir yaitu meluapnya air sungai karena sungai tersebut tidak dapat menampung aliran air yang melintasi sungai pada saat debit air meningkat ketika musim penghujan. Selain itu, pengelolaan sistem drainase yang kurang efektif juga merupakan faktor terjadinya banjir. Akibat terganggunya sistem drainase, air yang seharusnya dapat mengalir menjadi terhambat dan meluap.

Upaya penanggulangan banjir yang dilakukan pemerintah adalah perencanaan normalisasi sungai dengan tujuan mengembalikan fungsi keaslian sungai agar penampang sungai dapat menampung debit air dan banjir tidak akan terulang kembali. Kegiatan normalisasi sungai meliputi pengerasan dinding sungai, pelebaran dimensi penampang sungai, pengerukan sungai, pembuatan tanggul, dan pembangunan sodetan. Pengerasan dinding sungai dapat dilakukan dengan memasang batu kali atau pembetonan pada dinding sungai. Pelebaran dimensi penampang sungai dapat dilakukan dengan menredimensi penampang yang ada menjadi lebih lebar. Pembuatan tanggul dapat dilakukan dengan cara penimbunan tanah atau dengan dinding beton (turap) yang dipasang memanjang di lokasi rawan banjir.

Penelitian ini dilaksanakan sebagai upaya untuk mengatasi permasalahan banjir di wilayah kelurahan Cipinang Melayu, untuk itu penulis mencoba untuk menganalisis kapasitas pengaliran penampang Sungai Sunter khususnya di daerah wilayah kajian. Penganalisaan data curah hujan dihitung dari curah hujan maksimum tahunan dari ketiga stasiun curah hujan yang berbeda, kemudian dianalisis debit banjir rencana sungai Sunter tersebut dengan HSS Nakayasu untuk

periode ulang 5, 10, 20, 25, dan 50 tahun, selanjutnya menggunakan pemodelan program aplikasi HEC-RAS sebagai simulasi banjir untuk menganalisis penampang sungai sampai periode ulang 50 tahun. Dengan demikian pada penelitian ini diharapkan dapat mengurangi banjir yang ditimbulkan di wilayah Cipinang Melayu.

BAB III

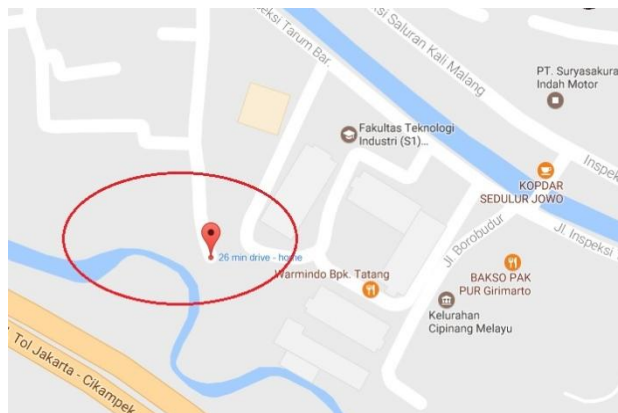
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah untuk mengetahui kapasitas pengaliran dari penampang kali Sunter sesuai debit banjir rencana periode ulang 5, 10, 20, 25, dan 50 tahun sehingga diketahui *section* mana yang tidak dapat ditampung beserta tinggi muka air banjir yang meluap pada sungai Sunter di wilayah Cipinang Melayu. Kemudian dilakukan pemodelan simulasi banjir dengan HEC-RAS sehingga dapat diketahui apakah penampang sungai sudah cukup menampung debit banjir rencana.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian terletak di Sungai Sunter khususnya di wilayah Kelurahan Cipinang Melayu, Kecamatan Makasar, Kota Jakarta Timur, Provinsi DKI Jakarta. Waktu penelitian dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2016/2017 dengan durasi waktu dua bulan yaitu dari bulan Juli hingga Agustus 2017. Peta lokasi penelitian pada gambar dibawah ini.



Gambar 3.1 Peta Lokasi Sungai Sunter Wilayah Cipinang Melayu

Sumber: Google Map

3.3 Metode Penelitian

Metode analisis adalah metode yang dipakai penelitian ini. Metode analisis yaitu penyelidikan terhadap suatu peristiwa untuk mengetahui keadaan yang sebenarnya. Dalam hal ini juga diperlukan untuk melakukan perhitungan kembali dalam hal debit rencana pada Sungai Sunter dan simulasi banjir dengan program HEC-RAS. Perhitungan curah hujan rata-rata menggunakan metode rata-rata aljabar dan untuk perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu, untuk dapat menyesuaikan data yang tersedia yaitu parameter hujan dan karakteristik DAS Sunter yang sesuai dengan pedoman yang ditetapkan oleh Department Pekerja Umum dalam SNI 2415:2016 tentang Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana. Proses perhitungan ini dikerjakan dengan bantuan program *Microsoft Excel* untuk menganalisis debit banjir dan simulasi dengan bantuan HEC-RAS versi 4.10.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data yang diperlukan untuk penelitian ini, penulis mendapatkan data sekunder berupa Daerah Aliran Sungai (DAS) Sunter, situasi dan potongan memanjang Sungai Sunter, dan data hidrologi berupa data curah hujan bulanan dan harian 10 tahunan. Data-data tersebut didapatkan dari Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane (BBWSCC) dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG).

3.4.1 Prosedur Pengumpulan Data

Terdapat tahap-tahapan kegiatan untuk persiapan sebelum mengumpulkan data. Tahap-tahap kegiatan yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Studi literatur terhadap pembahasan teori untuk menentukan garis besar atau inti dari penelitian yang dibahas.
2. Mengidentifikasi data-data yang dibutuhkan untuk penelitian.
3. Mencari tahu dan menentukan instansi-instansi terkait untuk dapat dijadikan narasumber dalam memperoleh data.
4. Membuat surat perijin penelitian skripsi yang dikeluarkan oleh kampus terhadap instansi-instansi terkait.
5. Survey lokasi penelitian untuk mendapatkan gambaran umum kondisi eksisting yang sebenarnya.

3.4.2 Metode Pengumpulan Data

Dalam mendapatkan data-data yang diperlukan, peneliti membuat beberapa metode pengumpulan data, yaitu dengan cara:

- a. Metode Studi Kepustakaan

Metode studi kepustakaan dilakukan dengan cara mengumpulkan dan mengidentifikasi berbagai data, teori dan pelaksanaan penelitian yang berasal dari literatur, jurnal, dokumen, pengolahan data tertulis, dan buku-buku sumber yang memiliki keterkaitan hubungan dengan objek penelitian yang memiliki hubungan dengan objek penelitian.

b. Metode Observasi

Metode observasi merupakan suatu cara untuk mengumpulkan data, dengan melakukan pengamatan langsung ke lokasi penelitian untuk mengetahui kondisi sebenarnya di lapangan. Metode observasi menggunakan cara dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder sebagai berikut:

1. Data curah hujan bulanan dengan periode 10 tahun dari 3 stasiun hujan yaitu stasiun hujan Fakultas Teknik Universitas Indonesia, stasiun Cawang dan stasiun Halim Perdana Kusuma data tersebut didapat dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) dan Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane (BBWSCC).
2. Data situasi dan potongan memanjang dan melintang penampang Sungai Sunter dari Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane (BBWSCC).
3. Data daerah aliran sungai (DAS) Sunter dari Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane (BBWSCC).

3.5 Teknik Analisis Data

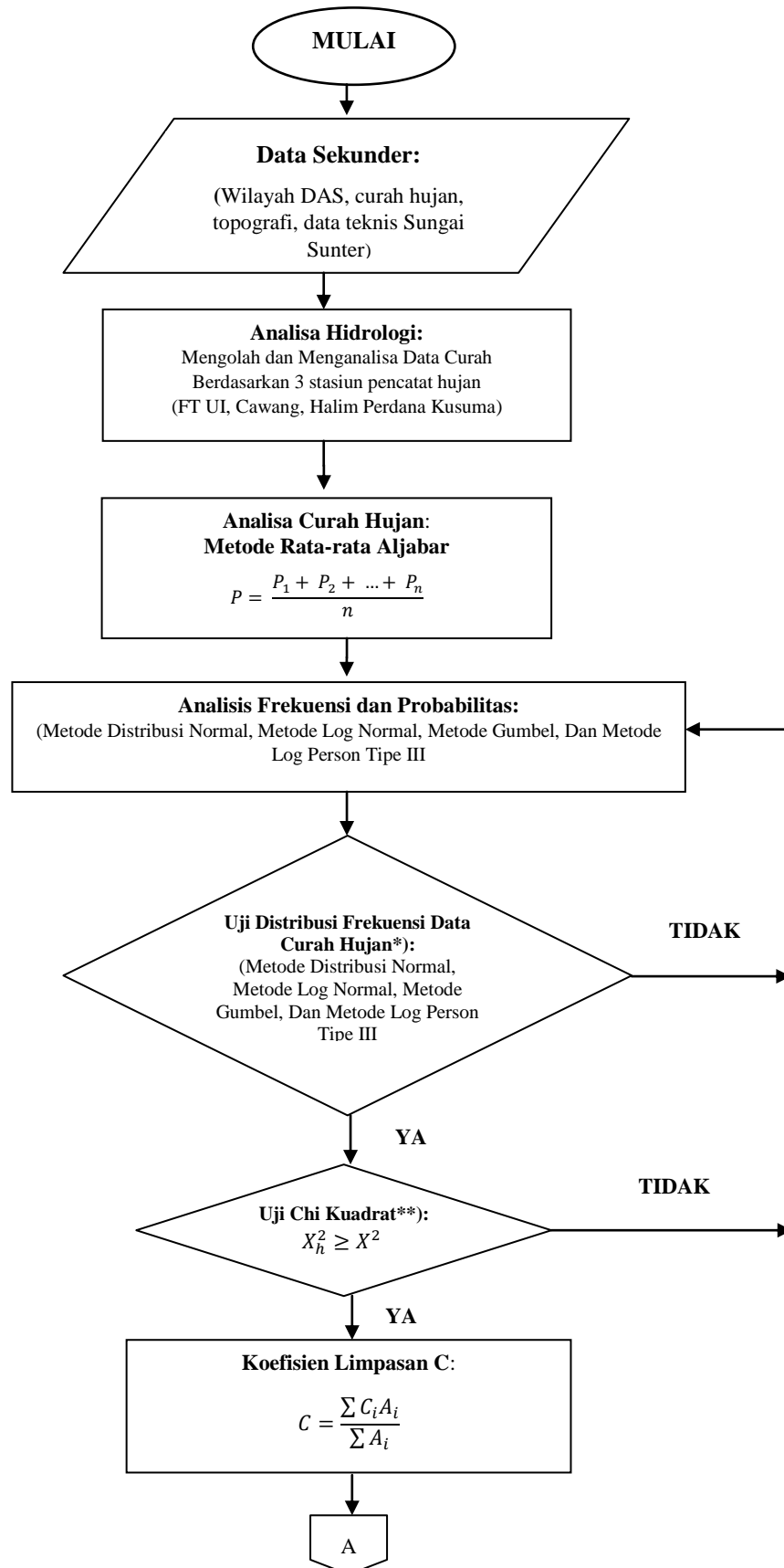
Setelah data-data yang diperlukan didapat, maka peneliti membuat beberapa langkah-langkah prosedur penelitian yaitu:

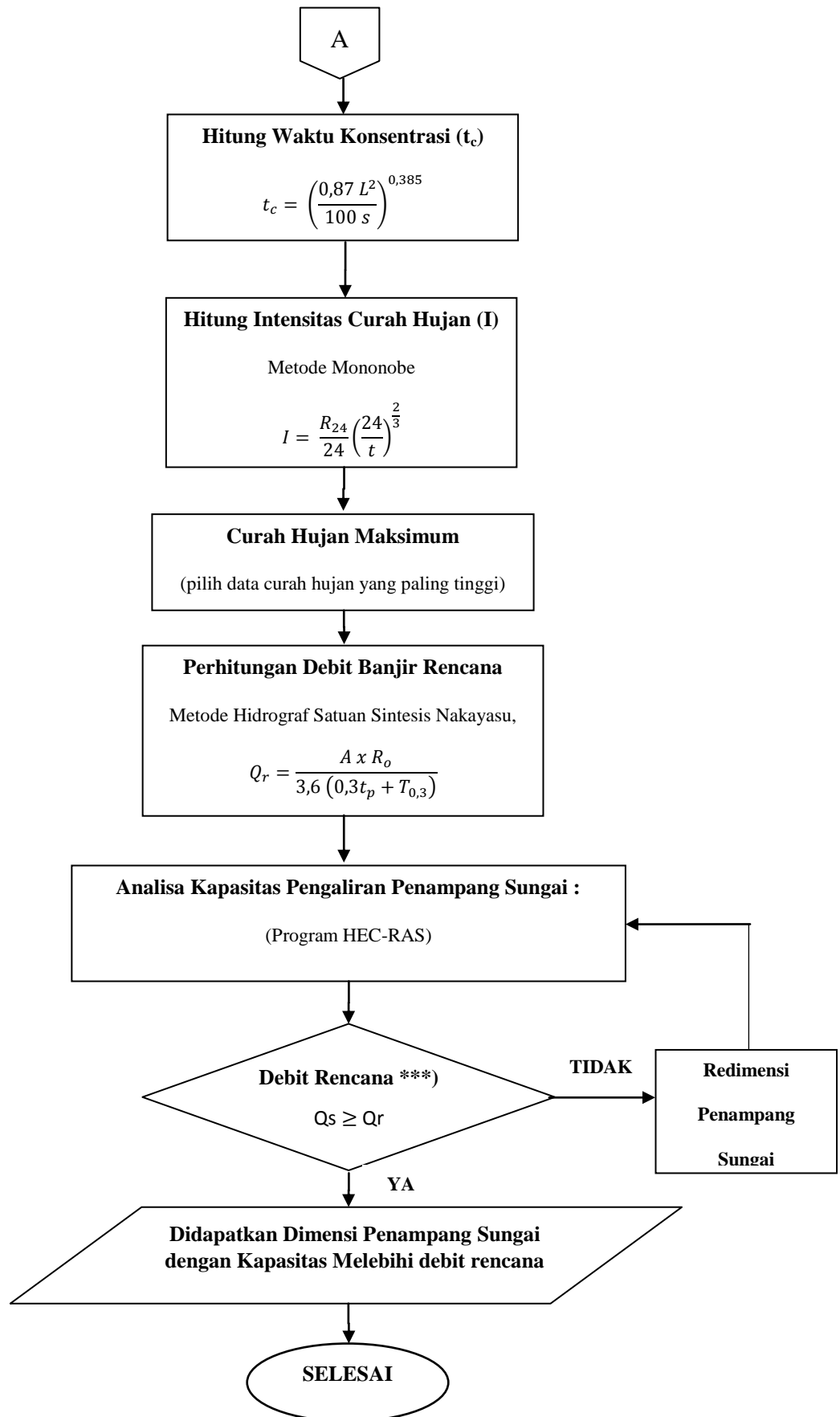
1. Data hidrologi yang dikumpulkan yaitu berupa data curah hujan bulanan dengan periode 10 tahun yang didapat dari 3 stasiun pencatat hujan, kemudian data DAS Sunter dan data dan potongan memanjang dan melintang penampang Sungai Sunter.

2. Pengolahan data curah hujan daerah berdasarkan beberapa titik pengamatan curah hujan dengan menggunakan metode rata-rata aljabar. Metode ini dipilih karena DAS Sunter termasuk kedalam kategori DAS kecil ($< 500 \text{ km}^2$).
3. Melakukan analisis frekuensi dan probabilitas dengan cara penentuan pengukuran dispersi terhadap 4 metode distribusi yaitu Distribusi Normal, Gumbel, Log Normal, dan Log Pearson Type III yang nantinya hasil akhir akan dipilih jenis distribusi yang akan digunakan sesuai persyaratan.
4. Dari 4 metode distribusi tersebut yang salah satu yang lolos parameter pengukuran dispersi selanjutnya diuji menggunakan Uji Chi-Kuadrat yang bertujuan untuk menguji kecocokan distribusi sesuai dispersi yang terpilih.
5. Menghitung koefisien limpasan (C)
6. Menghitung waktu konsentrasi (t_c)
7. Menghitung intensitas hujan jam-jaman (I) dengan Mononobe.
8. Perhitungan debit banjir rencana dengan Metode Hidrograf Santuan Sintesis Nakayasu.
9. Melakukan simulasi banjir dengan menganalisis kapasitas pengaliran penampang sungai dengan *software* HEC-RAS versi 4.10
10. Jika pengaliran penampang sungai sudah memenuhi kapasitas menampung debit banjir rencana berbagai periode, maka proses dikatakan selesai. Tetapi, jika tidak memenuhi maka, lakukan solusi penanganan yaitu meredimensi penampang sungai

11. Lalu dengan membandingkan Q_s dengan Q_r perhitungan penulis ($Q_s \geq Q_r$) jika memenuhi syarat maka, didapatkan dimensi penampang sungai dengan kapasitas melebihi debit rencana.

3.6 Diagram Alur (Flowchart) Penelitian





Gambar 3.2 Diagram Alur Penelitian
Sumber: Penulis 2017

- *) Untuk Analisa Jenis Distribusi Frekuensi Curah Hujan, berikut ini syarat yang harus dipenuhi (Triatmodjo:2008) :
- a) Normal : $C_s \approx 0$ dan $C_k \approx 3$
 - b) Log Normal : $C_s = 3 C_v + C_v^3$ dan $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
 - c) Gumbel : $C_s = 1,1396$ dan $C_k = 5,4002$
 - d) Log Person III : $C_s =$ selain dari nilai distribusi sebelumnya dan $C_k =$ selain dari nilai distribusi sebelumnya
- ***) Untuk Interpretasi hasil Uji Chi Kuadrat adalah sebagai berikut (Uji Satu Sisi), (Suripin:2004):
- a) Apabila Peluang $> 5 \%$, maka persamaan distribusi diterima
 - b) Peluang $< 1 \%$, maka persamaan distribusi tidak dapat diterima
 - c) Apabila, $1 \% \leq$ Peluang $< 5 \%$, maka tidak mungkin mengambil keputusan , diperlukan data tambahan
- ****) Q_s = Debit saluran
- Q_r = Debit rencana perhitungan penulis

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Data

4.1.1 Letak Geografis

Cipinang Melayu merupakan salah satu wilayah yang berada di Jakarta Timur. Secara geografis lokasi wilayah studi kasus terletak pada 6°14'39.5" Lintang Selatan (LS) dan 106°53'49.0" Bujur Timur (BT) dan berdasarkan posisi wilayahnya, kelurahan Cipinang Melayu, Jakarta Timur memiliki batas-batas berikut:

- Sebelah Utara : Kecamatan Jatinegara dan Kecamatan Duren Sawit
- Sebelah Selatan : Kelurahan Halim Perdanakusuma, dan Kecamatan Pondok Gede
- Sebelah Barat : Kelurahan Kebon Pala
- Sebelah Timur : Kelurahan Pondok Kelapa

4.1.2 Data Lokasi

Tempat penelitian terletak di Sungai Sunter khususnya di wilayah Kelurahan Cipinang Melayu, Kecamatan Makassar, Kota Jakarta Timur, Provinsi DKI Jakarta. Sungai Sunter memiliki karakteristik sebagai berikut:

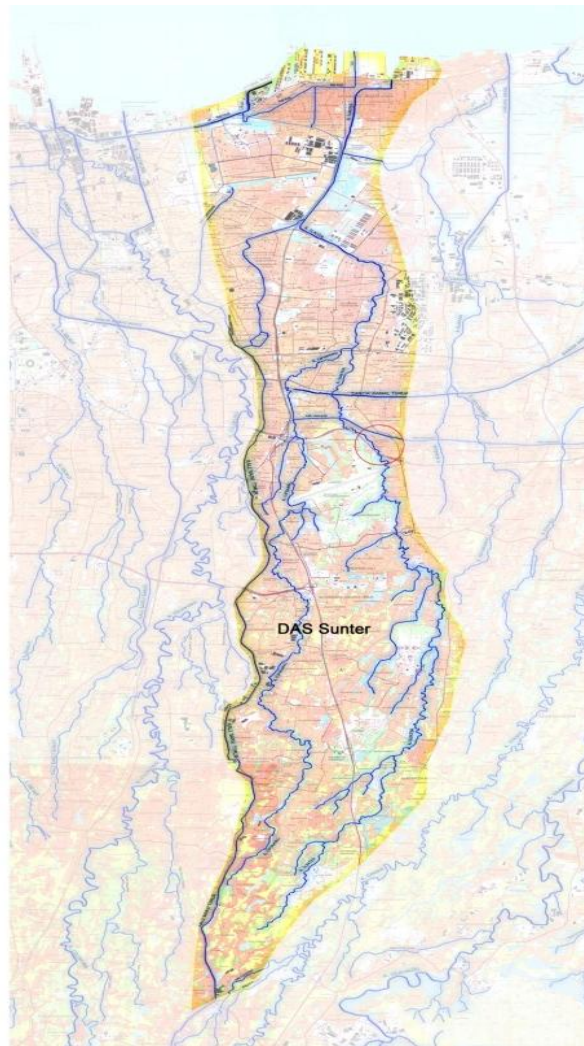
Tabel 4.1 Data Teknis Sungai Sunter

Profil Sungai Sunter	
Luas DAS	73.1 km ²
panjang sungai utama	36,66 km

Kemiringan rata-rata	0,00296
Kapasitan Aliran (JL. Raya P. Gede-BKT)	11-28 m ³ /det
Debit banjir rencana Q ₂₅	146 m ³ /det
Hulu sungai	Kel. Cimpaeun, kec. Tapos, kota Depok
Hilir sungai	Pantai utara DKI Jakarta

Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane

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



Gambar 4.1 Peta DAS Sunter

Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane

4.2 Analisis Curah Hujan

4.2.1 Curah Hujan Bulanan Maksimum

Menganalisis debit dan curah hujan rencana pada DAS Sunter dibutuhkan data curah hujan bulanan dari stasiun penakar hujan terdekat dengan wilayah penelitian. Pada penelitian ini data curah hujan yang digunakan diperoleh dari Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane (BBWSCC) dan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG). Data stasiun curah hujan yang digunakan yaitu stasiun curah hujan Fakultas Teknik Universitas Indonesia (FTUI), Cawang, dan Halim Perdana Kusuma.

Data yang digunakan dari ketiga stasiun penakar adalah data curah hujan bulanan selama 10 tahun terakhir (2007-2016). Data hujan bulanan yang diperoleh merupakan kumpulan dari data-data hujan harian yang didapatkan dari stasiun pencatat setiap harinya. Dari data hujan harian kemudian dipilih data paling maksimum untuk dijadikan sebagai curah hujan bulanan. Data yang paling maksimum dari tiap bulannya akan dijadikan data curah hujan tahunan. Berikut ini adalah data curah hujan maksimum bulanan pada tiga stasiun curah hujan yang digunakan:

Tabel 4.2 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Tahun	Bulan (mm)												Maks (Tahun)
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	
2007	63.5	156.5	69	54	32.7	43	10.2	44	42.5	109	130.5	71	156.5
2008	57.5	66	86	47	43	23.3	15.2	63.8	62.0	37.7	97	152	152
2009	58	62.5	137	80.5	95	74.4	107.5	14.2	47	104	103	64.5	137
2010	57	109	61	12	35	75	35	41	80	48	61.5	37.5	109
2011	29	69	35.5	94	75.5	38	45	20.5	54	102	105	117.4	117.4
2012	58.5	62.3	65.2	128.2	88.7	94.5	75.2	5.2	32.5	54.6	81.5	94.2	128.2
2013	69.5	51.6	33.6	101.7	78.3	61.5	76.2	52.5	71.5	80.9	33.5	73.2	101.7
2014	144.3	125.6	76.1	61.3	117.6	75.2	144.2	70.6	11.2	67.8	151.5	96.1	151.5
2015	48.4	97.2	85.5	76.8	48.2	40.6	0	*	0	0	*	*	97.2
2016	75.8	125.2	46.6	141.5	36.5	61.5	96.6	104.6	47.8	72.7	45.5	98	141.5
Maks (Bulan)	144.3	156.5	137	141.5	117.6	94.5	144.2	104.6	80	109	151.5	152	156.5

Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane (BBWSCC)

Tabel 4.3 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Cawang

Tahun	Bulan (mm)												Maks (Tahun)
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	
2007	56.5	195	76	64	19	46	8.5	33	5.5	21	41	88	195
2008	32.5	143	41.5	68	34.5	38	0	74.1	28	34.5	51.5	38	143
2009	90	64	65	64	99	22.5	37	5	74	64	88.5	73	99
2010	101	54	41	31	71	46.5	61	33.1	45	121	44.8	85	121
2011	55	40	10.5	22.5	50	21.8	19	0	0.5	28	33.5	33	55
2012	57.5	90	103	48	37	35	1	0	2.5	27.5	59.5	82	103
2013	21.6	10.7	17.6	15.8	15.2	10.5	15.2	12	2.8	8.7	24.1	22	24.1
2014	138	89	74.5	78.5	35	47	56.	58.5	7.5	19	89	86	138
2015	67.5	90	130	61.5	43.5	6.5	0	23.5	0	2.4	42	85.2	130
2016	81	61	48	84	56	71	51	146	89	63	83	56	146
Maks (Bulan)	138	195	130	84	99	71	61	146	89	121	89	88	195

Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane (BBWSCC)

Tabel 4.4 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Halim Perdana Kusuma

Tahun	Bulan (mm)												Maks (Tahun)
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	
2007	274.60	1081	42.1	292.8	53.1	1	321.5	64.8	27.4	168	126.4	533.6	1081
2008	210.1	546.9	264.4	383.6	63.2	115.7	*	49.8	60.9	78.7	227.5	122.3	546.9
2009	353.3	355	183.5	145.7	145.4	30.8	46.4	108.9	23.6	46.2	217.9	213.3	355
2010	394.4	216.2	151.2	64.4	248.4	142.2	74.6	137	346.8	456.1	191.3	177.1	456.1
2011	130	298.9	97.3	63.6	199.9	39.1	12.3	*	9.7	72.9	236.3	109.9	298.9
2012	506.8	132.9	253.5	146.6	97.9	93	0.9	*	*	98.8	269.1	354.7	506.8
2013	677.7	273.6	216.7	259.8	243.5	109.7	165.6	27.8	28	85.2	378.3	402.4	677.7
2014	728.7	339.4	231.3	231.8	181.7	149.1	149.1	95.1	23.5	*	313.4	343.7	728.7
2015	303.9	400	423	204.8	62.5	47.4	TTU	2.7	*	TTU	126.6	299.8	423
2016	233.5	516.2	201.8	225.6	211.6	246	152.6	171.4	339.8	324.2	*	*	516.2
Maks (Bulan)	728.7	1081	423	383.6	248.4	246	321.5	171.4	346.8	456.1	378.3	533.6	1081

Sumber: Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG)

Keterangan:

* = tidak ada data

TTU = hujan tidak terukur

0 = tidak terjadi hujan

4.2.2 Curah Hujan Tahunan Daerah

Melengkapi data curah hujan yang tidak terukur atau tidak ada data dari ketiga stasiun penakar hujan dibutuhkan untuk selanjutnya menentukan curah hujan tahunan daerah.

1. Melengkapi Data Curah Hujan

Data curah hujan yang tidak terukur atau tidak ada data seringkali terjadi pada satu daerah pencatat. Oleh karena itu, kekosongan data curah hujan tersebut harus

dilengkapi terlebih dahulu dengan menggunakan rumus Metode Normal Ratio, yaitu:

$$\frac{p'}{N'} = \frac{1}{n} \left(\frac{p_1}{N_1} + \frac{p_2}{N_2} \right)$$

Keterangan:

p' = Curah hujan yang hilang di stasiun x

N' = Curah hujan tahunan di stasiun x yang sudah diketahui

N_1, N_2 = Curah hujan tahunan di stasiun sekitarnya pada periode yang sama

n = Jumlah stasiun

p_1, p_2 = data hujan di stasiun sekitarnya pada periode yang sama

Berdasarkan data curah hujan yang diperoleh dari BBWSCC dan BMKG, terdapat kekosongan data (jumlah curah hujan tidak terukur dan tidak ada data). Kekosongan data tersebut adalah pada stasiun Halim Perdana Kusuma dan stasiun Fakultas Teknik UI. Untuk melengkapi kekosongan data tersebut digunakan rumus Metode Normal Ratio. Secara rinci perhitungan Metode Normal Ratio dapat dilihat pada lampiran 16 halaman 126. Berikut ini adalah contoh perhitungan Metode Normal Ratio bulan Juli 2008:

$$p_{FT UI} = 62.54 \qquad N_{FT UI} = 15.2$$

$$p_{cawang} = 48.63 \qquad N_{cawang} = 0$$

$$N_{halim pk} = 176.93$$

$$n \text{ (jumlah stasiun curah hujan)} = 3$$

$$\frac{p'_{halim pk}}{N_{halim pk}} = \frac{1}{n} \left(\frac{p_{FT UI}}{N_{FT UI}} + \frac{p_{cawang}}{N_{cawang}} \right)$$

$$\frac{p_{halim pk}}{176,93} = \frac{1}{3} \left(\frac{62,54}{15,2} + \frac{48,63}{0} \right)$$

$$p'_{halim\ pk} = \frac{1}{3} \left(\frac{62,54}{15,2} + \frac{48,63}{0} \right) \times 176,93 = 14,33\ mm$$

Tabel 4.5 Data Curah Hujan Bulanan yang Telah Dilengkapi

Bulan / tahun	Nama stasiun	p'
September 2012	Halim Perdana Kusuma	28.18
Juli 2015	Halim Perdana Kusuma	0
September 2015	Halim Perdana Kusuma	0
Oktober 2015	Halim Perdana Kusuma	2.71
November 2016	Halim Perdana Kusuma	123.39
Desember 2016	Halim Perdana Kusuma	145.04
Juli 2008	Halim Perdana Kusuma	14.33
Agustus 2011	Halim Perdana Kusuma	11.06
Agustus 2012	Halim Perdana Kusuma	4.03
Oktober 2014	Halim Perdana Kusuma	4.92
Agustus 2015	Fakultas Teknik UI	5.82
November 2015	Fakultas Teknik UI	19.01

Sumber: Perhitungan

Setelah dihitung nilai curah hujan yang kosong, maka data kembali dimasukkan ke dalam tabel data curah hujan.

Tabel 4.6 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Halim Perdana Kusuma Setelah Dilengkapi

Tahun	Bulan (mm)												Maks (Tahun)
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	
2007	274.6	1081	42.1	292.8	53.1	1	321.5	64.8	27.4	168	126.4	533.6	1081
2008	210.1	546.9	264.4	383.6	63.2	115.7	14.33	49.8	60.9	78.7	227.5	122.3	546.9
2009	353.3	355	183.5	145.7	145.4	30.8	46.4	108.9	23.6	46.2	217.9	213.3	355
2010	394.4	216.2	151.2	64.4	248.4	142.2	74.6	137	346.8	456.1	191.3	177.1	456.1
2011	130	298.9	97.3	63.6	199.9	39.1	12.3	11.06	9.7	72.9	236.3	109.9	298.9
2012	506.8	132.9	253.5	146.6	97.9	93	0.9	4.03	28.18	98.8	269.1	354.7	506.8
2013	677.7	273.6	216.7	259.8	243.5	109.7	165.6	27.8	28	85.2	378.3	402.4	677.7
2014	728.7	339.4	231.3	231.8	181.7	149.1	149.1	95.1	23.5	4.92	313.4	343.7	728.7
2015	303.9	400	423	204.8	62.5	47.4	0	2.7	0	2.71	126.6	299.8	423
2016	233.5	516.2	201.8	225.6	211.6	246	152.6	171.4	339.8	324.2	123.39	145.04	516.2
Maks (Bulan)	728.7	1081	423	383.6	248.4	246	321.5	171.4	346.8	456.1	378.3	533.6	1081

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.7 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan Stasiun Fakultas Teknik UI Setelah Dilengkapi

Tahun	Bulan (mm)												Maks (Tahun)
	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des	
2007	63.5	156.5	69.0	54.0	32.7	43.0	10.2	44.0	42.5	109.0	130.5	71.0	156.5
2008	57.5	66.0	86.0	47.0	43.0	23.3	15.2	63.8	62.0	37.7	97.0	152.0	152
2009	58.0	62.5	137.0	80.5	95.0	74.4	107.5	14.2	47.0	104.0	103.0	64.5	137
2010	57.0	109.0	61.0	12.0	35.0	75.0	35.0	41.0	80.0	48.0	61.5	37.5	109
2011	29.0	69.0	35.5	94.0	75.5	38.0	45.0	20.5	54.0	102.0	105.0	117.4	117.4
2012	58.5	62.3	65.2	128.2	88.7	94.5	75.2	5.2	32.5	54.6	81.5	94.2	128.2
2013	69.5	51.6	33.6	101.7	78.3	61.5	76.2	52.5	71.5	80.9	33.5	73.2	101.7
2014	144.3	125.6	76.1	61.3	117.6	75.2	144.2	70.6	11.2	67.8	151.5	96.1	151.5
2015	48.4	97.2	85.5	76.8	48.2	40.6	0.0	5.8	0.0	0.0	19.0	41.6	97.2
2016	75.8	125.2	46.6	141.5	36.5	61.5	96.6	104.6	47.8	72.7	45.5	98.0	141.5
Maks (Bulan)	144.3	156.5	137	141.5	117.6	94.5	144.2	104.6	80	109	151.5	152	156.5

Sumber: Perhitungan

Setelah kekosongan data curah hujan dilengkapi selanjutnya dapat menghitung analisa curah hujan yang dilakukan dengan menggunakan metode rata-rata aljabar. Sesuai dengan ketentuan pada Bab III metode ini dipilih sesuai dengan karakteristik dari DAS Sunter.

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

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

Keterangan:

P = Curah hujan tercatat (mm)

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

n = Jumlah stasiun pengukuran

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

$$P_{2007} = \frac{P_1 + P_2 + P_3}{3} = mm$$

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

Tabel 4.8 Data Curah Hujan Maksimum Tahunan (2007-2016)

Tahun	Stasiun Fakultas Teknik UI	Stasiun Cawang	Stasiun Halim PK	P rencana (mm)
2007	156.5	195.0	1081	477.50
2008	152.0	143.0	546.9	280.63
2009	137.0	99.0	355	197.00
2010	109.0	121.0	456.1	228.70
2011	117.4	55.0	298.9	157.10
2012	128.2	103.0	506.8	246.00
2013	101.7	24.1	677.7	267.84
2014	151.5	138.0	728.7	339.40
2015	97.2	130.0	423	216.73
2016	141.5	146.0	516.2	267.90
			Jumlah (Σ)	2678.81

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.9 Data Curah Hujan Maksimum Bulanan (Januari-Desember)

Bulan	Stasiun Fakultas Teknik UI	Stasiun Cawang	Stasiun Halim PK	P rencana (mm)
Januari	144.3	138.0	728.7	337.00
Febuari	156.5	195.0	1081	477.50
Maret	137.0	130.0	423	230.00
April	141.5	84.0	383.6	203.03
Mei	117.6	99.0	248.4	155.00
Juni	94.5	71.0	246	137.17
Juli	144.2	61.0	321.5	175.57
Agustus	104.6	146.0	171.4	140.67
September	80.0	89.0	346.8	171.93
Oktober	109.0	121.0	456.1	228.70
November	151.5	89.0	378.3	206.27
Desember	152.0	88.0	533.6	257.87
			Jumlah (Σ)	2720.70

Sumber: Perhitungan

2. Frekuensi Curah Hujan Harian Rata-Rata

Frekuensi curah hujan harian rata-rata berasal dari data curah hujan maksimum rata-rata dari tiga stasiun berbeda penakar hujan untuk 10 tahun pengamatan yaitu pada tahun 2007 sampai 2016.

Data curah hujan maksimum dari ketiga stasiun penakar hujan dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.10 Data Curah Hujan Harian Rata-Rata Maksimum

Tahun	Stasiun Fakultas Teknik UI	Stasiun Cawang	Stasiun Halim PK	P rencana (mm)
2007	156.5	195.0	1081	477.50
2008	152.0	143.0	546.9	280.63
2009	137.0	99.0	355	197.00
2010	109.0	121.0	456.1	228.70
2011	117.4	55.0	298.9	157.10
2012	128.2	103.0	506.8	246.00
2013	101.7	24.1	677.7	267.84
2014	151.5	138.0	728.7	339.40
2015	97.2	130.0	423	216.73
2016	141.5	146.0	516.2	267.90
			Jumlah (Σ)	2678.81

Sumber: Perhitungan

Tabel 4.11 Curah Hujan Harian Rata-Rata Maksimum Setelah Diurutkan

No.	Tahun	Curah Hujan (mm)
1	2007	477.50
2	2014	339.40
3	2008	280.63
4	2016	267.90
5	2013	267.84
6	2012	246.00
7	2010	228.70
8	2015	216.73
9	2009	197.00
10	2011	157.10

Sumber: Perhitungan

4.3 Analisis Distribusi Curah Hujan

Berdasarkan analisis distribusi curah hujan yang akan digunakan untuk penentuan curah hujan dalam menghitung besarnya debit banjir rencana, diawali dengan pengukuran dispersi setelah itu pengukuran dispersi dengan logaritma berguna untuk menentukan jenis distribusi yang akan dipakai dan kemudian pengujian kecocokan distribusi dengan menggunakan uji chi-kuadrat.

4.3.1 Penentuan Jenis Distribusi

. Dalam penentuan jenis distribusi digunakan empat metode distribusi yaitu, distribusi normal, Distribusi Gumbel, Distribusi Log Normal dan Distribusi Log Perarson Type III. Setelah mencari nilai Standard Deviasi (S), Koefisien Variasi (Cv), Koefisien *Skewness* (Cs), Dan Koefisien Kurtosis (Ck) pada masing-masing jenis distribusi selanjutnya mencocokkan hasil uji distribusi dengan persyaratan pada masing-masing distribusi. Berikut ini adalah perhitungan distribusi.

1. Distribusi Normal

Tabel 4.12 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Normal

NO	TAHUN	HUJAN MAKSIMUM (mm)				
		DISTRIBUSI NORMAL				
		Xi (mm)	(Xi-Xrt)	(Xi-Xrt) ²	(Xi-Xrt) ³	(Xi-Xrt) ⁴
1	2007	477.50	209.62	43940.20	9210707.07	1930740739.63
2	2014	339.40	71.52	5114.99	365819.91	26163134.98
3	2008	280.63	12.75	162.63	2073.89	26447.30
4	2016	267.90	0.02	0.0004	0.000007	0.000000135
5	2013	267.84	-0.04	0.001534	-0.000060	0.000002353
6	2012	246.00	-21.88	478.77	-10475.91	229221.54
7	2010	228.70	-39.18	1535.14	-60147.97	2356647.76
8	2015	216.73	-51.15	2616.07	-133805.27	6843805.27
9	2009	197.00	-70.88	5024.09	-356111.87	25241505.79
10	2011	157.10	-110.78	12272.39	-1359545.93	150611630.78
Jumlah		2678.81	0.00	71144.28	7658513.92	2142213133.06
Rata-Rata (X)		267.88				

Sumber: Perhitungan

- a) Nilai rata-rata curah hujan:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{2678.81}{10} = 267.88 \text{ mm}$$

- b) Standard Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X_{rt})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{71144.28}{10 - 1}} = 88.91$$

- c) Koefisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} = \frac{88.91}{267.88} = 0.332$$

- d) Koefisien *Skewness* (Cs)

$$C_s = \frac{n \sum (X_i - X_{rt})^3}{(n - 1)(n - 2)S^3} = \frac{(10) \cdot (7658513.92)}{(10 - 1)(10 - 2)88.91^3} = 1.513$$

- e) Koefisien Kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - X_{rt})^4}{(n - 1)(n - 2)(n - 3)S^4} = \frac{10^2 \cdot 2142213133.06}{(10 - 1)(10 - 2)(10 - 3)88.91^4} = 6.802$$

Setelah menentukan parameter yang dibutuhkan selanjutnya dapat menggunakan persamaan $X_T = \bar{X} + K_T S$, berdasarkan lampiran 7 pada Bab II terdapat nilai Variable Reduksi Gauss. Dapat dihitung curah hujan dengan periode ulang tertentu, sebagai berikut:

- a) Curah hujan untuk T = 5 tahun

$$T_1 = 267.88 + (0.84 \times 88.91) = 342.56 \text{ mm}$$

- b) Curah hujan untuk T = 10 tahun

$$T_2 = 267.88 + (1.28 \times 88.91) = 381.69 \text{ mm}$$

- c) Curah hujan untuk T = 20 tahun

$$T_3 = 267.88 + (1.64 \times 88.91) = 413.69 \text{ mm}$$

- d) Curah hujan untuk T = 25 tahun

$$T_4 = 267.88 + (1.71 \times 88.91) = 419.92 \text{ mm}$$

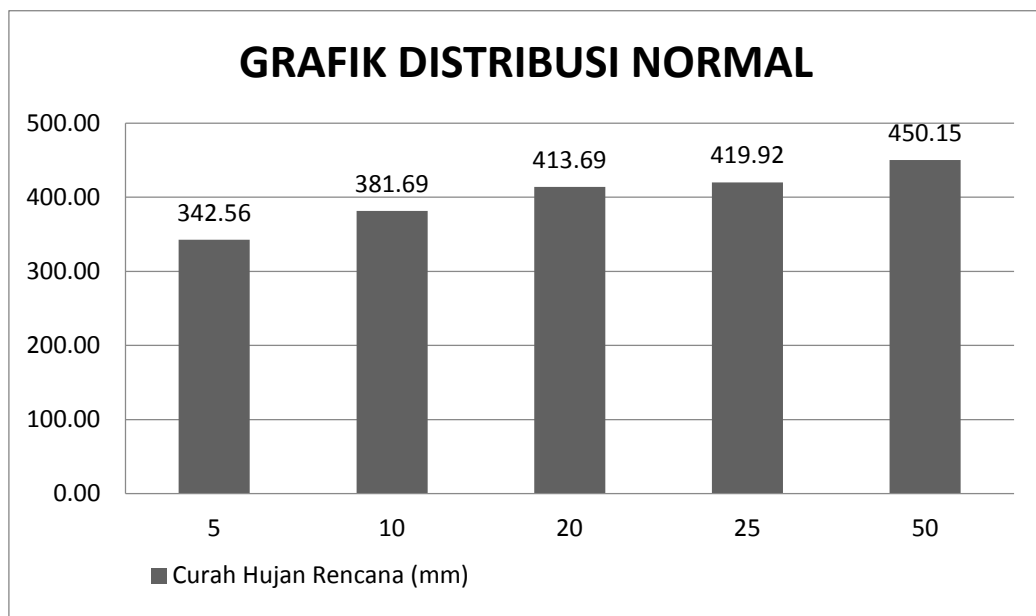
e) Curah hujan untuk $T = 50$ tahun

$$T_2 = 267.88 + (2.05 \times 88.91) = 450.15 \text{ mm}$$

Tabel 4.13 Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Normal

NO	Periode ulang T (tahun)	Curah hujan rencana (mm)
1	5	342.56
2	10	381.69
3	20	413.69
4	25	419.92
5	50	450.15

Sumber: Perhitungan



Gambar 4.2 Grafik Distribusi Dispersi Normal

2. Distribusi Gumbel

Tabel 4.14 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Gumbel

NO	TAHUN	HUJAN MAKSIMUM (mm)		
		DISTRIBUSI NORMAL		
		Xi (mm)	(Xi-Xrt)	(Xi-Xrt) ²
1	2007	477.50	209.62	43940.20
2	2014	339.40	71.52	5114.99
3	2008	280.63	12.75	162.63
4	2016	267.90	0.02	0.0004
5	2013	267.84	-0.04	0.001534
6	2012	246.00	-21.88	478.77
7	2010	228.70	-39.18	1535.14
8	2015	216.73	-51.15	2616.07
9	2009	197.00	-70.88	5024.09
10	2011	157.10	-110.78	12272.39
Jumlah		2678.81	0.00	71144.28
Rata-Rata (X)		267.88		

Sumber: Perhitungan

a) Nilai rata-rata curah hujan:

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{2678.81}{10} = 267.88 \text{ mm}$$

b) Standard Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - X_{rt})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{71144.28}{10 - 1}} = 88.91$$

Setelah menghitung parameter dari nilai rata-rata curah hujan dan standard deviasi (S), langkah selanjutnya adalah mencari nilai *Reduced Mean* (Y_n) pada lampiran 9, *Reduced Standard Deviation* (S_n) pada lampiran 10, dan *Reduced Varieti* (Y_{Tr}) pada lampiran 11 yang terdapat pada Bab II. Rumus yang digunakan dalam menentukan curah hujan rencana dalam distribusi Gumbel adalah sebagai berikut:

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

Tabel 4.15 Nilai Dispersi Gumbel untuk Y_n , S_n dan Y_{Tr}

Periode Ulang T	N	Y_n	S_n	S	Y_{Tr}
5	10	0.4952	0.9496	88.91	1.5004
10	10	0.4952	0.9496	88.91	2.2510
20	10	0.4952	0.9496	88.91	2.9709
25	10	0.4952	0.9496	88.91	3.1993
50	10	0.4952	0.9496	88.91	3.9028

Sumber: Lampiran 9, Lampiran 10 dan Lampiran 11

a) Curah hujan untuk T = 5 tahun

$$X_{Tr} = 2678.81 + \frac{1.5004 - 0.4952}{0.9496} \times 88.91 = 361.996$$

b) Curah hujan untuk T = 10 tahun

$$X_{Tr} = 2678.81 + \frac{2.2510 - 0.4952}{0.9496} \times 88.91 = 432.274$$

c) Curah hujan untuk T = 20 tahun

$$X_{Tr} = 2678.81 + \frac{2.9709 - 0.4952}{0.9496} \times 88.91 = 499.677$$

d) Curah hujan untuk T = 25 tahun

$$X_{Tr} = 2678.81 + \frac{3.1993 - 0.4952}{0.9496} \times 88.91 = 521.062$$

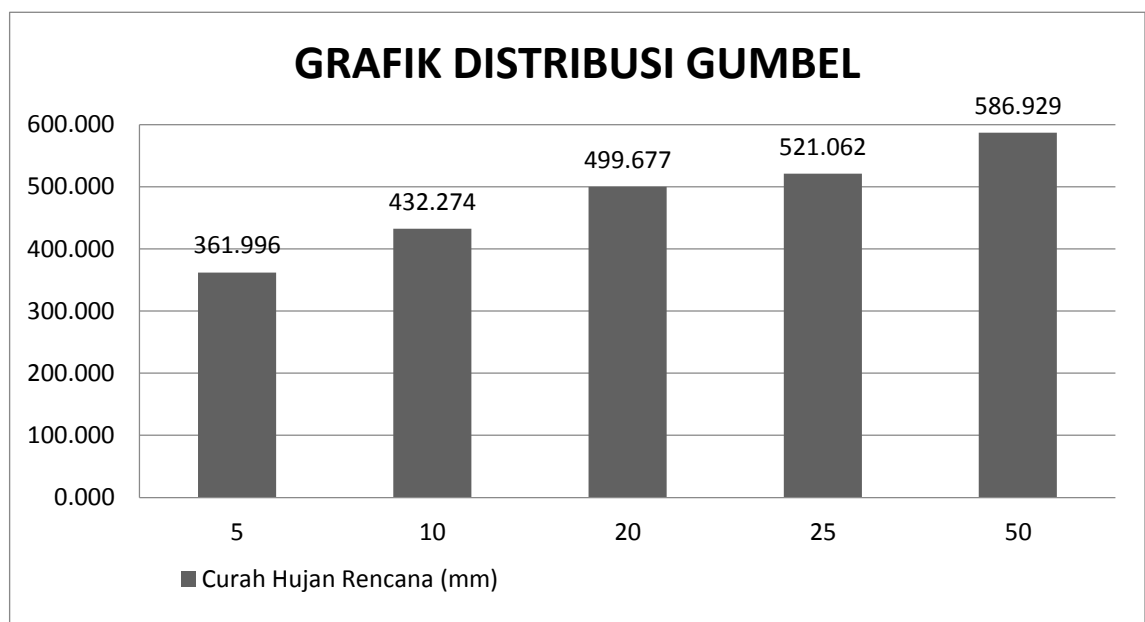
e) Curah hujan untuk T = 50 tahun

$$X_{Tr} = 2678.81 + \frac{3.9028 - 0.4952}{0.9496} \times 88.91 = 586.929$$

Tabel 4.16 Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Gumbel

NO	Periode ulang T (tahun)	Curah hujan rencana (mm)
1	5	361.996
2	10	432.274
3	20	499.677
4	25	512.062
5	50	586.929

Sumber: Perhitungan

**Gambar 4.3** Grafik Distribusi Dispersi Gumbel

3. Distribusi Log Normal

Tabel 4.17 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Normal

NO	TAHUN	HUJAN MAKSIMUM (mm)					
		LOG NORMAL					
		Xi (mm)	Log Xi	(Log Xi- Log Xrt)	Log Xi- LogXrt) ²	(Log Xi- LogXrt) ³	(Log Xi- LogXrt) ⁴
1	2007	477.50	2.67897	0.26993	0.07286	0.01967	0.00531
2	2014	339.40	2.53071	0.12167	0.01480	0.00180	0.00022
3	2008	280.63	2.44814	0.03909	0.00153	0.00006	0.00000
4	2016	267.90	2.42797	0.01893	0.00036	0.00001	0.00000
5	2013	267.84	2.42788	0.01883	0.00035	0.00001	0.00000
6	2012	246.00	2.39094	-0.01811	0.00033	-0.00001	0.00000
7	2010	228.70	2.35927	-0.04978	0.00248	-0.00012	0.00001
8	2015	216.73	2.33593	-0.07312	0.00535	-0.00039	0.00003
9	2009	197.00	2.29447	-0.11458	0.01313	-0.00150	0.00017
10	2011	157.10	2.19618	-0.21287	0.04531	-0.00965	0.00205
Jumlah		2678.81	24.09044	0.00000	0.15650	0.00987	0.00779
Rata-Rata (X)		267.88	2.409				

Sumber: Perhitungan

a) Nilai rata-rata curah hujan:

$$\bar{x} = \frac{\sum \text{Log } x}{n} = \frac{24.09}{10} = 2.40 \text{ mm}$$

b) Standard Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X_{rt})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.15650}{10-1}} = 0.132$$

c) Koefisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{S}{\text{Log } X} = \frac{0.132}{2.409} = 0.055$$

d) Koefisien *Skewness* (Cs)

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X_{rt})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{(10)(0.00987)}{(10-1)(10-2)0.132^3} = 0.598$$

e) Koefisien *Kurtosis* (Ck)

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - X_{rt})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{(10^2)(0.00779)}{(10-1)(10-2)(10-3)0.132^4}$$

$$= 5.112$$

Lalu menggunakan persamaan $X_T = \bar{X} + K_T S$, dengan nilai Variable Reduksi Gauss berdasarkan lampiran 7 pada Bab II. Didapat perhitungan curah hujan dengan periode ulang tertentu, sebagai berikut:

a) Curah hujan untuk $T = 5$ tahun

$$T_1 = 2.40 + (0.84 \times 0.132) = 2.52 \text{ mm}$$

$$X_1 = 10^{2.52} = 330.988 \text{ mm}$$

b) Curah hujan untuk $T = 10$ tahun

$$T_2 = 2.40 + (1.28 \times 0.132) = 2.58 \text{ mm}$$

$$X_2 = 10^{2.58} = 378.298 \text{ mm}$$

c) Curah hujan untuk $T = 20$ tahun

$$T_3 = 2.40 + (1.64 \times 0.132) = 2.625 \text{ mm}$$

$$X_3 = 10^{2.625} = 421.993 \text{ mm}$$

d) Curah hujan untuk $T = 25$ tahun

$$T_4 = 2.40 + (1.71 \times 0.132) = 2.635 \text{ mm}$$

$$X_4 = 10^{2.635} = 431.059 \text{ mm}$$

e) Curah hujan untuk $T = 50$ tahun

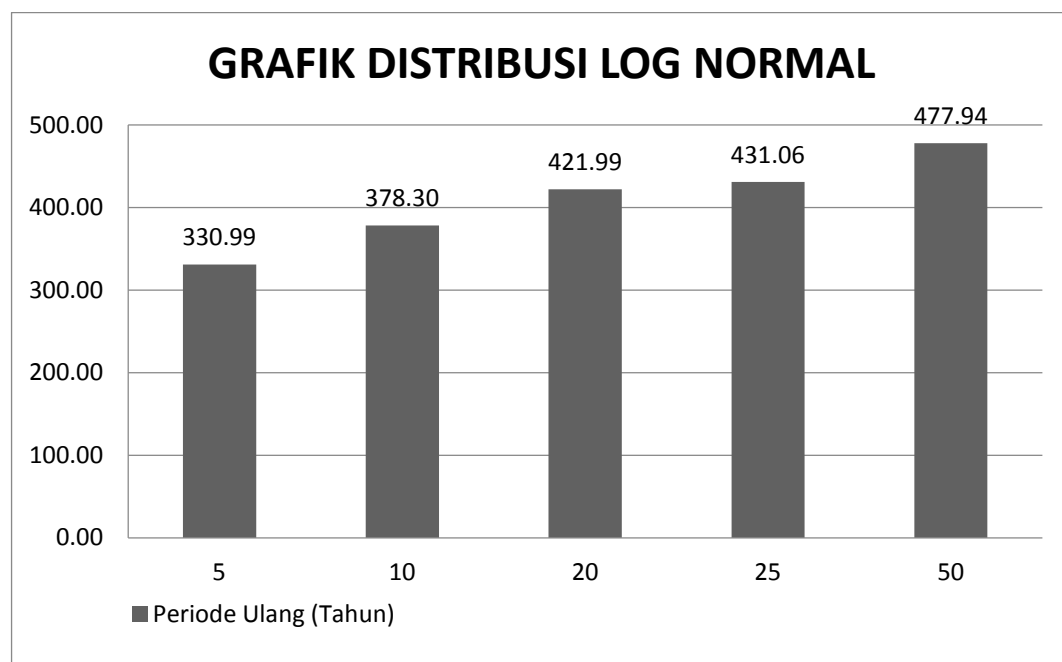
$$T_5 = 2.40 + (2.05 \times 0.132) = 2.68 \text{ mm}$$

$$X_5 = 10^{2.68} = 477.937 \text{ mm}$$

Tabel 4.18 Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Log Normal

NO	Periode ulang T (tahun)	Curah hujan rencana (mm)
1	5	330.99
2	10	378.30
3	20	421.99
4	25	431.06
5	50	477.94

Sumber: Perhitungan

**Gambar 4.4** Grafik Distribusi Log Normal

4. Distribusi Log Pearson Type III

Tabel 4.19 Perhitungan Variabel Dispersi Distribusi Log Pearson Type III

NO	TAHUN	HUJAN MAKSIMUM (mm)					
		LOG PEARSON TYPE III					
		Xi (mm)	Log Xi	(Log Xi- Log Xrt)	Log Xi- LogXrt) ²	(Log Xi- LogXrt) ³	(Log Xi- LogXrt) ⁴
1	2007	477.50	2.67897	0.26993	0.07286	0.01967	0.00531
2	2014	339.40	2.53071	0.12167	0.01480	0.00180	0.00022
3	2008	280.63	2.44814	0.03909	0.00153	0.00006	0.00000
4	2016	267.90	2.42797	0.01893	0.00036	0.00001	0.00000
5	2013	267.84	2.42788	0.01883	0.00035	0.00001	0.00000
6	2012	246.00	2.39094	-0.01811	0.00033	-0.00001	0.00000
7	2010	228.70	2.35927	-0.04978	0.00248	-0.00012	0.00001
8	2015	216.73	2.33593	-0.07312	0.00535	-0.00039	0.00003
9	2009	197.00	2.29447	-0.11458	0.01313	-0.00150	0.00017
10	2011	157.10	2.19618	-0.21287	0.04531	-0.00965	0.00205
Jumlah		2678.81	24.09044	0.00000	0.15650	0.00987	0.00779
Rata-Rata (X)		267.88	2.409				

Sumber: Perhitungan

a) Nilai rata-rata curah hujan:

$$\bar{x} = \frac{\sum \text{Log } x}{n} = \frac{24.09}{10} = 2.40 \text{ mm}$$

b) Standard Deviasi (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X_{rt})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0.15650}{10-1}} = 0.132$$

c) Koefisien Variasi (Cv)

$$C_v = \frac{S}{\text{Log } x} = \frac{0.132}{2.409} = 0.055$$

d) Koefisien Skewness (Cs)

$$C_s = \frac{n \sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X_{rt})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{(10)(0.00987)}{(10-1)(10-2)0.132^3} = 0.598$$

e) Koefisien Kurtosis (Ck)

$$C_k = \frac{n^2 \sum (X_i - X_{rt})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{(10^2)(0.00779)}{(10-1)(10-2)(10-3)0.132^4}$$

$$= 5.112$$

Setelah menghitung parameter yang dibutuhkan selanjutnya menentukan nilai K untuk distribusi Log Pearson Type III pada lampiran 8 Bab II akan ditentukan berdasarkan perhitungan yang akan dicocokkan. Sehingga didapatkan nilai variable standar (K) untuk periode ulang sebagai berikut:

Tabel 4.20 Nilai K Hasil Distribusi Log Pearson Type III

NO	Periode Ulang T (tahun)	Cs	K
1	5	0.6	0.8
2	10	0.6	1.328
3	20	0.6	1.735333
4	25	0.6	1.939
5	50	0.6	2.359

Sumber: Lampiran 8

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

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

a) Curah hujan untuk T = 5 tahun

$$\text{Log } X_5 = 2.40 + (0.8 \times 0.132) = 2.514 \quad \text{mm}$$

$$X_5 = 10^{2.514} = 326.992 \text{ mm}$$

b) Curah hujan untuk T = 10 tahun

$$T_2 = 2.40 + (1.328 \times 0.132) = 2.584 \quad \text{mm}$$

$$X_2 = 10^{2.584} = 383.852 \text{ mm}$$

c) Curah hujan untuk T = 20 tahun

$$T_3 = 2.40 + (1.735333 \times 0.132) = 2.638 \text{ mm}$$

$$X_3 = 10^{2.638} = 434.387 \text{ mm}$$

d) Curah hujan untuk T = 25 tahun

$$T_4 = 2.40 + (1.939 \times 0.132) = 2.665 \text{ mm}$$

$$X_4 = 10^{2.665} = 462.098 \text{ mm}$$

e) Curah hujan untuk T = 50 tahun

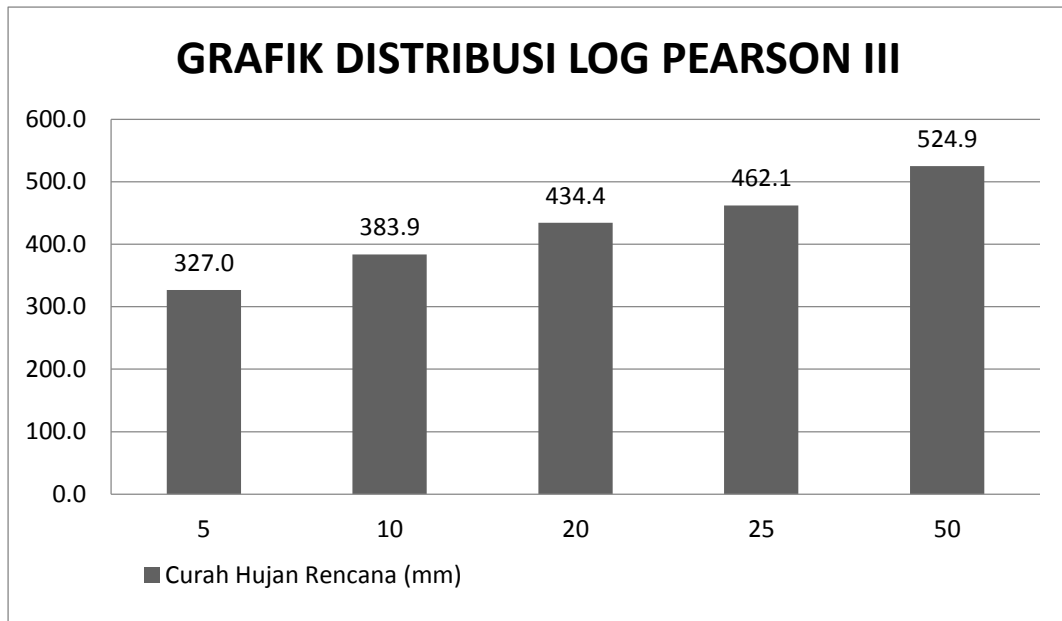
$$T_5 = 2.40 + (2.359 \times 0.132) = 2.72 \text{ mm}$$

$$X_5 = 10^{2.72} = 524.950 \text{ mm}$$

Tabel 4.21 Hasil Analisa Frekuensi Hujan Distribusi Log Pearson Type III

NO	Periode ulang T (tahun)	Curah hujan rencana (mm)
1	5	327.0
2	10	383.9
3	20	434.4
4	25	462.1
5	50	524.9

Sumber: Perhitungan



Gambar 4.5 Grafik Distribusi Dispersi Log Pearson Type III

Setelah menghitung dari masing-masing distribusi berikut ini adalah perbandingan hasil dispersi Distribusi Normal, Gumbel, Log Normal dan Log Pearson Type III yang dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 4.22 Perbandingan Hasil Dispersi Distribusi

No	Dispersi	Hasil Dispersi	
		Normal & Gumbel	Log normal & Log Pearson Type III
1	S	88.91	0.132
2	Cv	0.332	0.055
3	Cs	1.513	0.598
4	Ck	6.802	5.112

Sumber: Perhitungan

Untuk penentuan jenis sebaran yang sesuai dengan perhitungan, langkah selanjutnya adalah mencocokkan parameter statistik dan logaritmik dengan syarat masing-masing sebaran pada tabel di bawah ini:

Tabel 4.23 Hasil Uji Distribusi

Jenis distribusi	Syarat	Perhitungan	Kesimpulan
Normal	$C_s = 0$	1.513	Tidak
	$C_k = 3$	6.802	Memenuhi
Gumbel	$C_s = 1.14$	1.513	Tidak
	$C_k = 5.4$	6.802	Memenuhi
Log	$C_s = 3C_v + C_v^3 = 0.164$	0.598	Tidak
Normal	$C_k = C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3 = 3.048$	5.112	Memenuhi
Log	$C_s \neq 0$	0.598	Memenuhi
Pearson Type III	$C_k \neq 0$	5.112	

Sumber: Perhitungan

Setelah diketahui pada tabel di atas metode distribusi Log Pearson Type III adalah metode yang sesuai dengan parameter yang disyaratkan. Selanjutnya metode Log Pearson Type III akan dilakukan uji kecocokan distribusi untuk mengetahui apakah memenuhi disperse terpilih memenuhi persyarat perencanaan.

4.3.2 Uji Chi Kuadrat

Data distribusi yang telah terpilih akan dilanjutkan dengan uji statistik yang bertujuan untuk mengetahui kecocokan distribusi frekuensi sampel data terhadap fungsi distribusi peluang yang diharapkan dapat mewakili distribusi frekuensi tersebut. Pengambilan keputusan menggunakan parameter X^2 , yang dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

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

$$1) G = 1 + 3.3 \text{ Log } n = 1 + 3.3 \text{ Log } 10 = 4.3 \sim 4$$

2) Derajat Kebebasan (DK):

$$DK = 4 - R - 1 = 4 - 2 - 1 = 1$$

$$3) E_i = \frac{N}{G} = \frac{10}{4} = 2.5$$

$$4) \Delta X = \frac{(X_{maks} - X_{min})}{G-1} = \frac{2.6790 - 2.1962}{4-1} = 0.161$$

$$5) X_{awal} = X_{min} - \frac{1}{2} \Delta X = 2.1962 - \frac{1}{2}(0.161) = 2.116$$

Tabel 4.24 Uji Chi-Kuadrat Distribusi Log Pearson Type III

Nilai batas tiap kelas	O _i	E _i	(O _i -E _i) ²	(O _i -E _i) ² /E _i
2.1962 < X _i < 2.3572	4	2.50	2.25	0.90
2.3572 < X _i < 2.5182	2	2.50	0.25	0.10
2.5182 < X _i < 2.6792	2	2.50	0.25	0.10
2.6792 < X _i < 2.8402	2	2.50	0.25	0.10
Jumlah	10	10	3	1.20

Sumber: Perhitungan

Dengan menggunakan perhitungan Derajat Kebebasan (DK) = 1 dan taraf nyata pengujian (α) 0,05 (setara dengan 5%), dari tabel distribusi chi kuadrat

didapatkan X^2_{tabel} sebesar 3.841. Sedangkan dari hasil perhitungan di atas diperoleh $X^2_{\text{hitung}} = 1.2$. Dalam perhitungan, kriteria pengujian adalah $X^2_{\text{hitung}} < X^2_{\text{tabel}}$, jadi hasil pengujian adalah $1.2 < 3.841$, sehingga dapat disimpulkan bahwa metode distribusi Log Pearson Type III terpilih untuk pemilihan curah hujan rencana.

4.3.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Perhitungan curah hujan rencana dengan periode ulang 5, 10, 20, 25, dan 50 tahun metode distribusi terpilih yaitu metode distribusi Log Pearson Type III, dengan rumus sebagai berikut:

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

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 4.25 Curah Hujan Rencana Distribusi Log Pearson Type III

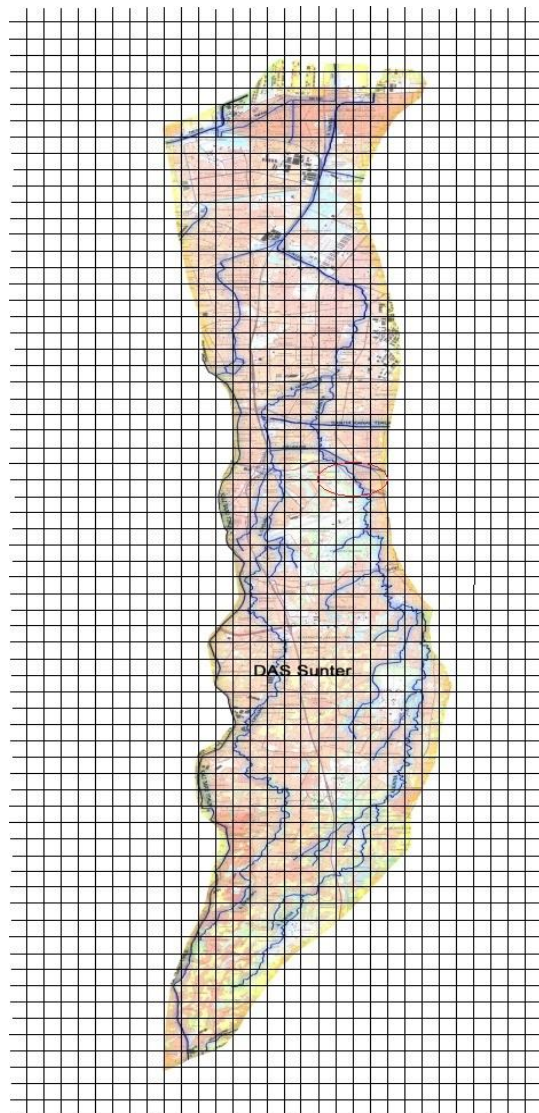
No	Periode Ulang (T)	Rata-rata Log Xi	S	Cs	K Log Pearson	Log Pearson Type III	
						Log Xi	P rencana (mm)
1	5	2.409	0.132	0.60	0.8	2.515	327.0
2	10	2.409	0.132	0.60	1.328	2.584	383.9
3	20	2.409	0.132	0.60	1.735333	2.638	434.4

4	25	2.409	0.132	0.60	1.939	2.665	462.1
5	50	2.409	0.132	0.60	2.359	2.720	524.9

Sumber: Perhitungan

4.3.4 Perhitungan DAS

Luas DAS Sunter yang dimiliki sebesar 73,1 km². Berikut ini adalah perhitungan luas DAS dari hulu hingga wilayah Cipinang Melayu yang diambil dari peta DAS Sunter skala 1:25.000 menggunakan *Square method*.



Gambar 4.6 Peta DAS yang Akan Dihitung

Luas DAS Sunter

Skala peta 1:25.000

n = jumlah kotak

$$\begin{aligned}
 L &= n \times (\text{Luas satu kotak}) \times (\text{skala})^2 \\
 &= 897 \times (1 \text{ cm} \times 1 \text{ cm}) \times (25.000)^2 \\
 &= (897 \times 1 \text{ cm}^2) \times (625 \times 10^6) \\
 &= 560625 \times 10^6 \text{ cm}^2 \\
 &= 56,06 \text{ km}^2
 \end{aligned}$$

Panjang Sungai Sunter

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak sebenarnya} &= \text{jarak peta} \times \text{skala} \\
 &= 121 \text{ cm} \times 25.000 \\
 &= 3025000 \text{ cm} \\
 &= 30.25 \text{ km}
 \end{aligned}$$

Kemiringan Rata-rata

Berdasarkan peta topografi didapatkan ketinggian:

$$\begin{aligned}
 \text{Wilayah Depok} &= 25 \text{ m} \\
 \text{Wilayah Jakarta} &= 50 \text{ m} \\
 \text{Jarak sebenarnya} &= 24500 \text{ m} \\
 S &= (50-25 \text{ m}) / 24500 \text{ m} \\
 &= 0,00102
 \end{aligned}$$

4.3.5 Koefisien Limpasan

Data penggunaan tata guna lahan diperlukan untuk menghitung koefisien limpasan pada DAS Sunter. Luas yang dimiliki DAS Sunter adalah 56.06 km². Sedangkan untuk koefisien aliran (Ci) terdapat pada tabel lampiran 14 Bab II.

Berdasarkan data tata guna lahan sungai Sunter maka koefisien limpasan dapat dihitung sebagai berikut:

Tabel 4.26 Data Tata Guna Lahan Sungai Sunter

No	Jenis Tata Guna Lahan	Ai (km ²)	Ci
1	Taman	25.9	0.3
2	Permukiman	15.1	0.55
3	Bisnis	6.06	0.90
4	Jalan Aspal	9	0.90

$$C_{DAS} = \frac{(25.9 \times 0.30) + (15.1 \times 0.55) + (6.06 \times 0.90) + (9.00 \times 0.90)}{25.9 + 15.1 + 6.06 + 9.00}$$

$$C_{DAS} = 0.53$$

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa 0.53 atau 53 % dari air hujan yang turun akan mengalir ke permukaan yang selanjutnya diteruskan ke hilir.

4.3.6 Waktu Konsentrasi (t_c)

Waktu konsentrasi (t_c) suatu DAS adalah waktu yang diperlukan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke tempat titik kontrol DAS setelah tanah menjadi jenuh Menurut rumus Kirpich (1940) untuk dapat menghitung waktu konsentrasi, rumusnya adalah sebagai berikut (Suripin, 2004:82):

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

$$\text{Panjang sungai (L)} = 30250 \text{ m}$$

$$\text{Kemiringan sungai (S)} = 0.00102$$

$$t_c = \left(\frac{0,87 \times 30250^2}{1000 \times 0,00102} \right)^{0,385} = 2651,932 \text{ menit} \sim 44 \text{ jam}$$

4.3.7 Distribusi Hujan Jam-Jaman

untuk pola pembagian hujan terpusat yang akan digunakan di wilayah penelitian adalah 6 jam setiap harinya (Indonesia memiliki rata-rata waktu konsentrasi hujan $t = 6$ jam). Pola distribusi hujan terhadap banjir rancangan, yaitu tinggi hujan $75 \leq P \leq 100$ mm dan $P > 100$ mm lebih sering terjadi dengan durasi 6 jam (Triatmodjo, 2008:271). Untuk menghitung distribusi curah hujan jam-jaman untuk suatu DAS menggunakan rumus Mononobe sebagai berikut:

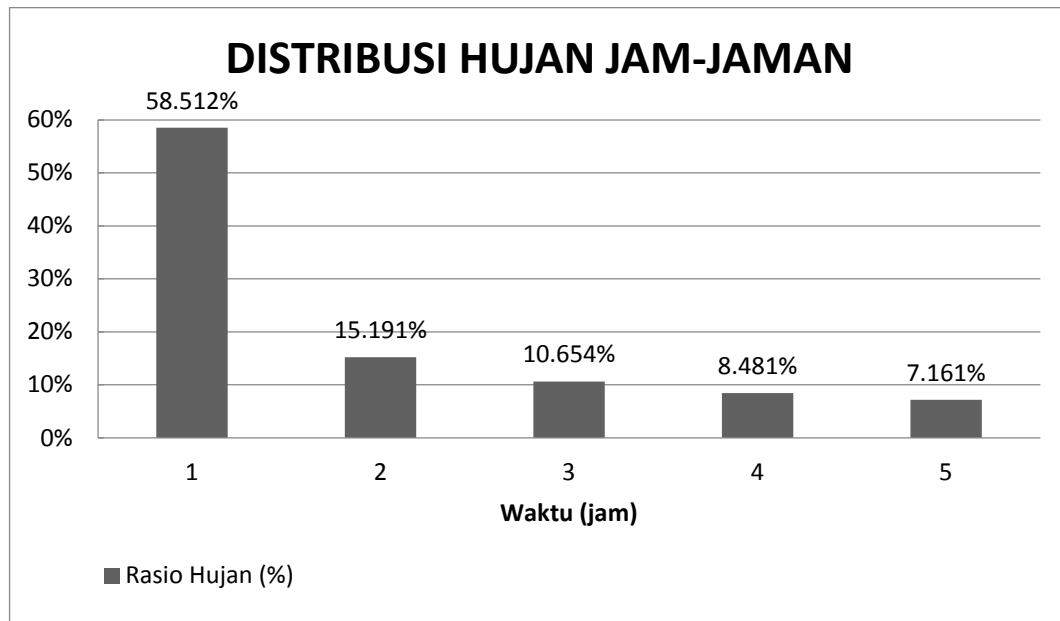
$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$$

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.

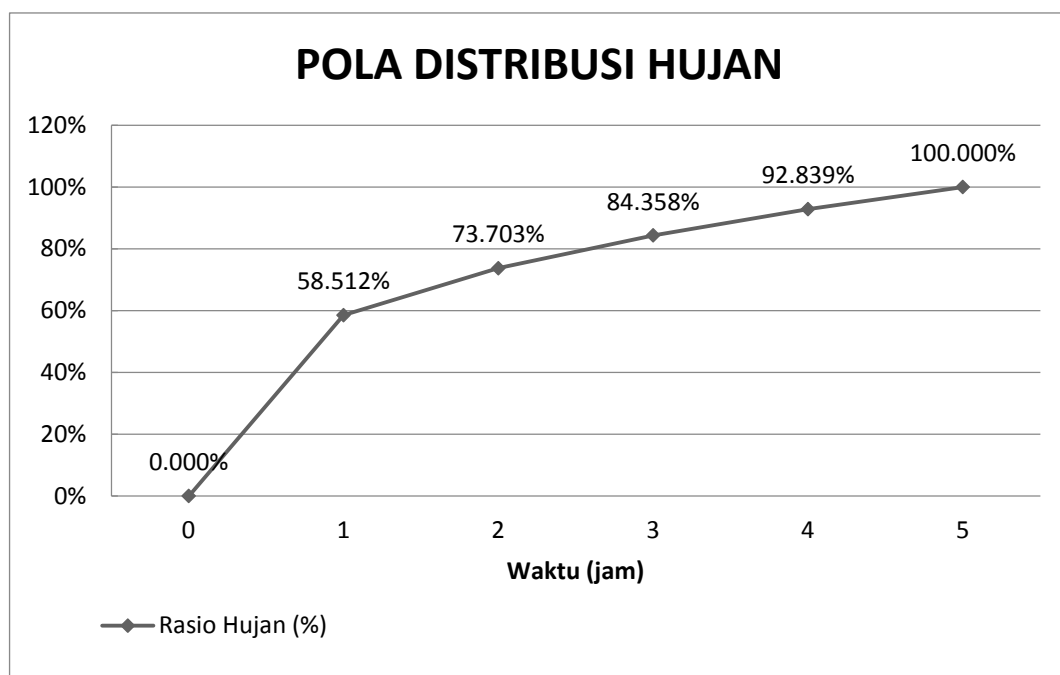
Tabel 4.27 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman

Td (jam)	Δt (jam)	I_t (mm/jam)	$I_t \cdot T_d$	ΔP	Rasio (%)	Kumulatif (%)
1	0~1	14.417	14.417	14.417	58.51	58.51174
2	1~2	9.080	18.160	3.743	15.19	73.70314
3	2~3	6.928	20.785	2.625	10.65	84.35763
4	3~4	5.719	22.875	2.090	8.48	92.83868
5	4~5	4.928	24.639	1.765	7.16	100
JUMLAH				24.639	100.00	-

Sumber: Perhitungan



Gambar 4.7 Distribusi Hujan Jam-Jaman



Gambar 4.8 Pola Distribusi Hujan

Berikut ini adalah perhitungan curah hujan periode ulang 5, 10, 20, 25 dan 50 tahun dalam waktu durasi selama 5 jam, karena sesuai dengan rencana debit banjir pada periode ulang yang direncanakan

Tabel 4.28 Perhitungan Distribusi Hujan Jam-Jaman Berbagai Periode Ulang

JAM KE-	RASIO	CURAH HUJAN JAM-JAMAN (mm)				
		5 tahun	10 tahun	20 tahun	25 tahun	50 tahun
		327.788	383.852	434.387	462.098	524.950
1	58.51	191.794	224.598	254.167	270.381	307.157
2	15.19	49.796	58.312	65.989	70.199	79.747
3	10.65	34.924	40.897	46.282	49.234	55.931
4	8.48	27.800	32.555	36.841	39.191	44.521
5	7.16	23.474	27.489	31.108	33.092	37.593

Sumber: Perhitungan

4.4 Perhitungan Debit Banjir Rencana

Perhitungan debit banjir rencana menggunakan metode Hidrograf Satuan Sintetis Nakayasu (HSS Nakayasu) sesuai dengan ketentuan pada Bab III. Untuk dapat menghitung menggunakan HSS Nakayasu, dibutuhkan beberapa data dan parameter hitungan yang sesuai dengan karakteristik DAS Sunter sebagai berikut:

1. Luas DAS (A) = 56.06 km²
2. Panjang sungai utama (L) = 30.25 km
3. Hujan satuan (Re) = 1 mm
4. Koefisien karakteristik DAS (α) = 2 (SNI 2415:2016)

Adapun langkah-langkah perhitungannya sebagai berikut:

1. Waktu konsentrasi hujan (t_g), untuk panjang sungai (L) > 15 km

$$t_g = 0.40 + 0.058 L$$

$$t_g = 0.40 + 0.058 (30.25) = 2.155 \text{ jam}$$

2. Waktu konsentrasi (t_r)

$$t_r = 0.75 t_g$$

$$t_r = 0.75 \times 2.155 = 1.616 \text{ jam}$$

3. Waktu dari permulaan banjir sampai puncak hidrograf (T_p)

$$T_p = t_g + 0.8 t_r$$

$$T_p = 2.155 + 0.8 (1.616) = 3.447 \text{ jam}$$

4. Waktu dari puncak banjir sampai 0,3 debit puncak ($T_{0.3}$)

$$T_{0.3} = \alpha \times t_g$$

$$T_{0.3} = 2 \times 2.155 = 4.309 \text{ jam}$$

5. Untuk kurva turun $T_p + T_{0.3}$

$$T_p + T_{0.3}$$

$$3.447 + 4.309 = 7.756$$

6. Untuk kurva turun $T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3}$

$$T_p + T_{0.3} + 1.5 T_{0.3}$$

$$(7.756) + 1.5 (4.309) = 14.220$$

7. Debit puncak banjir (Q_p)

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

$$Q_p = \frac{56.06 \times 1}{3,6 (0,3(3.447) + 4.309)} = 2.914$$

Setelah menghitung parameter HSS Nakayasu yang akan digunakan untuk menghitung ordinat hidrograf. Berikut ini waktu yang ditentukan berdasarkan persamaan dari hidrograf HSS Nakayasu:

- a. Pada kurva naik ($0 < t < T_p = 3.447$)

$$Q_t = Q_p \left(\frac{t}{T_p} \right)^{2,4} = 2.914 \left(\frac{t}{3.447} \right)^{2,4}$$

Tabel 4.29 Perhitungan Pada Kurva Naik

t (jam)	Q (m ³ /detik)
0.000	0.000
1.000	0.149

2.000	0.789
3.000	2.088
3.447	2.914

Sumber: Perhitungan

- b. Pada kurva turun ($T_p = 3.447 < t < T_p + T_{0.3} = 7.756$)

$$Q_t = Q_p \times 0.3^{(t - T_p)/T_{0.3}}$$

$$Q_t = 2.914 \times 0.3^{(t - 3.447)/4.309}$$

Tabel 4.30 Perhitungan Kurva Turun ($T_p=3.447 < t < T_p+T_{0.3}= 7.756$)

t (jam)	Q (m ³ /detik)
4.000	2.497
5.000	1.889
6.000	1.428
7.000	1.080
7.756	0.874

Sumber: Perhitungan

- c. Pada kurva turun ($T_p+T_{0.3} = 7.756 < t < T_p+T_{0.3} + 1.5T_{0.3} = 14.220$)

$$Q_t = Q_p \times 0.3^{(t - T_p) + (0.5T_{0.3})/1.5T_{0.3}}$$

$$Q_t = 2.914 \times 0.3^{(t - 3.447) + (0.5(4.309))/1.5(4.309)}$$

Tabel 4.31 Perhitungan Kurva Turun ($T_p+T_{0.3}=7.756 < t < T_p+T_{0.3}+$

$1.5T_{0.3}=14.220$)

t (jam)	Q (m ³ /detik)
8.000	0.836
9.000	0.694
10.000	0.576
11.000	0.478
12.000	0.397
13.000	0.329
14.000	0.273
14.220	0.262

Sumber: Perhitungan

- d. Pada kurva turun ($t > T_p + T_{0.3} + 1.5T_{0.3} = 14.220$)

$$Q_t = Q_p \times 0.3^{(t - T_p) + (1.5T_{0.3})/2T_{0.3}}$$

$$Q_t = 2.914 \times 0.3^{(t - 3.447) + (1.5(4.309))/2(4.309)}$$

Tabel 4.32 Perhitungan Pada Kurva Turun ($t > T_p + T_{0.3} + 1.5T_{0.3} = 14.220$)

t (jam)	Q (m ³ /det)	t (jam)	Q (m ³ /det)	t (jam)	Q (m ³ /det)	t (jam)	Q (m ³ /det)
15.000	0.227	25.000	0.035	35.000	0.005	45.000	0.001
16.000	0.188	26.000	0.029	36.000	0.005	46.000	0.001
17.000	0.156	27.000	0.024	37.000	0.004	47.000	0.001
18.000	0.130	28.000	0.020	38.000	0.003	48.000	0.000
19.000	0.108	29.000	0.017	39.000	0.003		
20.000	0.089	30.000	0.014	40.000	0.002		
21.000	0.074	31.000	0.012	41.000	0.002		
22.000	0.062	32.000	0.010	42.000	0.001		
23.000	0.051	33.000	0.008	43.000	0.001		
24.000	0.042	34.000	0.007	44.000	0.001		

Sumber: Perhitungan

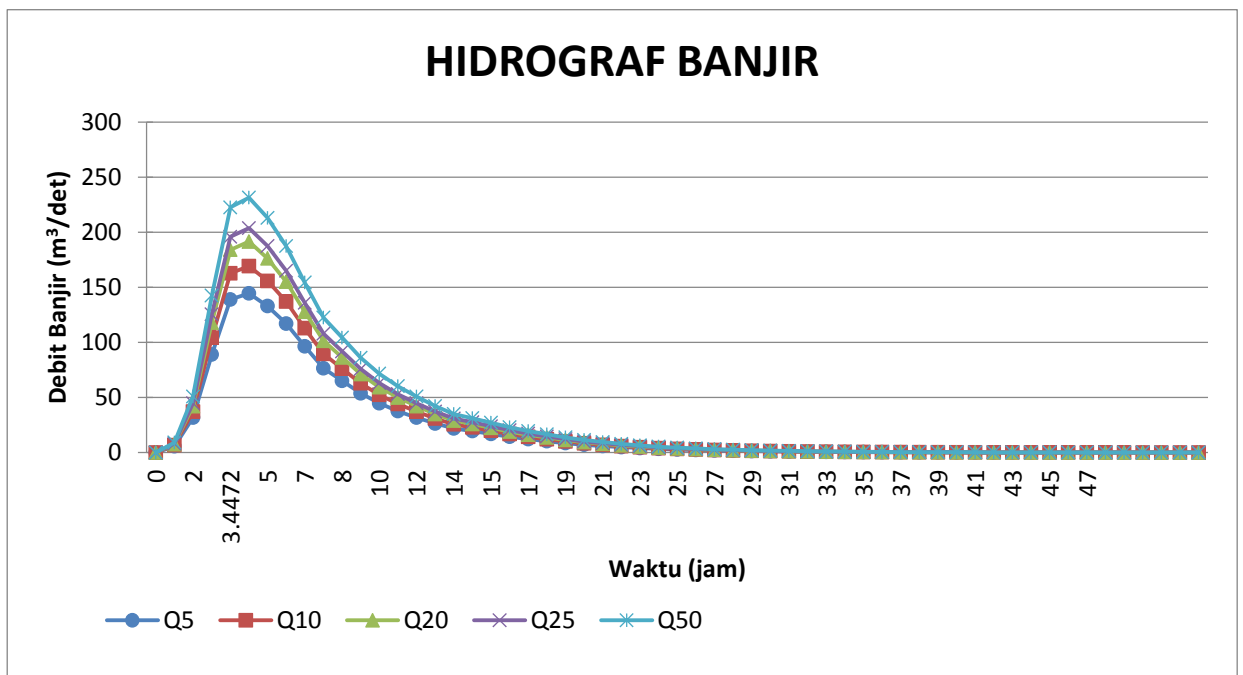
Setelah perhitungan analisa di atas maka langkah selanjutnya yaitu perhitungan banjir rencana sungai Sunter pada periode ulang 5, 10, 20, 25 dan 50 tahun. Secara rinci perhitungan hidrograf debit banjir rencana 5 jam periode ulang di wilayah Cipinang Melayu terdapat pada lampiran 17 sampai dengan lampiran 21 pada halaman 128-140.

Sementara, rekaptulasi dari hasil perhitungan debit banjir puncak pada sungai Sunter untuk berbagai periode ulang dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 4.33 Rekaptulasi Debit Banjir Puncak (Maksimum) Sungai Sunter

No	Periode Ulang (Tahun)	Debit Banjir Puncak (Qp = m ³ /det)
1	5	144.4921
2	10	169.2056
3	20	191.4821
4	25	203.6972
5	50	273.4231

Sumber: Perhitungan



Gambar 4.9 Hidrograf Banjir Sungai Sunter Berbagai Periode Ulang

4.5 Pemodelan Program HEC-RAS

Analisis hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang sungai dalam menampung debit rencana, analisis penampang sungai dihitung dengan menggunakan program HEC-RAS versi 4.1.

Data-data yang dibutuhkan HEC-RAS dalam analisis penampang sungai sebagai berikut:

1. Data geometri (skema alur kali sunter)
2. Potongan memanjang dan melintang kali sunter
3. Data debit banjir rencana pada periode ulang
4. Angka *manning* (n) kali sunter yang merupakan parameter kekerasan dasar saluran.

Adapun data penampang melintang existing kali sunter yang tersedia terdapat pada lampiran 27.

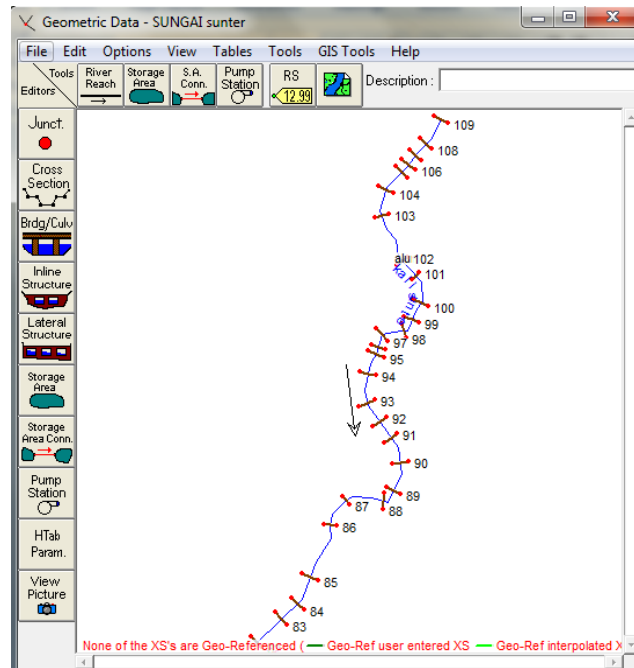
Tahapan untuk memulai analisis hidrolika dengan HEC-RAS adalah sebagai berikut:

1. Membuat *file* HEC-RAS baru sertakan pula nama *file*
2. Gambar alur sungai (*river reach*) pada menu geometri data
3. Masukkan data penampang melintang kali sunter beserta angka *manning*
4. Masukkan data debit rencana dari analisis hidrologi pada menu *steady flow data* atau *unsteady flow data*.
5. Eksekusi data (*Running data*)

Untuk analisis penampang eksisting kali Sunter menggunakan simulasi aliran tetap (*Steady Flow Simulation*), dengan menggunakan debit rencana periode ulang 5, 10, 20, 25 dan 50 tahun, penggunaan angka *manning* sebesar 0.02 berdasarkan lampiran 15 pada Bab II.

Adapun langkah-langkah operasi program HEC-RAS sebagai berikut:

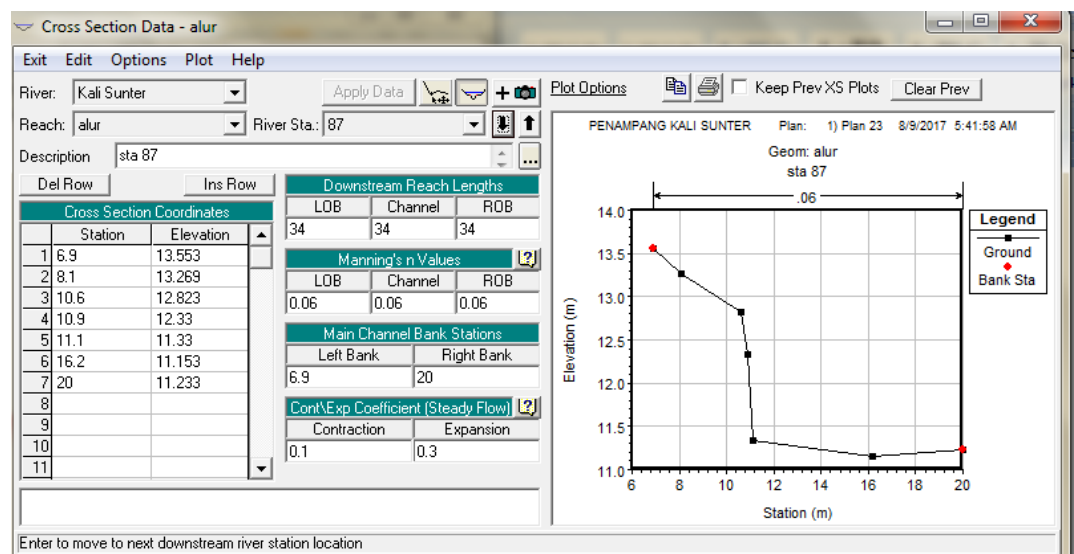
1. Membuat gambar alur sungai (*river reach*) sebagai berikut



Gambar 4.10 Alur Kali Sunter

2. Memasukan data masing-masing *cross section* yaitu:

- 1) Nomor stasiun beserta deskripsi stasiun
- 2) Stasiun dan elevasi pada existing kali sunter
- 3) Jarak antar *cross section*
- 4) Nilai koefisien *manning*
- 5) Profil saluran utama



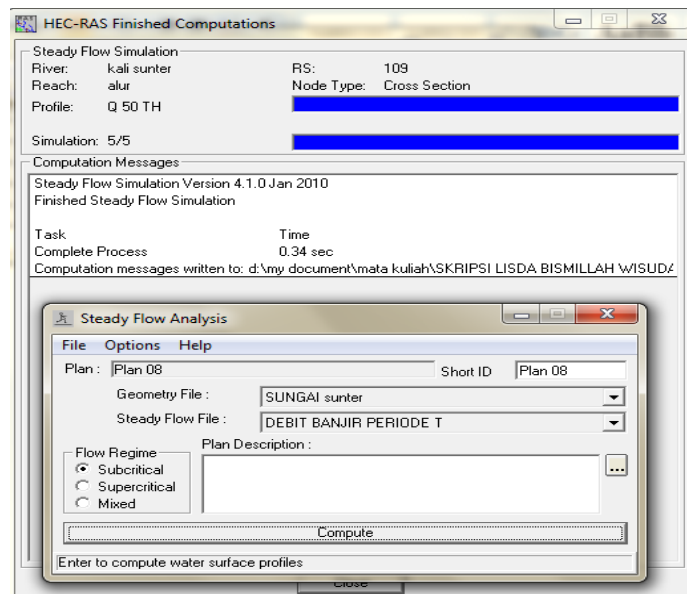
Gambar 4.11 Input Data Cross Section

3. Memasukkan data debit rencana (*Steady Flow Data*)

Flow Change Location			Profile Names and Flow Rates				
River	Reach	RS	Q 5 TH	Q 10 TH	Q 20 TH	Q 25 TH	Q 50 TH
kali sunter	alur	109	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	108	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	107	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	106	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	105	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	104	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	103	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	102	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	101	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	100	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	99	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	98	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	97	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	96	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	95	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	94	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	93	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	92	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	91	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	90	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	89	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	88	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	87	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	86	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	85	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	84	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	83	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403
kali sunter	alur	82	144.492	169.206	191.482	203.697	231.403

Gambar 4.12 Tabel *Input Data Debit Banjir Rencana*

4. Eksekusi Data (*Running*)

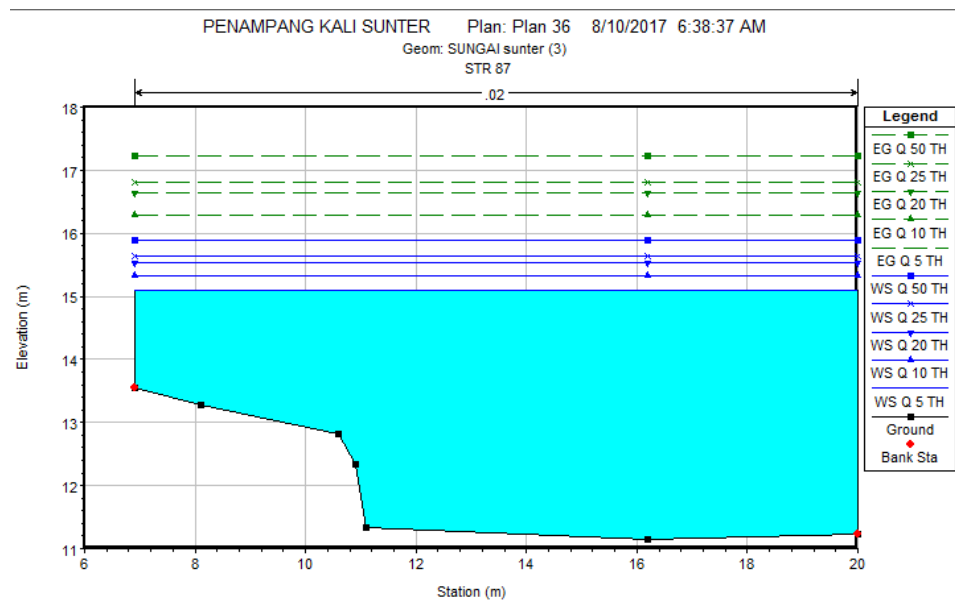


Gambar 4.13 Proses *Running Data*

Setelah memasukan data-data yang dibutuhkan dan melakukan *running data* selanjutnya *output* yang dihasilkan oleh program HEC-RAS adalah:

Sebelum perencanaan (data existing)

1. Profil penampang melintang (*cross section*)



Gambar 4.14 Profil Penampang Melintang Kali Sunter STR 87

Hasil yang didapatkan berdasarkan simulasi setelah debit air rencana berbagai periode ulang adalah kapasitas penampang sungai yang tidak mampu menampung debit air. Setelah itu dapat diketahui berapa ketinggian air yang melimpas. Untuk hasil penampang dapat dilihat pada lampiran 23 halaman 147. Dibawah ini adalah rekapitulasi hasil simulasi ketinggian limpasan air berbagai penampang existing dengan periode ulang 5 tahun sebagai berikut:

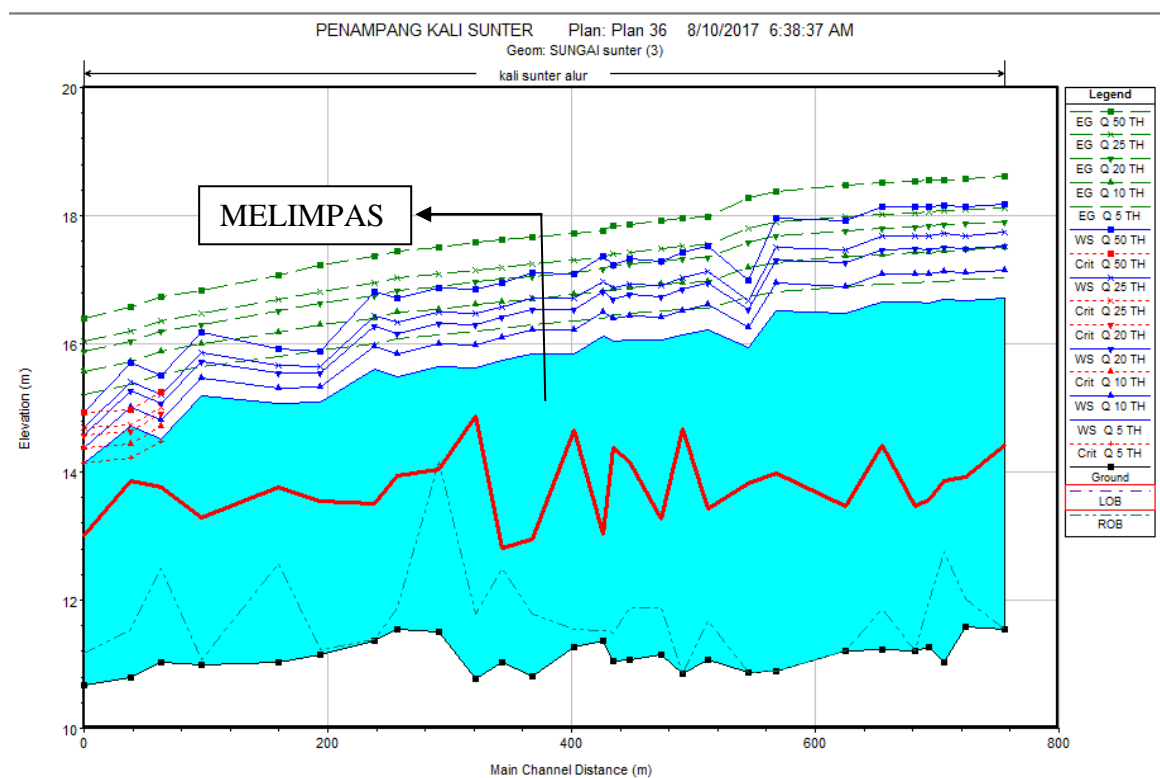
Tabel 4.34 Rekapitulasi Ketinggian Limpasan Air Berbagai Penampang

STR	Ketinggian Limpasan (m)	STR	Ketinggian Limpasan (m)
82	1.13	96	1.66
83	0.84	97	1.91
84	1.18	98	2.78
85	2.46	99	1.45

86	1.3	100	2.8
87	1.55	101	2.13
88	2.1	102	2.55
89	1.54	103	3.01
90	1.6	104	2.23
91	0.74	105	3.19
92	2.93	106	3.08
93	2.9	107	2.85
94	1.2	108	2.75
95	3.1	109	2.3

Sumber: Hasil Program HEC-RAS

2. Profil Permukaan Air



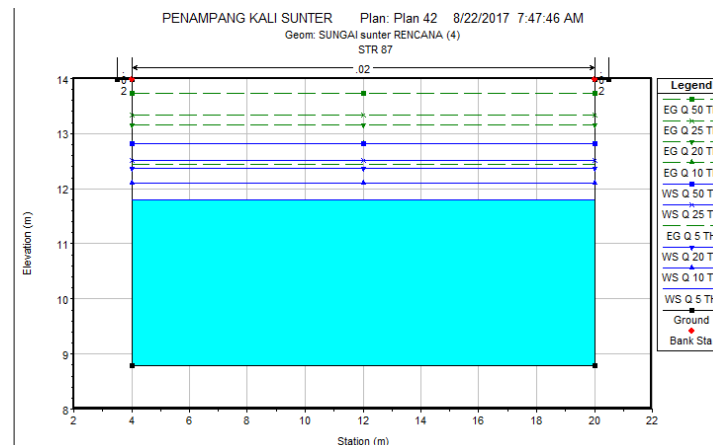
Gambar 4.15 Profil Keseluruhan Penampang Sungai dan Debit Banjir Rencana

Dari hasil simulasi menggunakan penampang sungai *existing* didapatkan seluruh penampang yang dianalisis tidak dapat menampung debit banjir rencana, ketinggian limpasan yaitu 0.74-3.19 m pada periode ulang 5 tahun. Hal ini terlihat pada air yang melebihi dari *left over bank* (LOB) atau tebing kiri pada garis

berwarna merah dan *right over bank* (ROB) atau tebing kanan pada garis putus-putus. Oleh karena itu direncanakan penampang sungai agar menampung debit rencana sampai periode 50 tahun yang direncanakan sebagai berikut:

Setelah redimensi penampang

1. Profil penampang melintang (*cross section*)



Gambar 4.16 Profil Penampang Melintang Kali Sunter STR 87 Setelah Redimensi

Untuk hasil penampang dapat dilihat pada lampiran 24 halaman 152. Rekapitulasi hasil pengerukan yang dilakukan perencanaan dari profil existing sebagai berikut:

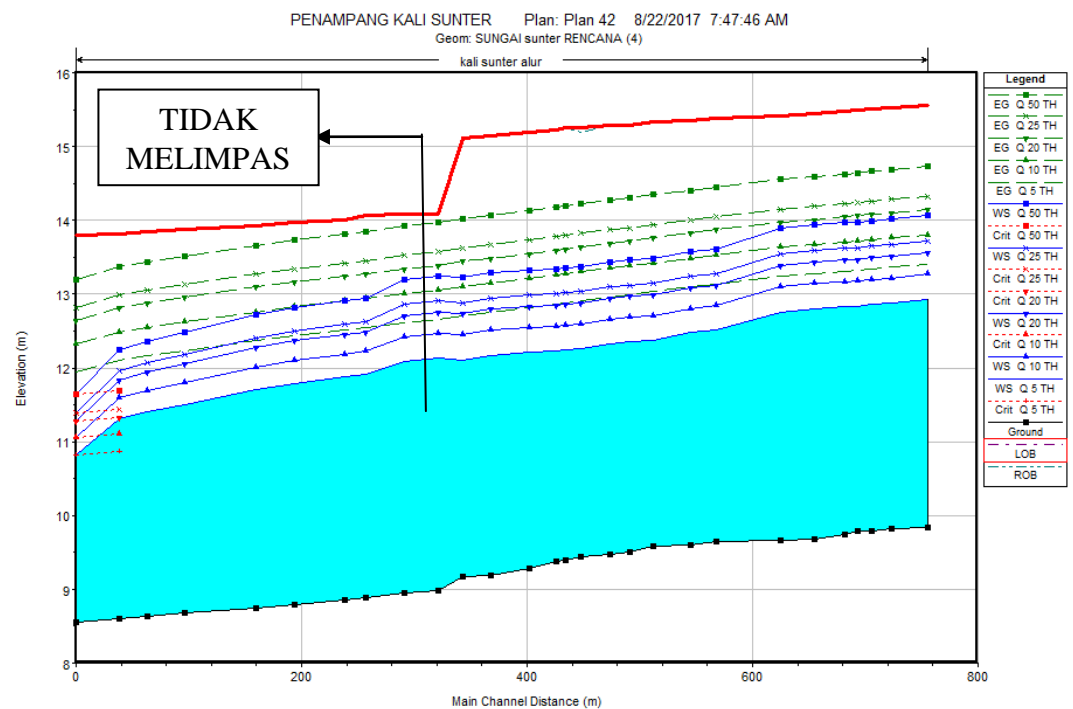
Tabel 4.35 Rekapitulasi Selisih pengerukan

STR	Selisih Kedalaman (m)	STR	Selisih Kedalaman (m)
82	2.12	96	1.67
83	2.20	97	1.63
84	2.40	98	1.68
85	2.30	99	1.34
86	2.29	100	1.50
87	2.37	101	1.37
88	2.50	102	1.23
89	2.26	103	1.53
90	2.55	104	1.54
91	1.62	105	2.05
92	1.85	106	1.48

93	1.63	107	1.23
94	1.98	108	1.75
95	1.98	109	1.78

Sumber: Perhitungan

2. Profil Permukaan Air



Gambar 4.17 Profil Keseluruhan Penampang Sungai dan Debit Banjir Rencana Setelah Direncanakan Ulang

Dari hasil simulasi menggunakan penampang sungai rencana yang dilakukan dengan *trial and error*, penampang sungai sudah tidak mengalami limpasan sampai periode 50 tahun. Hal ini terlihat pada batas dari *left over bank* (LOB) atau tebing kiri dan *right over bank* (ROB) atau tebing kanan pada garis berwarna merah. Perencanaan *trial and error* menggunakan metode pengerukan sungai agar debit air dapat mengikuti luas penampang empat persegi panjang yaitu dgn selisih 1.23-2.55 m dari data existing.

4.6 Analisis Hidrolika

Meskipun analisis kapasitas penampang dilakukan dengan menggunakan program HEC-RAS, tetapi perhitungan secara manual juga disertakan agar memperoleh hasil yang lebih maksimal. Perhitungan dilakukan dengan menggunakan persamaan *manning* untuk debit yang mengalir, dengan koefisien kekerasan manning (n) terdapat pada lampiran 15 Bab II. Berikut ini data-data yang diperlukan adalah:

Redimensi Sungai

STR 83

- a) Lebar atas = 20 m
- b) Tinggi (h) = 3.65 m
- c) Kemiringan sungai (S) perhitungan = 0.00102

Kemiringan sungai (S) = 0.00296

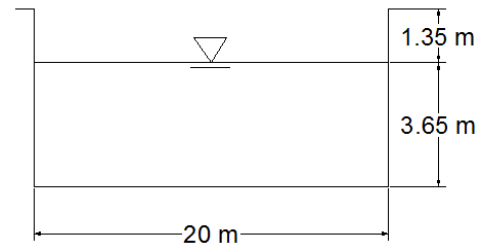
- d) Koefisien kekerasan manning (n) = 0.020

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Luas penampang (A)} &= (B \times h) \\
 &= (20 \times 3.65) \\
 &= 73 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Keliling basah (P)} &= B + (2 \times h) \\
 &= 20 + (2 \times 3.65) \\
 &= 27,30 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Jari-jari hidrolis (R)} &= \frac{A}{P} \\
 &= \frac{73}{27,3} \\
 &= 2,67
 \end{aligned}$$

$$4. \text{ Tinggi jagaan (W)} = \sqrt{0,5 \times h}$$



$$\begin{aligned}
 &= \sqrt{0,5 \times 3.65} = 1.35 \text{ m} \\
 5. \text{ Debit (Q)} &= \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A \\
 &= \frac{1}{0.02} \times 2,67^{\frac{2}{3}} \times 0.00296^{\frac{1}{2}} \times 73 \\
 &= 383.82 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan diatas didapatkan STR 83 sebesar 383,82 m³/det lebih besar dari pada nilai debit banjir rencana periode ulang 50 tahunan. Untuk perhitungan lengkap 28 *section* yaitu dari STR 82 sampai STR 109 dapat dilihat pada lampiran 25 halaman 157.

4.7 Pembahasan

Berdasarkan perhitungan hasil analisis, dengan menggunakan metode curah hujan rata-rata daerah dari tiga stasiun berbeda dengan jangka waktu 10 tahun (2007-2016) didapatkan hasil akhir nilai debit banjir rencana dengan metode Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu dengan periode ulang 5 tahun adalah 144.49 m³/det, 10 tahun adalah 169.20 m³/det, 20 tahun adalah 191,48 m³/det, 25 tahun adalah 203.69 m³/det, dan 50 tahun tahun adalah 231.40 m³/det.

Setelah analisis hidrologi dilakukan, selanjutnya simulasi banjir dengan program HEC-RAS menggunakan 28 *section* yaitu dari STR 82 sampai STR 109. Simulasi menggunakan dua kemungkinan yaitu data existing sungai dan perencanaan redimensi sungai. Didapatkan hasil simulasi banjir dengan HEC-RAS dengan data existing sungai, bahwa seluruh *section* yang digunakan tidak dapat menampung debit banjir rencana, ketinggian limpasan yaitu 0.74-3.19 m pada periode 5 tahun, sehingga perlu dilakukan redimensi penampang sungai dengan *trial and error* menggunakan metode pengerukan sungai agar debit air

dapat mengikuti luas penampang empat persegi panjang yaitu dgn selisih 1.23-2.55 m dari data existing. Sehingga setelah melakukan perubahan penampang didapatkan penampang sungai yang mampu menampung debit banjir rencana sampai 50 tahunan.

Selain itu perhitungan dengan menggunakan persamaan Manning untuk debit banjir yang mengalir juga dilakukan agar memperoleh hasil maksimal. Pada percobaan STR 83 dilakukan redimensi sungai dengan *trial and error* didapatkan kapasitas saluran sebesar 383.82 m³/det, jadi dengan hasil tersebut dapat disimpulkan perhitungan redimensi sungai dapat menampung debit banjir sampai 50 tahunan.

4.7 Keterbatasan Penelitian

Meskipun penelitian ini sudah dilakukan secara terencana, tetapi tidak luput dari segala kekurangan dan keterbatasannya. Adapun kekurangan dan keterbatasan dalam penelitian ini antara lain:

1. Kurang lengkapnya data curah hujan dari berbagai stasiun curah hujan, sehingga data curah hujan yang dihasilkan dinilai kurang untuk perencanaan. Sementara data curah hujan yang digunakan menggunakan stasiun curah hujan terdekat dengan DAS Sunter yang memiliki data curah hujan yang lengkap.
2. Perhitungan luas DAS Sunter, panjang sungai dan kemiringan sungai dengan cara manual, memungkinkan terdapat perbedaan dengan data asli dari departmen pekerjaan umum sehingga terjadi perbedaan perhitungan.

3. Perhitungan debit banjir rencana yang digunakan hanya satu metode yaitu metode Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu (HSS Nakayasu) sehingga memungkinkan hasil yang diperoleh berbeda dengan perhitungan perencanaan.
4. Simulasi banjir yang digunakan pada program HEC-RAS hanya sejumlah 28 *section* sesuai dengan daerah lokasi penelitian, sehingga memungkinkan hasil berbeda dengan perencanaan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Keimpulan

Hasil yang didapat dari penelitian analisis kapasitas pengaliran dengan simulasi banjir pada kali Sunter di wilayah Cipinang Melayu, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Kondisi curah hujan (hidrologi) di kali Sunter khususnya di wilayah kelurahan Cipinang Melayu, kecamatan Makasar, Jakarta Timur berdasarkan data tiga stasiun curah hujan yang mewakili daerah tangkapan termasuk dalam daerah hujan yang sangat deras dengan jumlah intensitas curah hujan (I) sebesar 307.1 mm/jam
2. Berdasarkan perhitungan debit banjir rencana dengan metode hidograf satuan sintetik nakayasu (HSS Nakayasu) didapatkan debit banjir rencana untuk kala ulang 5 tahun sebesar 144.49 m³/det, kala ulang 10 tahun sebesar 169.20 m³/det, kala ulang 20 tahun sebesar 191,48 m³/det, kala ulang 25 tahun sebesar 203.69 m³/det, dan kala ulang 50 tahun tahun sebesar 231.40 m³/det.
3. Setelah mendapatkan debit banjir rencana selanjutnya memodelkan dengan program HEC-RAS menggunakan 28 *section* untuk data existing sungai, setelah itu didapatkan seluruh *section* penampang tidak dapat menampung debit banjir rencana, dengan rata-rata ketinggian elevasi muka air banjir yaitu 2.11 m.
4. Dikarenakan penampang sungai tidak dapat menampung debit banjir maka, dilakukan redimensi penampang yang dapat menampung debit banjir hingga 50 tahunan pada tiap-tiap *section*, dengan bentuk penampang empat persegi

panjang yang lebarnya 20 m, ketinggian jagaan \pm 5 m dan dengan kondisi telah dilakukan pengerukan sebesar 1.23-2.55 m pada tiap-tiap *section*.

5. Setelah melakukan simulasi ulang penampang yang sudah diredimensi, didapatkan kondisi penampang sungai yang telah direncanakan atau diganti dapat menampung debit banjir rencana sampai periode ulang 50 tahunan sehingga dapat disimpulkan tidak terjadi banjir lagi.

5.2 Saran

Adapun saran dari hasil penelitian yang dilakukan antara lain:

1. Melakukan pemeliharaan secara berkala terhadap penampang sungai Sunter sehingga kapasitas penampang saluran dapat menampung debit banjir yang telah direncanakan
2. Pelaksanaan normalisasi yang tertunda di Cipinang Melayu diharapkan dapat segera dilaksanakan agar ketika musim penghujan sungai Sunter dapat menampung debit air.
3. Perlu dilakukan penelitian terkait sedimentasi sungai Sunter. Karena kondisi sungai yang sedimentasi sungai yang dikatakan cukup tinggi dapat mempengaruhi volume tampungan dari sungai tersebut.
4. Perlu adanya penambahan stasiun curah hujan dan data tata guna lahan yang lebih lengkap dan informatif, sehingga hasil mendekati kondisi lapangan secara terperinci.

DAFTAR PUSTAKA

- Arjawinangun, Komaruddin Bagja . 2017. Kali Sunter Meluap Cipinang Melayu Kembali Banjir. <https://metro.sindonews.com/read/1183364/170/kali-sunter-meluap-cipinang-melayu-kembali-banjir-1488084154> . Diakses 26 Febuari 2017
- [SNI] Standar Nasional Indonesia 2415:2016. *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane. 2017. *Bahan Informasi Pekerjaan Normalisasi Kali Ciliwung Dan Kali Sunter*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Sumber Daya Air.
- Chow, Ven Te. Terjemahan oleh Rosalina, E.V.N. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Hadisusanto, Nugroho. 2010. *Aplikasi hidrologi*. Yogyakarta:Jogja Mediautama.
- HM, Zaenuddin. 2013. *Banjir Jakarta Dari Zaman Jendral JP Coen Hingga Gubernur Jokowi*. Change publisher. Jakarta.
- Istiarto. 2014. *Modul Pelatihan, Simulasi Aliran 1-Dimensi dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika Hec-Ras*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Kodoatie, Robert. 2013. *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- Larasati, Mutiara. 2016. *Analisis Debit Banjir Rencana Sungai Ciliwung Pada Normalisasi di Wilayah Bidara Cina, Jakarta Timur*. [Skripsi]. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Mustofa, Muhammad. 2015. *Analisis Hidrologi Dan Hidrolika Pada Saluran Drainase Ramanuju Hilir Kotabumi (Menggunakan Program HEC-RAS)*. [Skripsi]. Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.
- Rahayu, Ananda. 2015. *Analisis Kapasitas Tampung Waduk Pengendali Banjir Melalui Metode Penelusuran Aliran (Studi Kasus: Waduk Sunter Selatan)*. [Skripsi]. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

- Razak, Muhammad. 2013. *Kajian Hidrologi dan Analisis Kapasitas Pengaliran Penampang Sungai Wayela Ambon Pasca Bencana Banjir Berbasis HEC-RAS*. [Skripsi]. Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.
- Renato, Yoppy . 2017. Cipinang Melayu Terendam Banjir. <http://photo.liputan6.com/news/cipinang-melayu-terendam-banjir-2863175> . Diakses 1 Maret 2017
- Soemarto, C.D. 1987. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi, Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, Suyono dan Takeda, Kensaku. 2003. *Hidrologi untuk Pengairan* (terj.). Jakarta: Pradnya Paramita
- Strategi penanganan banjir & penurunan muka tanah di Jakarta*. 2010. Pemerintah provinsi DKI Jakarta.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Yogyakarta: Andi.
- Syakuri, Irvan. 2013. *Analisis Debit Banjir Rancangan dan Kapasitas Tampang Sungai Kali Gendol Antara Plumbon Sampai Kejambon*. [Skripsi]. Fakultas Teknik, Universitas Islam Indonesia.
- [FT] Fakultas Teknik. 2015. *Buku Paduan Penyusunan Skripsi dan Non Skripsi*. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*, Yogyakarta: Beta Offset.

DAFTAR PUSTAKA

- Arjawinangun, Komaruddin Bagja . 2017. Kali Sunter Meluap Cipinang Melayu Kembali Banjir. <https://metro.sindonews.com/read/1183364/170/kali-sunter-meluap-cipinang-melayu-kembali-banjir-1488084154> . Diakses 26 Febuari 2017
- [SNI] Standar Nasional Indonesia 2415:2016. *Tata Cara Perhitungan Debit Banjir Rencana*. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane. 2017. *Bahan Informasi Pekerjaan Normalisasi Kali Ciliwung Dan Kali Sunter*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Sumber Daya Air.
- Chow, Ven Te. Terjemahan oleh Rosalina, E.V.N. 1997. *Hidrolika Saluran Terbuka*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Hadisusanto, Nugroho. 2010. *Aplikasi hidrologi*. Yogyakarta:Jogja Mediautama.
- HM, Zaenuddin. 2013. *Banjir Jakarta Dari Zaman Jendral JP Coen Hingga Gubernur Jokowi*. Change publisher. Jakarta.
- Istiarto. 2014. *Modul Pelatihan, Simulasi Aliran 1-Dimensi dengan Bantuan Paket Program Hidrodinamika Hec-Ras*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Kodoatie, Robert. 2013. *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Yogyakarta: Penerbit Andi Offset.
- Larasati, Mutiara. 2016. *Analisis Debit Banjir Rencana Sungai Ciliwung Pada Normalisasi di Wilayah Bidara Cina, Jakarta Timur*. [Skripsi]. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Mustofa, Muhammad. 2015. *Analisis Hidrologi Dan Hidrolika Pada Saluran Drainase Ramanuju Hilir Kotabumi (Menggunakan Program HEC-RAS)*. [Skripsi]. Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 12/PRT/M/2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.
- Rahayu, Ananda. 2015. *Analisis Kapasitas Tampung Waduk Pengendali Banjir Melalui Metode Penelusuran Aliran (Studi Kasus: Waduk Sunter Selatan)*. [Skripsi]. Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.

- Razak, Muhammad. 2013. *Kajian Hidrologi dan Analisis Kapasitas Pengaliran Penampang Sungai Wayela Ambon Pasca Bencana Banjir Berbasis HEC-RAS*. [Skripsi]. Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin.
- Renato, Yoppy . 2017. Cipinang Melayu Terendam Banjir. <http://photo.liputan6.com/news/cipinang-melayu-terendam-banjir-2863175> . Diakses 1 Maret 2017
- Soemarto, C.D. 1987. *Hidrologi Teknik*. Jakarta: Erlangga.
- Soewarno. 1995. *Hidrologi, Aplikasi Metode Statistik Untuk Analisa Data*. Bandung: Nova.
- Sosrodarsono, Suyono dan Takeda, Kensaku. 2003. *Hidrologi untuk Pengairan* (terj.). Jakarta: Pradnya Paramita
- Strategi penanganan banjir & penurunan muka tanah di Jakarta*. 2010. Pemerintah provinsi DKI Jakarta.
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*, Yogyakarta: Andi.
- Syakuri, Irvan. 2013. *Analisis Debit Banjir Rancangan dan Kapasitas Tampang Sungai Kali Gendol Antara Plumbon Sampai Kejambon*. [Skripsi]. Fakultas Teknik, Universitas Islam Indonesia.
- [FT] Fakultas Teknik. 2015. *Buku Paduan Penyusunan Skripsi dan Non Skripsi*. Jakarta: Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*, Yogyakarta: Beta Offset.



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK



Certificate ID11/01792

Building
Future
Leaders

Gedung L Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220
Telepon : (62-21) 4890046 ext. 213, 4751523, 47864808 Fax. 47864808
Laman: <http://ft.unj.ac.id> email: dekanft@unj.ac.id

No.Dokumen	Edisi	Revisi	Berlaku Efektif	Halaman
QMS-FT/SOP/S5-23/IV/2011	01	01	21 Juli 2011	1 dari 1

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI/KOMPREHENSIF/KARYA INOVATIF

Nama Mahasiswa : Lisda Lismaya
Nomor Registrasi : 5415131703
Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Bangunan
Judul : "Analisis Debit Banjir Rencana dan Kapasitas Pengaliran Penampang Kali Sunter di Wilayah Cipinang Melayu, Kec. Makasar, Jakarta Timur (Simulasi Banjir Menggunakan Software Hec-Ras V.4.1)".

Dosen Pembimbing : (1) Drs. Arris Maulana, MT
2. Dr. Ir. Mochammad. Amron, M. Sc

Tanggal Pertemuan Pertama * : 7-4-2017.....

Paraf KPSD * :

PERTEMUAN/ TANGGAL	MATERI BAHASAN	PARAF DOSEN	KET.
7/4-2017	1. Sketsa Graft rancangan / layout prediksi + time schedule penyelesaian 2. Sketsa data curah hujan dan peta DAS		
28/4-2017	- Perbaiki Bab I - Lanjutkan Bab II		
8/5-2017	- Perbaiki Bab II - Lanjutkan Bab III		

Koordinator Penyelesaian Studi Prodi
/Koor.Prodi S1 PTB

R. Eka Murtinugraha, M. Pd
NIP. 19670316 200112 1 001

Mengetahui,
Penasihat Akademik

Dr. Tuti Iriani, M. Si
NIP. 19640223 198903 2 001

* Diisi dan diparaf paling lambat 2 minggu setelah mendapatkan dosen pembimbing



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK



Certificate ID11/01792

Building Future Leaders

Gedung L Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220

Telepon : (62-21) 4890046 ext. 213, 4751523, 47864808 Fax. 47864808

Laman: <http://ft.unj.ac.id> email: dekanft@unj.ac.id

No.Dokumen	Edisi	Revisi	Berlaku Efektif	Halaman
QMS-FT/SOP/S5-23/IV/2011	01	01	21 Juli 2011	1 dari 1

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI/KOMPREHENSIF/KARYA INOVATIF

Nama Mahasiswa : Lisda Lismaya
 Nomor Registrasi : 5415131703
 Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Bangunan
 Judul : "Analisis Debit Banjir Rencana dan Kapasitas Pengaliran Penampang Kali Sunter di Wilayah Cipinang Melayu, Kec. Makasar, Jakarta Timur (Simulasi Banjir Menggunakan Software Hec-Ras V.4.1)".

Dosen Pembimbing : 1. Drs. Arris Maulana, MT
 2. Dr. Ir. Mochammad. Amron, M. Sc

Tanggal Pertemuan Pertama * : 9-5-2017..... Paraf KPSD * :

PERTEMUAN/ TANGGAL	MATERI BAHASAN	PARAF DOSEN	KET.
9/5-2017	- Perbaiki Diagram alur penelitian! - Buat daftar pustaka		
18/5-2017	- Perbaiki kerangka berpikir! - Perbaiki Diagram alur penelitian!		
22/5-2017	Acce seminar proposal.		

Koordinator Penyelesaian Studi Prodi
/Koor.Prodi S1 PTB

Mengetahui,
Penasehat Akademik

R. Eka Murtinugraha, M. Pd
NIP. 19670316 200112 1 001

Dr. Tuti Iriani, M. Si
NIP. 19640223 198903 2 001

* Diisi dan diparaf paling lambat 2 minggu setelah mendapatkan dosen pembimbing



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK



Certificate ID11/01792

*Building
Future
Leaders*

Gedung L Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220
 Telepon : (62-21) 4890046 ext. 213, 4751523, 47864808 Fax. 47864808
 Laman: <http://ft.unj.ac.id> email: dekanft@unj.ac.id

No.Dokumen	Edisi	Revisi	Berlaku Efektif	Halaman
QMS-FT/SOP/S5-23/IV/2011	01	01	21 Juli 2011	1 dari 1

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI/KOMPREHENSIF/KARYA INOVATIF

Nama Mahasiswa : Lida Lismaya
 Nomor Registrasi : 5415131703
 Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Bangunan
 Judul : "Analisis Debit Banjir Rencana dan Kapasitas Pengaliran Penampang Kali Sunter di Wilayah Cipinang Melayu, Kec. Makasar, Jakarta Timur (Simulasi Banjir Menggunakan Software Hec-Ras V.4.1)".

Dosen Pembimbing : 1. Drs. Arris Maulana, MT
 2. Dr. Ir. Mochammad. Amron, M. Sc

Tanggal Pertemuan Pertama * : 23-3-2017. Paraf KPSD * :

PERTEMUAN/ TANGGAL	MATERI BAHASAN	PARAF DOSEN	KET.
27/3 2017	1. Penyajian Bab I perlu ditulis lebih lengkap dan tertata. 2. Bahan materi/ data/ lokasi studi awal kurang	<i>[Signature]</i>	
9/4 2017	Perbaiki Bab I sesuai dengan masalah	<i>[Signature]</i>	
14/4 2017	Perbaiki Bab II dan dilanjutkan Bab III	<i>[Signature]</i>	
1/5 2017	Dilanjutkan dan siap submit	<i>[Signature]</i>	

Koordinator Penyelesaian Studi Prodi
 /Koor.Prodi S1 PTB

[Signature]

R. Eka Murtinugraha, M. Pd
 NIP. 19670316 200112 1 001

Mengetahui,
 Penasehat Akademik

[Signature]

Dr. Tuti Iriani, M. Si
 NIP. 19640223 198903 2 001

* Diisi dan diparaf paling lambat 2 minggu setelah mendapatkan dosen pembimbing



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK



Certificate ID11/01792

*Building
Future
Leaders*

Gedung L Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220
 Telepon : (62-21) 4890046 ext. 213, 4751523, 47864808 Fax. 47864808
 Laman: <http://ft.unj.ac.id> email: dekanft@unj.ac.id

No.Dokumen	Edisi	Revisi	Berlaku Efektif	Halaman
QMS-FT/SOP/S5-23/IV/2011	01	01	21 Juli 2011	1 dari 1

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI/KOMPREHENSIF/KARYA INOVATIF

Nama Mahasiswa : Lida Lismaya
 Nomor Registrasi : 5415131703
 Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Bangunan
 Judul : "Analisis Debit Banjir Rencana dan Kapasitas Pengaliran Penampang Kali Sunter di Wilayah Cipinang Melayu, Kec. Makasar, Jakarta Timur (Simulasi Banjir Menggunakan Software Hec-Ras V.4.1)".

Dosen Pembimbing : ①.Drs. Arris Maulana, MT
 2. Dr. Ir. Mochammad. Amron, M. Sc

Tanggal Pertemuan Pertama * : ..20-7-2017..... Paraf KPSD * :

PERTEMUAN/ TANGGAL	MATERI BAHASAN	PARAF DOSEN	KET.
20/7-2017	Halting analisis prob. curah hujan (banyakkah data curah hujan yang tidak tercatat)	<i>[Signature]</i>	
25/7-2017	- Halting debit banjir rencana - Membantu simulasi banjir per segmen	<i>[Signature]</i>	
2/8-2017	- Perbaiki hasil simulasi - Lanjutkan Bab 2 & siapkan lampiran	<i>[Signature]</i>	
7/8-2017	sec sidang!	<i>[Signature]</i>	

Koordinator Penyelesaian Studi Prodi
 /Koor.Prodi S1 PTB

[Signature]

R. Eka Murtinugraha, M. Pd
 NIP. 19670316 200112 1 001

Mengetahui,
 Penasehat Akademik

[Signature]

Dr. Tuti Iriani, M. Si
 NIP. 19640223 198903 2 001

* Diisi dan diparaf paling lambat 2 minggu setelah mendapatkan dosen pembimbing



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK



Certificate ID11/01792

*Building
Future
Leaders*

Gedung L Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220
 Telepon : (62-21) 4890046 ext. 213, 4751523, 47864808 Fax. 47864808
 Laman: <http://ft.unj.ac.id> email: dekanft@unj.ac.id

No.Dokumen	Edisi	Revisi	Berlaku Efektif	Halaman
QMS-FT/SOP/S5-23/IV/2011	01	01	21 Juli 2011	1 dari 1

LEMBAR KONSULTASI SKRIPSI/KOMPREHENSIF/KARYA INOVATIF

Nama Mahasiswa : Lisda Lismaya
 Nomor Registrasi : 5415131703
 Prodi/Jurusan : Pendidikan Teknik Bangunan
 Judul : "Analisis Debit Banjir Rencana dan Kapasitas Pengaliran Penampang Kali Sunter di Wilayah Cipinang Melayu, Kec. Makasar, Jakarta Timur (Simulasi Banjir Menggunakan Software Hec-Ras V.4.1)".

Dosen Pembimbing : 1. Drs. Arris Maulana, MT
 ②. Dr. Ir. Mochammad. Amron, M. Sc

Tanggal Pertemuan Pertama * : Paraf KPSD * :

PERTEMUAN/ TANGGAL	MATERI BAHASAN	PARAF DOSEN	KET.
24/7 2017	Konsultasi Bab IV masalah perhitungan hidrologi	<i>KS</i>	
31/7 2017	Supaya menggunakan data yg ada utk pros. HECRAS	<i>KS</i>	
7/8 2017	Perbaiki tulisan hidrologi dan analisis hidrologi serta gambar grafik	<i>KS</i>	
9/8 2017	Ace untuk maju sdg	<i>KS</i>	

Koordinator Penyelesaian Studi Prodi
 /Koor.Prodi S1 PTB

R. Eka Murtinugraha

R. Eka Murtinugraha, M. Pd
 NIP. 19670316 200112 1 001

Mengetahui,
 Penasehat Akademik

Dr. Tuti Iriani

Dr. Tuti Iriani, M. Si
 NIP. 19640223 198903 2 001

* Diisi dan diparaf paling lambat 2 minggu setelah mendapatkan dosen pembimbing

SURAT PERNYATAAN
KESEDIAAN MEMBIMBING SKRIPSI SEMESTER 106
PROGRAM S1 PENDIDIKAN TEKNIK BANGUNAN FT-UNJ

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Drs. Arris Maulana, M.T
NIP : 19650711 199102 1001
KBI : Tata Lingkungan

Menyatakan bahwa saya :

(mohon pilih salah satu kotak)

BERSEDIA membimbing Skripsi mahasiswa berikut ini :

Nama : Lisda Lismaya
Noreg : 5415131703
Hari : Selasa & Jumat
Jam : 11.00 & 13.00

TIDAK BERSEDIA membimbing skripsi karena :

.....
.....

Demikian yang dapat saya sampaikan.

Yang menyatakan,



(...Drs. Arris Maulana, M.T....)
19650711 199102 1001

Mahasiswa yang dibimbing,



(...Lisda Lismaya...)
5415131703

Mengetahui,
Koordinator Penyelesaian Skripsi/Prodi S1 PTB



(R. Eka Murtinugraha, M. Pd)

SURAT PERNYATAAN
KESEDIAAN MEMBIMBING SKRIPSI SEMESTER 106
PROGRAM S1 PENDIDIKAN TEKNIK BANGUNAN FT-UNJ

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dr. Ir. Mahammad Amron, M. Sc
NIP : 19511220 197603 1 002
KBI : Tata Lingkungan

Menyatakan bahwa saya :

(mohon pilih salah satu kotak)

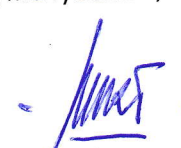
BERSEDIA membimbing Skripsi mahasiswa berikut ini :

Nama : Lisda Lismarya
Noreg : 5415131703
Hari : SELASA 0900 - 1000
Jam : 0900 - 1000


TIDAK BERSEDIA membimbing skripsi karena :

Demikian yang dapat saya sampaikan.

Yang menyatakan,


(Dr. Ir. Mahammad Amron, M. Sc.)
19511 220 197603 1002

Mahasiswa yang dibimbing,


(Lisda Lismarya)
5415131703

Mengetahui,
Koordinator Penyelesaian Skripsi/Prodi S1 PTB


(R. Eka Murtinugraha, M. Pd)



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA

Kampus Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220

Telepon/Faximile : Rektor : (021) 4893854, PRI : 4895130, PR II : 4893918, PR III : 4892926, PR IV : 4893982

BUK : 4750930, BAKHUM : 4759081, BK : 4752180

Bagian UHT : Telepon, 4893726, Bagian Keuangan : 4892414, Bagian Kepegawaian : 4890536, Bagian Humas : 4898486

Laman : www.unj.ac.id

*Building
Future
Leaders*

Nomor : 0981B/UN39.12/KM/2017
Lamp. : -
Hal : **Permohonan Izin Mengadakan Penelitian
untuk Penulisan Skripsi**

17 Maret 2017

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 : **Lisda Lismaya**
Nomor Registrasi : 5415131703
Program Studi : Pendidikan Teknik Bangunan
Fakultas : Teknik Universitas Negeri Jakarta
No. Telp/HP : 085719872308

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

‘Analisis Debit Banjir Rencana dan Kapasitas Pengaliran Penampang Sungai Sunter di Wilayah Cipinang Melayu, Jakarta Timur (Simulasi Banjir Menggunakan Software Hec-RAS)’

Atas perhatian dan kerjasama Saudara, kami sampaikan terima kasih.

Kepala Biro Akademik, Kemahasiswaan,
dan Hubungan Masyarakat



Woro Sasmoyo, SH

NIP. 19630403 198510 2 001

Tembusan :
1. Dekan Fakultas Teknik
2. Kaprog Pendidikan Teknik Bangunan



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK



Certificate ID11/01792

*Building
Future
Leaders*

Gedung L Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220
Telepon : (62-21) 4890046 ext. 213, 4751523, 47864808 Fax. 47864808
Laman: <http://ft.unj.ac.id> email: dekanft@unj.ac.id

Jakarta, 2 Juni 2017

Nomor : 154/JTS1.FT/2017 Kepada Yth.
Lampiran : - Deputi Bid. Klimatologi/Meteorologi Cq.
Perihal : Permohonan Tarif Nol Rupiah Petugas Layanan PNBP Kantor Pusat
Untuk Penyusunan Skripsi di Jakarta

Dengan Hormat,

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Lisda Lismaya
Nama Instansi/Badan Usaha : Universitas Negeri Jakarta
Jabatan : Mahasiswa
Alamat : Jl. Cempaka 1 RT8/11, Cempaka Putih Barat, 10520
Tlp : - Ext : -
HP : 085719872308
Email : lisdamaya@gmail.com

Dengan ini mengajukan permohonan pengenaan tarif sebesar Rp. 0,00 (nol rupiah) atas PNBP untuk:

Kegiatan : Jasa Penyelenggaraan Pendidikan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (Pasal 2 ayat 2)
Deskripsi Kegiatan : Penelitian untuk skripsi, bertujuan untuk memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar sarjana
Jenis Informasi : Curah Hujan Bulanan (Tahun 2007 s/d 2016) Stasiun Halim PK
Periode Waktu : 2007 s/d 2016
Lokasi/Wilayah : Cipinang Melayu

Demikian permohonan kami. Atas kerja sama yang baik kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui,

Hormat Kami,

Koordinator Prodi SI PTB

R. Eka Martinugraha, M. Pd

Lisda Lismaya

NIM. 5415131703

NIP. 19670316 200112 1 001





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
UNIVERSITAS NEGERI JAKARTA
FAKULTAS TEKNIK



Certificate ID11/01792

*Building
Future
Leaders*

Gedung L Kampus A Universitas Negeri Jakarta, Jalan Rawamangun Muka, Jakarta 13220
Telepon : (62-21) 4890046 ext. 213, 4751523, 47864808 Fax. 47864808
Laman: <http://ft.unj.ac.id> email: dekanft@unj.ac.id

Jakarta, 10 Mei 2017

No : 129/JTS1.FT/2017

Kepada Yth.

Lamp : -

Deputi Bid. Klimatologi/Meteorologi Cq.

Perihal : Permohonan Tarif Nol Rupiah

Petugas Layanan PNBK Kantor Pusat

Untuk Penyusunan Skripsi

di Jakarta

Dengan Hormat,

Dalam rangka pencarian data untuk **Skripsi Semester 106**, maka kami mohon bantuan pengadaan data-data bagi **Mahasiswi Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Negeri Jakarta** berikut ini:

Nama : Lisda Lismaya

NIM : 5415131703

Prodi / Fakultas : Pendidikan Teknik Bangunan / Teknik

Pembimbing / : 1. Drs. Arris Maulana, MT

Promotor : 2. Dr. Ir. Mochammad Amron, M.sc

Perkiraan Waktu : Agustus 2017

Selesainya

Judul : Analisis Debit Banjir Rencana dan Kapasitas Pengaliran Penampang Kali Sunter Di Wilayah Cipinang Melayu, Jakarta Timur (Simulasi Banjir Menggunakan Software Hec-Ras V. 4.1)

Data yang dicari : Curah Hujan Bulanan (Tahun 2007 s/d 2016) Stasiun Halim PK

Lokasi : Cipinang Melayu

Periode Waktu : 2007 s/d 2016

Atas perhatian dan bantuan bapak, diucapkan terima kasih

Hormat Kami,

Koor. Prodi Pend. Teknik Bangunan



[Signature]
R. Eka Martunugraha, M. Pd

NIP. 19670316 200112 1 001



BADAN METEOROLOGI, KLIMATOLOGI, DAN GEOFISIKA

Jl. Angkasa I No. 2, Kemayoran, Jakarta 10610, Telp. : (021) 424 6321 Fax. : (021) 424 6703
P.O. Box 3540 Jkt, Website : <http://www.bmkg.go.id>

Diberikan kepada,

Nama : LINDA LISMAYA

No. Surat : 129/JTS1.FT/2017

Tgl. Surat : 10 Mei 2017

Lokasi :

STAMET HALIM PERDANA KUSUMA

Latitude : 06° 15' LS

Longitude: :106° 54' BT

Ketinggian Tempat : 26 meter

Data yang diberikan,

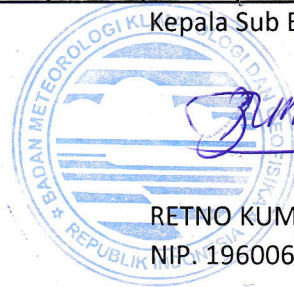
DATA JUMLAH CURAH HUJAN (mm) BULANAN .

TAHUN	JAN	PEB	MAR	APR	MEI	JUN	JULI	AGUS	SEP	OKT	NOP	DES
2007	274,6	1081	42,1	292,8	53,1	1	321,5	64,8	27,4	168	126,4	533,6
2008	210,1	546,9	264,4	383,6	63,2	115,7	*	49,8	60,9	78,7	227,5	122,3
2009	353,3	355	183,5	145,7	145,4	30,8	46,4	108,9	23,6	46,2	217,9	213,3
2010	394,4	216,2	151,2	64,4	248,4	142,2	74,6	137	346,8	456,1	191,3	177,1
2011	130	298,9	97,3	63,6	199,9	39,1	12,3	*	9,7	72,9	236,3	109,9
2012	506,8	132,9	253,5	146,6	97,9	93	0,9	*	*	98,8	269,1	354,7
2013	677,7	273,6	216,7	259,8	243,5	109,7	165,6	27,8	28,0	85,2	378,3	402,4
2014	728,7	339,4	231,3	231,8	181,7	149,1	149,1	95,1	23,5	*	313,4	343,7
2015	303,9	400,0	423,0	204,8	62,5	47,4	ttu	2,7	*	ttu	126,6	299,8
2016	233,5	516,2	201,8	225,6	211,6	246,0	152,6	171,4	339,8	324,2	*	- *

ttu:hujan tidak terukur

* :Tidak ada data

#:Alat obs. Rusak



Kepala Sub Bidang Manajemen Database MKKuG

RETNO KUMALAWATI,S.T

NIP. 196006141981032001

Petugas:Antiq

Lisda Lismaya 5415131703 Skripsi SM 106 S1 PTB

ORIGINALITY REPORT

0%

0%

0%

2%

SIMILARITY INDEX

Exclude quotes

On

INTERNET SOURCES

PUBLICATIONS

STUDENT PAPERS

Exclude matches

< 2%

PERCENTAGE OF SIMILARITY

On

Lisda Lismaya 5415131703 Skripsi SM 106 S1 PTB

by Lisda Lismaya 5415131703

Session date: 11-Aug-2017 09:59AM (UTC+0700)

Session ID: 836423628

Filename: LISDA_LISMAYA_5415131703.pdf (2.85M)

Word count: 18128

Character count: 103048

Lampiran 7

Nilai Variable 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	1,050	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

Lampiran 8

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

Sumber: Suripin, 2004

Reduced Mean, Yn Sebagai Fungsi Periode Ulang

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	0,5442	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	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

Sumber: Suripin, 2004

Lampiran 10

Reduced Standard Deviation, Sn

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,068	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2060
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

Sumber: Suripin, 2004

Lampiran 11

Reduced Variate, Y_{Tr} Sebagai Fungsi Periode Ulang

Periode ulang T_r (tahun)	<i>Reduced variate</i> (Y_{Tr})	Periode ulang, T_r (tahun)	<i>Reduced variate</i> , 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

Lampiran 12

Nilai Kritis untuk Uji Chi-kuadrat

dk	α (Derajat Kepercayaan)							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
1	0,0000393	0,000157	0,000982	0,00393	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,01	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

Lampiran 13

Nilai Kritis Do untuk Uji Smirnov-Kolmogorov

n	Derajat kepercayaan, α			
	0,20	0,10	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,30	0,34	0,40
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,20	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,20	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23
n>50	$\frac{1,07}{n^{0,5}}$	$\frac{1,22}{n^{0,5}}$	$\frac{1,36}{n^{0,5}}$	$\frac{1,63}{n^{0,5}}$

Sumber: Suripin, 2004

Lampiran 14

Koefisien Limpasan

Deskripsi Lahan/Karakter	Koefisien Aliran, C	Deskripsi Lahan/Karakter	Koefisien Aliran, C
Rerumputan		Indusri	
Tanah pasir, datar, 2%	0,50 – 0,10	Daerah ringan	0,50 – 0,80
Tanah pasir, sedang, 2-7%	0,50 – 0,70	Daerah berat	0,60 – 0,90
Tanah pasir, curam, 7%	0,15 – 0,20	Perkerasan	
Tanah gemuk, datar, 2%	0,13 – 0,17	Aspal	0,70 – 0,95
Tanah gemuk, sedang, 2-7%	0,18 – 0,22	Beton	0,80 – 0,95
Tanah gemuk, curam, 7%	0,25 – 0,35	Batu	0,70 – 0,95
Perdagangan		Atap	0,75 – 0,95
Daerah kota lama	0,75 – 0,95	Fasilitas umum	
Daerah pinggiran	0,50 – 0,70	Taman, kuburan	0,10 – 0,25
Perumahan		Tempat bermain	0,20 – 0,35
Rumah tinggal	0,30 – 0,50	Halaman kereta api	0,10 – 0,35
Multi unit, terpisah	0,40 – 0,60	Daerah tidak dikerjakan	0,10 – 0,30
Multi unit, tertutup	0,60 – 0,75		
Suburban	0,25 - 0,40		
Apartement	0,50 – 0,70		

Sumber: Triatmodjo, 2008

Lampiran 15

Koefisien Manning

No	Tipe saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk
SALURAN BUATAN					
1	Saluran tanah, lurus, teratur	0,0017	0,020	0,023	0,025
2	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator	0,023	0,028	0,030	0,040
3	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,020	0,030	0,033	0,035
4	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0,035	0,040	0,045	0,045
5	Saluran batuan yang diledakkan, ada tumbuh-tumbuhan	0,025	0,030	0,035	0,040
6	Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,030	0,033	0,035
7	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,025	0,028	0,030
SALURAN ALAM					
8	Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0,025	0,028	0,030	0,033
9	Seperti no 8, tetapi ada timbunan atau krikil	0,030	0,033	0,035	0,040

10	Melengkung, bersih, berlubang, dan berdinding 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
SALURAN BUATAN, BETON ATAU BATU KALI					
16	Saluran pasangan 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	0,015	0,018

Sumber: Dinas Pekerjaan Umum, 1994

Lampiran 16

Data Curah Hujan Bulanan yang Harus Dilengkapi

Juli 2008			Agustus 2011			Agustus 2012			
	Halim PK	Cawang	FT UI	Halim PK	Cawang	FT UI	Halim PK	Cawang	FT UI
N	176.93	48.63	62.54	105.83	26.15	65.41	162.85	45.25	70.05
P	-	0.00	15.20	-	0.00	20.50	-	0.00	5.20
P	14.33			11.06			4.03		
September 2012			Oktober 2014			Juli 2015			
	Halim PK	Cawang	FT UI	Halim PK	Cawang	FT UI	Halim PK	Cawang	FT UI
N	162.85	45.25	70.05	14.68	64.83	95.13	155.89	46.01	33.06
P	-	2.5	32.5	-	19.00	67.80	-	0	0
P'	28.18			4.92			0		
Agustus 20115			September 2015			Oktober 2015			
	Halim PK	Cawang	FT UI	Halim PK	Cawang	FT UI	Halim PK	Cawang	FT UI
N	155.89	46.01	33.06	155.89	46.01	33.06	155.89	46.01	33.06
P	2.7	23.5	-	-	0.0	0.0	-	2.4	0.0
P'	5.82			0			2.71		
November 2015			Desember 2015			November 2016			
	Halim PK	Cawang	FT UI	Halim PK	Cawang	FT UI	Halim PK	Cawang	FT UI
N	155.89	46.01	33.06	218.56	74.08	79.36	218.56	74.08	79.36

p	126.6	42.0	-	299.8	85.2	-	-	83.0	45.5
p'	19.01			41.60			123.39		

Desember 2016

	Halim PK	Cawang	FT UI
N	218.56	74.08	79.36
p	-	56.00	98.00
p'	145.04		

Lampiran 17

PERHITUNGAN DEBIT BANJIR RENCANA PERIODE ULANG 5 TAHUN**METODE HSS NAKAYASU***P Rencana = 327.88 mm*

t (jam)	Q (m ³ /s)	Curah hujan rancangan (mm)					Total debit (Qt=m ³ /s)	Hid. Sat. 5 jam (Qt=m ³ /s)
		1	2	3	4	5		
		191.79	49.80	34.92	27.80	23.47		
0	0.000	0.00	-	-	-	-	0.000	0.000
1	0.149	28.673	0.000	-	-	-	28.673	5.735
2	0.789	151.335	7.444	0.000	-	-	158.780	31.756
3	2.088	400.460	39.291	5.221	0.000	-	444.973	88.995
3.4472	2.914	558.969	103.972	27.557	4.156	0.000	694.654	138.931
4	2.497	478.970	145.125	72.920	21.935	3.509	722.460	144.492
5	1.889	362.212	124.355	101.784	58.045	18.522	664.918	132.984
6	1.428	273.916	94.041	87.216	81.020	49.013	585.206	117.041
7	1.080	207.143	71.117	65.956	69.425	68.413	482.053	96.411
7.7562	0.874	167.691	53.781	49.878	52.501	58.622	382.472	76.494
8	0.836	160.246	43.538	37.719	39.703	44.331	325.537	65.107
9	0.694	133.012	41.605	30.535	30.025	33.525	268.701	53.740
10	0.576	110.406	34.534	29.179	24.306	25.353	223.778	44.756
11	0.478	91.642	28.665	24.220	23.227	20.524	188.278	37.656
12	0.397	76.067	23.793	20.104	19.280	19.613	158.857	31.771
13	0.329	63.139	19.749	16.687	16.003	16.279	131.858	26.372
14	0.273	52.409	16.393	13.851	13.283	13.513	109.449	21.890
14.22	0.262	50.307	13.607	11.497	11.026	11.216	97.653	19.531
15	0.227	43.502	13.061	9.543	9.152	9.310	84.568	16.914
16	0.188	36.108	11.294	9.161	7.596	7.728	71.888	14.378
17	0.156	29.972	9.375	7.921	7.292	6.414	60.974	12.195

t (jam)	Q (m ³ /s)	Curah hujan rancangan (mm)					Total debit (Qt=m ³ /s)	Hid. Sat. 5 jam (Qt=m ³ /s)
		1	2	3	4	5		
		191.79	49.80	34.92	27.80	23.47		
18	0.130	24.878	7.782	6.575	6.305	6.157	51.697	10.339
19	0.108	20.650	6.459	5.458	5.234	5.324	43.125	8.625
20	0.089	17.140	5.361	4.530	4.344	4.419	35.795	7.159
21	0.074	14.227	4.450	3.760	3.606	3.668	29.712	5.942
22	0.062	11.809	3.694	3.121	2.993	3.045	24.662	4.932
23	0.051	9.802	3.066	2.591	2.484	2.527	20.471	4.094
24	0.042	8.136	2.545	2.150	2.062	2.098	16.992	3.398
25	0.035	6.754	2.112	1.785	1.712	1.741	14.104	2.821
26	0.029	5.606	1.753	1.482	1.421	1.445	11.707	2.341
27	0.024	4.653	1.455	1.230	1.179	1.200	9.717	1.943
28	0.020	3.862	1.208	1.021	0.979	0.996	8.066	1.613
29	0.017	3.206	1.003	0.847	0.813	0.827	6.695	1.339
30	0.014	2.661	0.832	0.703	0.674	0.686	5.557	1.111
31	0.012	2.209	0.691	0.584	0.560	0.569	4.613	0.923
32	0.010	1.833	0.573	0.485	0.465	0.473	3.829	0.766
33	0.008	1.522	0.476	0.402	0.386	0.392	3.178	0.636
34	0.007	1.263	0.395	0.334	0.320	0.326	2.638	0.528
35	0.005	1.048	0.328	0.277	0.266	0.270	2.190	0.438
36	0.005	0.870	0.272	0.230	0.221	0.224	1.817	0.363
37	0.004	0.722	0.226	0.191	0.183	0.186	1.509	0.302
38	0.003	0.600	0.188	0.158	0.152	0.155	1.252	0.250
39	0.003	0.498	0.156	0.132	0.126	0.128	1.039	0.208
40	0.002	0.413	0.129	0.109	0.105	0.107	0.863	0.173
41	0.002	0.343	0.107	0.091	0.087	0.088	0.716	0.143

t (jam)	Q (m ³ /s)	Curah hujan rancangan (mm)					Total debit (Qt=m ³ /s)	Hid. Sat. 5 jam (Qt=m ³ /s)
		1	2	3	4	5		
		191.79	49.80	34.92	27.80	23.47		
42	0.001	0.285	0.089	0.075	0.072	0.073	0.594	0.119
43	0.001	0.236	0.074	0.062	0.060	0.061	0.493	0.099
44	0.001	0.196	0.061	0.052	0.050	0.051	0.410	0.082
45	0.001	0.163	0.051	0.043	0.041	0.042	0.340	0.068
46	0.001	0.135	0.042	0.036	0.034	0.035	0.282	0.056
47	0.001	0.112	0.035	0.030	0.028	0.029	0.234	0.047
48	0.000	0.093	0.029	0.025	0.024	0.024	0.194	0.039
		0.000	0.024	0.020	0.020	0.020	0.084	0.017
			0.000	0.017	0.016	0.017	0.050	0.010
				0.000	0.013	0.014	0.027	0.005
					0.000	0.011	0.011	0.002
							0.000	0.000
							Maks	144.492

Lampiran 18

PERHITUNGAN DEBIT BANJIR RENCANA PERIODE ULANG 10 TAHUN**METODE HSS NAKAYASU***P Rencana = 383.852 mm*

t (jam)	Q (m ³ /s)	Curah hujan rancangan (mm)					Total debit (Qt=m ³ /s)	Hid. Sat. 5 jam (Qt=m ³ /s)
		1	2	3	4	5		
		224.60	58.31	40.90	32.55	27.49		
0	0.000	0.00					0.000	0.000
1	0.149	33.577	0.000				33.577	6.715
2	0.789	177.219	8.718	0.000			185.937	37.187
3	2.088	468.954	46.011	6.114	0.000		521.079	104.216
3.4472	2.914	654.574	121.754	32.270	4.867	0.000	813.465	162.693
4	2.497	560.891	169.947	85.393	25.687	4.110	846.028	169.206
5	1.889	424.163	145.624	119.192	67.973	21.690	778.643	155.729
6	1.428	320.765	110.126	102.134	94.878	57.396	685.298	137.060
7	1.080	242.573	83.280	77.237	81.299	80.114	564.502	112.900
7.7562	0.874	196.372	62.979	58.409	61.481	68.648	447.889	89.578
8	0.836	187.654	50.984	44.170	46.494	51.914	381.216	76.243
9	0.694	155.761	48.721	35.758	35.160	39.259	314.659	62.932
10	0.576	129.289	40.440	34.170	28.463	29.689	262.052	52.410
11	0.478	107.316	33.567	28.363	27.200	24.034	220.480	44.096
12	0.397	89.078	27.863	23.543	22.577	22.967	186.027	37.205
13	0.329	73.939	23.127	19.541	18.740	19.064	154.411	30.882
14	0.273	61.373	19.197	16.220	15.555	15.824	128.169	25.634
14.2197	0.262	58.912	15.934	13.464	12.911	13.135	114.355	22.871
15	0.227	50.942	15.295	11.175	10.717	10.902	99.032	19.806
16	0.188	42.284	13.226	10.727	8.896	9.049	84.183	16.837
17	0.156	35.098	10.978	9.276	8.539	7.511	71.403	14.281

t (jam)	Q (m ³ /s)	Curah hujan rancangan (mm)					Total debit (Qt=m ³ /s)	Hid. Sat. 5 jam (Qt=m ³ /s)
		1	2	3	4	5		
		224.60	58.31	40.90	32.55	27.49		
18	0.130	29.133	9.113	7.700	7.384	7.210	60.539	12.108
19	0.108	24.182	7.564	6.391	6.129	6.235	50.500	10.100
20	0.089	20.072	6.278	5.305	5.087	5.175	41.918	8.384
21	0.074	16.661	5.211	4.403	4.223	4.296	34.794	6.959
22	0.062	13.829	4.326	3.655	3.505	3.566	28.880	5.776
23	0.051	11.479	3.590	3.034	2.909	2.960	23.972	4.794
24	0.042	9.528	2.980	2.518	2.415	2.457	19.898	3.980
25	0.035	7.909	2.474	2.090	2.004	2.039	16.516	3.303
26	0.029	6.565	2.053	1.735	1.664	1.693	13.709	2.742
27	0.024	5.449	1.704	1.440	1.381	1.405	11.379	2.276
28	0.020	4.523	1.415	1.195	1.146	1.166	9.445	1.889
29	0.017	3.754	1.174	0.992	0.952	0.968	7.840	1.568
30	0.014	3.116	0.975	0.824	0.790	0.803	6.508	1.302
31	0.012	2.587	0.809	0.684	0.656	0.667	5.402	1.080
32	0.010	2.147	0.672	0.567	0.544	0.554	4.484	0.897
33	0.008	1.782	0.557	0.471	0.452	0.459	3.722	0.744
34	0.007	1.479	0.463	0.391	0.375	0.381	3.089	0.618
35	0.005	1.228	0.384	0.325	0.311	0.317	2.564	0.513
36	0.005	1.019	0.319	0.269	0.258	0.263	2.128	0.426
37	0.004	0.846	0.265	0.224	0.214	0.218	1.767	0.353
38	0.003	0.702	0.220	0.186	0.178	0.181	1.466	0.293
39	0.003	0.583	0.182	0.154	0.148	0.150	1.217	0.243
40	0.002	0.484	0.151	0.128	0.123	0.125	1.010	0.202
41	0.002	0.402	0.126	0.106	0.102	0.104	0.839	0.168

t (jam)	Q (m ³ /s)	Curah hujan rancangan (mm)					Total debit (Qt=m ³ /s)	Hid. Sat. 5 jam (Qt=m ³ /s)
		1	2	3	4	5		
		224.60	58.31	40.90	32.55	27.49		
42	0.001	0.333	0.104	0.088	0.084	0.086	0.696	0.139
43	0.001	0.277	0.087	0.073	0.070	0.071	0.578	0.116
44	0.001	0.230	0.072	0.061	0.058	0.059	0.480	0.096
45	0.001	0.191	0.060	0.050	0.048	0.049	0.398	0.080
46	0.001	0.158	0.049	0.042	0.040	0.041	0.330	0.066
47	0.001	0.131	0.041	0.035	0.033	0.034	0.274	0.055
48	0.000	0.109	0.034	0.029	0.028	0.028	0.228	0.046
		0.000	0.028	0.024	0.023	0.023	0.098	0.020
			0.000	0.020	0.019	0.019	0.058	0.012
				0.000	0.016	0.016	0.032	0.006
					0.000	0.013	0.013	0.003
						0.000	0.000	0.000
							Maks	169.206

Lampiran 19

PERHITUNGAN DEBIT BANJIR RENCANA PERIODE ULANG 20 TAHUN**METODE HSS NAKAYASU***P Rencana = 434.387 mm*

t (jam)	Q (m ³ /s)	Curah hujan rancangan (mm)					Total debit (Qt=m ³ /s)	Hid. Sat. 5 jam (Qt=m ³ /s)
		1	2	3	4	5		
		254.17	65.99	46.28	36.84	31.11		
0	0.000	0.00					0.000	0.000
1	0.149	37.997	0.000				37.997	7.599
2	0.789	200.551	9.865	0.000			210.416	42.083
3	2.088	530.694	52.069	6.919	0.000		589.682	117.936
3.4472	2.914	740.751	137.784	36.519	5.508	0.000	920.561	184.112
4	2.497	634.735	192.321	96.635	29.069	4.651	957.411	191.482
5	1.889	480.006	164.796	134.885	76.922	24.546	881.154	176.231
6	1.428	362.995	124.624	115.580	107.369	64.952	775.520	155.104
7	1.080	274.508	94.244	87.405	92.002	90.661	638.821	127.764
7.7562	0.874	222.225	71.271	66.098	69.575	77.686	506.855	101.371
8	0.836	212.359	57.696	49.986	52.615	58.748	431.404	86.281
9	0.694	176.268	55.135	40.465	39.789	44.427	356.085	71.217
10	0.576	146.311	45.764	38.669	32.211	33.597	296.552	59.310
11	0.478	121.445	37.987	32.097	30.781	27.198	249.508	49.902
12	0.397	100.805	31.531	26.642	25.549	25.991	210.518	42.104
13	0.329	83.673	26.172	22.114	21.207	21.574	174.740	34.948
14	0.273	69.453	21.724	18.356	17.603	17.907	145.042	29.008
14.22	0.262	66.668	18.032	15.236	14.611	14.864	129.411	25.882
15	0.227	57.649	17.309	12.647	12.128	12.338	112.070	22.414
16	0.188	47.851	14.967	12.140	10.067	10.241	95.266	19.053
17	0.156	39.719	12.424	10.497	9.663	8.500	80.803	16.161

t (jam)	Q (m ³ /s)	Curah hujan rancangan (mm)					Total debit (Qt=m ³ /s)	Hid. Sat. 5 jam (Qt=m ³ /s)
		1	2	3	4	5		
		254.17	65.99	46.28	36.84	31.11		
18	0.130	32.969	10.312	8.713	8.356	8.160	68.510	13.702
19	0.108	27.365	8.560	7.232	6.936	7.056	57.149	11.430
20	0.089	22.715	7.105	6.003	5.757	5.857	47.436	9.487
21	0.074	18.854	5.897	4.983	4.779	4.861	39.374	7.875
22	0.062	15.650	4.895	4.136	3.967	4.035	32.683	6.537
23	0.051	12.990	4.063	3.433	3.292	3.349	27.128	5.426
24	0.042	10.782	3.373	2.850	2.733	2.780	22.518	4.504
25	0.035	8.950	2.799	2.365	2.268	2.308	18.691	3.738
26	0.029	7.429	2.324	1.963	1.883	1.915	15.514	3.103
27	0.024	6.166	1.929	1.630	1.563	1.590	12.878	2.576
28	0.020	5.118	1.601	1.353	1.297	1.320	10.689	2.138
29	0.017	4.248	1.329	1.123	1.077	1.095	8.872	1.774
30	0.014	3.526	1.103	0.932	0.894	0.909	7.364	1.473
31	0.012	2.927	0.916	0.774	0.742	0.755	6.113	1.223
32	0.010	2.430	0.760	0.642	0.616	0.626	5.074	1.015
33	0.008	2.017	0.631	0.533	0.511	0.520	4.212	0.842
34	0.007	1.674	0.524	0.442	0.424	0.432	3.496	0.699
35	0.005	1.389	0.435	0.367	0.352	0.358	2.902	0.580
36	0.005	1.153	0.361	0.305	0.292	0.297	2.409	0.482
37	0.004	0.957	0.299	0.253	0.243	0.247	1.999	0.400
38	0.003	0.795	0.249	0.210	0.201	0.205	1.659	0.332
39	0.003	0.660	0.206	0.174	0.167	0.170	1.377	0.275
40	0.002	0.547	0.171	0.145	0.139	0.141	1.143	0.229
41	0.002	0.454	0.142	0.120	0.115	0.117	0.949	0.190

t (jam)	Q (m ³ /s)	Curah hujan rancangan (mm)					Total debit (Qt=m ³ /s)	Hid. Sat. 5 jam (Qt=m ³ /s)
		1	2	3	4	5		
		254.17	65.99	46.28	36.84	31.11		
42	0.001	0.377	0.118	0.100	0.096	0.097	0.788	0.158
43	0.001	0.313	0.098	0.083	0.079	0.081	0.654	0.131
44	0.001	0.260	0.081	0.069	0.066	0.067	0.543	0.109
45	0.001	0.216	0.067	0.057	0.055	0.056	0.450	0.090
46	0.001	0.179	0.056	0.047	0.045	0.046	0.374	0.075
47	0.001	0.149	0.046	0.039	0.038	0.038	0.310	0.062
48	0.000	0.123	0.039	0.033	0.031	0.032	0.258	0.052
		0.000	0.032	0.027	0.026	0.026	0.111	0.022
			0.000	0.022	0.022	0.022	0.066	0.013
				0.000	0.018	0.018	0.036	0.007
					0.000	0.015	0.015	0.003
						0.000	0.000	0.000
							Maks	191.482

Lampiran 20

PERHITUNGAN DEBIT BANJIR RENCANA PERIODE ULANG 25 TAHUN**METODE HSS NAKAYASU***P Rencana = 462.098 mm*

t (jam)	Q (m ³ /s)	Curah hujan rancangan (mm)					Total debit (Qt=m ³ /s)	Hid. Sat. 5 jam (Qt=m ³ /s)
		1	2	3	4	5		
		270.38	70.20	49.23	39.19	33.09		
0	0.000	0.00					0.000	0.000
1	0.149	40.421	0.000				40.421	8.084
2	0.789	213.345	10.495	0.000			223.839	44.768
3	2.088	564.548	55.391	7.360	0.000		627.299	125.460
3.4472	2.914	788.005	146.574	38.848	5.859	0.000	979.286	195.857
4	2.497	675.226	204.590	102.799	30.923	4.947	1018.486	203.697
5	1.889	510.627	175.309	143.489	81.829	26.111	937.365	187.473
6	1.428	386.152	132.574	122.953	114.218	69.096	824.993	164.999
7	1.080	292.020	100.257	92.981	97.871	96.445	679.573	135.915
7.7562	0.874	236.402	75.817	70.315	74.013	82.642	539.189	107.838
8	0.836	225.906	61.377	53.174	55.971	62.496	458.925	91.785
9	0.694	187.513	58.652	43.047	42.327	47.262	378.800	75.760
10	0.576	155.644	48.684	41.136	34.266	35.741	315.470	63.094
11	0.478	129.192	40.410	34.144	32.744	28.933	265.424	53.085
12	0.397	107.236	33.542	28.342	27.179	27.649	223.947	44.789
13	0.329	89.011	27.842	23.525	22.560	22.950	185.887	37.177
14	0.273	73.883	23.110	19.527	18.726	19.049	154.295	30.859
14.2197	0.262	70.920	19.182	16.208	15.543	15.812	137.666	27.533
15	0.227	61.326	18.413	13.453	12.902	13.125	119.219	23.844
16	0.188	50.904	15.922	12.914	10.709	10.894	101.343	20.269
17	0.156	42.253	13.216	11.167	10.280	9.043	85.958	17.192

t (jam)	Q (m ³ /s)	Curah hujan rancangan (mm)					Total debit (Qt=m ³ /s)	Hid. Sat. 5 jam (Qt=m ³ /s)
		1	2	3	4	5		
		270.38	70.20	49.23	39.19	33.09		
18	0.130	35.072	10.970	9.269	8.889	8.680	72.880	14.576
19	0.108	29.111	9.106	7.694	7.378	7.506	60.795	12.159
20	0.089	24.164	7.558	6.386	6.124	6.230	50.463	10.093
21	0.074	20.057	6.274	5.301	5.084	5.171	41.886	8.377
22	0.062	16.648	5.207	4.400	4.220	4.292	34.768	6.954
23	0.051	13.819	4.322	3.652	3.502	3.563	28.859	5.772
24	0.042	11.470	3.588	3.031	2.907	2.957	23.954	4.791
25	0.035	9.521	2.978	2.516	2.413	2.455	19.883	3.977
26	0.029	7.903	2.472	2.089	2.003	2.038	16.504	3.301
27	0.024	6.560	2.052	1.734	1.663	1.691	13.699	2.740
28	0.020	5.445	1.703	1.439	1.380	1.404	11.371	2.274
29	0.017	4.519	1.414	1.194	1.145	1.165	9.438	1.888
30	0.014	3.751	1.173	0.991	0.951	0.967	7.834	1.567
31	0.012	3.114	0.974	0.823	0.789	0.803	6.503	1.301
32	0.010	2.585	0.808	0.683	0.655	0.666	5.398	1.080
33	0.008	2.145	0.671	0.567	0.544	0.553	4.480	0.896
34	0.007	1.781	0.557	0.471	0.451	0.459	3.719	0.744
35	0.005	1.478	0.462	0.391	0.375	0.381	3.087	0.617
36	0.005	1.227	0.384	0.324	0.311	0.316	2.562	0.512
37	0.004	1.018	0.319	0.269	0.258	0.263	2.127	0.425
38	0.003	0.845	0.264	0.223	0.214	0.218	1.765	0.353
39	0.003	0.702	0.219	0.185	0.178	0.181	1.465	0.293
40	0.002	0.582	0.182	0.154	0.148	0.150	1.216	0.243
41	0.002	0.483	0.151	0.128	0.123	0.125	1.010	0.202

t (jam)	Q (m ³ /s)	Curah hujan rancangan (mm)					Total debit (Qt=m ³ /s)	Hid. Sat. 5 jam (Qt=m ³ /s)
		1	2	3	4	5		
		270.38	70.20	49.23	39.19	33.09		
42	0.001	0.401	0.126	0.106	0.102	0.103	0.838	0.168
43	0.001	0.333	0.104	0.088	0.084	0.086	0.696	0.139
44	0.001	0.276	0.086	0.073	0.070	0.071	0.577	0.115
45	0.001	0.229	0.072	0.061	0.058	0.059	0.479	0.096
46	0.001	0.190	0.060	0.050	0.048	0.049	0.398	0.080
47	0.001	0.158	0.049	0.042	0.040	0.041	0.330	0.066
48	0.000	0.131	0.041	0.035	0.033	0.034	0.274	0.055
		0.000	0.034	0.029	0.028	0.028	0.119	0.024
			0.000	0.024	0.023	0.023	0.070	0.014
				0.000	0.019	0.019	0.038	0.008
					0.000	0.016	0.016	0.003
						0.000	0.000	0.000
							Maks	203.697

Lampiran 21

PERHITUNGAN DEBIT BANJIR RENCANA PERIODE ULANG 50 TAHUN**METODE HSS NAKAYASU***P Rencana = 524.950 mm*

t (jam)	Q (m ³ /s)	Curah hujan rancangan (mm)					Total debit (Qt=m ³ /s)	Hid. Sat. 5 jam (Qt=m ³ /s)
		1	2	3	4	5		
		307.16	79.75	55.93	44.52	37.59		
0	0.000	0.00					0.000	0.000
1	0.149	45.919	0.000				45.919	9.184
2	0.789	242.363	11.922	0.000			254.285	50.857
3	2.088	641.335	62.925	8.361	0.000		712.621	142.524
3.4472	2.914	895.186	166.510	44.132	6.656	0.000	1112.483	222.497
4	2.497	767.067	232.417	116.782	35.130	5.620	1157.015	231.403
5	1.889	580.080	199.154	163.006	92.959	29.663	1064.861	212.972
6	1.428	438.674	150.606	139.676	129.754	78.494	937.204	187.441
7	1.080	331.739	113.893	105.628	111.183	109.563	772.005	154.401
7.7562	0.874	268.556	86.129	79.879	84.080	93.882	612.526	122.505
8	0.836	256.633	69.725	60.407	63.584	70.997	521.345	104.269
9	0.694	213.017	66.630	48.902	48.084	53.690	430.322	86.064
10	0.576	176.814	55.306	46.731	38.926	40.602	358.379	71.676
11	0.478	146.764	45.906	38.789	37.198	32.869	301.526	60.305
12	0.397	121.821	38.104	32.196	30.876	31.410	254.408	50.882
13	0.329	101.117	31.628	26.725	25.629	26.071	211.170	42.234
14	0.273	83.932	26.253	22.183	21.273	21.641	175.281	35.056
14.22	0.262	80.567	21.791	18.413	17.658	17.963	156.391	31.278
15	0.227	69.668	20.918	15.283	14.657	14.910	135.435	27.087
16	0.188	57.828	18.088	14.671	12.166	12.376	115.127	23.025
17	0.156	48.000	15.014	12.686	11.678	10.273	97.650	19.530

t (jam)	Q (m ³ /s)	Curah hujan rancangan (mm)					Total debit (Qt=m ³ /s)	Hid. Sat. 5 jam (Qt=m ³ /s)
		1	2	3	4	5		
		307.16	79.75	55.93	44.52	37.59		
18	0.130	39.842	12.462	10.530	10.098	9.861	82.793	16.559
19	0.108	33.071	10.344	8.740	8.382	8.527	69.064	13.813
20	0.089	27.450	8.586	7.255	6.957	7.078	57.326	11.465
21	0.074	22.785	7.127	6.022	5.775	5.875	47.583	9.517
22	0.062	18.913	5.916	4.998	4.793	4.876	39.496	7.899
23	0.051	15.698	4.910	4.149	3.979	4.048	32.784	6.557
24	0.042	13.030	4.076	3.444	3.303	3.360	27.212	5.442
25	0.035	10.816	3.383	2.859	2.741	2.789	22.587	4.517
26	0.029	8.978	2.808	2.373	2.275	2.315	18.749	3.750
27	0.024	7.452	2.331	1.969	1.889	1.921	15.562	3.112
28	0.020	6.185	1.935	1.635	1.568	1.595	12.917	2.583
29	0.017	5.134	1.606	1.357	1.301	1.324	10.722	2.144
30	0.014	4.262	1.333	1.126	1.080	1.099	8.900	1.780
31	0.012	3.537	1.106	0.935	0.897	0.912	7.387	1.477
32	0.010	2.936	0.918	0.776	0.744	0.757	6.132	1.226
33	0.008	2.437	0.762	0.644	0.618	0.628	5.090	1.018
34	0.007	2.023	0.633	0.535	0.513	0.522	4.225	0.845
35	0.005	1.679	0.525	0.444	0.426	0.433	3.507	0.701
36	0.005	1.394	0.436	0.368	0.353	0.359	2.911	0.582
37	0.004	1.157	0.362	0.306	0.293	0.298	2.416	0.483
38	0.003	0.960	0.300	0.254	0.243	0.248	2.005	0.401
39	0.003	0.797	0.249	0.211	0.202	0.206	1.665	0.333
40	0.002	0.662	0.207	0.175	0.168	0.171	1.382	0.276
41	0.002	0.549	0.172	0.145	0.139	0.142	1.147	0.229

t (jam)	Q (m ³ /s)	Curah hujan rancangan (mm)					Total debit (Qt=m ³ /s)	Hid. Sat. 5 jam (Qt=m ³ /s)
		1	2	3	4	5		
		307.16	79.75	55.93	44.52	37.59		
42	0.001	0.456	0.143	0.120	0.116	0.118	0.952	0.190
43	0.001	0.378	0.118	0.100	0.096	0.098	0.790	0.158
44	0.001	0.314	0.098	0.083	0.080	0.081	0.656	0.131
45	0.001	0.261	0.082	0.069	0.066	0.067	0.544	0.109
46	0.001	0.216	0.068	0.057	0.055	0.056	0.452	0.090
47	0.001	0.180	0.056	0.047	0.046	0.046	0.375	0.075
48	0.000	0.149	0.047	0.039	0.038	0.038	0.311	0.062
		0.000	0.039	0.033	0.031	0.032	0.135	0.027
			0.000	0.027	0.026	0.026	0.080	0.016
				0.000	0.022	0.022	0.044	0.009
					0.000	0.018	0.018	0.004
						0.000	0.000	0.000
							Maks	231.403

Lampiran 22

DATA PENAMPANG MELINTANG KALI SUNTER

STR	Jarak	Elevasi	STR	Jarak	Elevasi
82	1.4	13.71	83	1.4	13.72
	10.2	8.71		10.2	8.73
	19	8.71		19	8.73
	20.4	13.71		20.4	13.72
84	1.4	13.74	85	1.4	13.76
	10.2	8.74		10.2	8.76
	19	8.74		19	8.76
	20.4	13.74		20.4	13.76
86	1.4	13.78	87	1.4	13.83
	10.2	8.78		10.2	8.58
	19	8.78		19	8.58
	20.4	13.78		20.4	13.83
88	1.4	13.878	89	1.4	13.63
	10.2	8.878		10.2	8.88
	19	8.878		19	8.88
	20.4	13.878		20.4	13.63
90	1.4	12.9	91	1.4	13.91
	10.2	7.9		10.2	7.91
	19	7.9		19	7.91
	20.4	12.9		20.4	13.91
92	1.4	13.93	93	1.4	13.95
	10.2	8.93		10.2	8.95
	19	8.93		19	8.95
	20.4	13.93		20.4	13.95

STR	Jarak	Elevasi	STR	Jarak	Elevasi
94	1.4	13.98	95	1.4	15.01
	10.2	8.98		10.2	10.01
	19	8.98		19	10.01
	20.4	13.98		20.4	15.01
96	1.4	14.03	97	1.4	14.04
	10.2	9.03		10.2	9.04
	19	9.03		19	9.04
	20.4	14.03		20.4	14.04
98	1.4	14.05	99	1.4	14.06
	10.2	9.05		10.2	9.06
	19	9.05		19	9.04
	20.4	14.05		20.4	14.06
100	1.4	14.09	101	1.4	14.113
	10.2	9.09		10.2	9.11
	19	9.09		19	9.11
	20.4	14.09		20.4	14.113
102	1.4	14.14	103	1.4	14.16
	10.2	9.14		10.2	9.412
	19	9.14		19	9.412
	20.4	14.14		20.4	14.16
104	1.4	14.18	105	1.4	14.2
	10.2	9.432		10.2	9.45
	19	9.432		19	9.45
	20.4	14.18		20.4	14.2

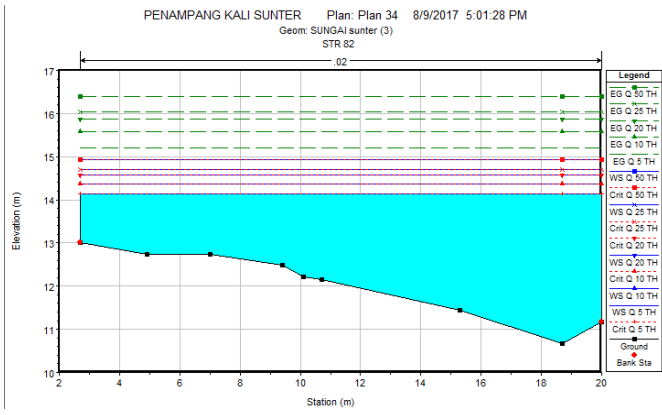
STR	Jarak	Elevasi	STR	Jarak	Elevasi
106	1.4	14.22	107	1.4	14.24
	10.2	9.47		10.2	9.49
	19	9.47		19	9.49
	20.4	14.22		20.4	14.24
108	1.4	14.25	109	1.4	14.27
	10.2	9.5		10.2	9.52
	19	9.5		19	9.52
	20.4	14.25		20.4	14.27
116	1.4	14.47	117	1.4	14.49
	10.2	9.72		10.2	9.74
	19	9.72		19	9.74
	20.4	14.47		20.4	14.49
118	1.4	14.52	119	1.4	14.56
	10.2	9.77		10.2	9.81
	19	9.77		19	9.81
	20.4	14.52		20.4	14.56
120	1.4	14.6	121	1.4	14.63
	10.2	9.85		10.2	9.88
	19	9.85		19	9.88
	20.4	14.6		20.4	14.63
122	1.4	14.67	123	1.4	14.75
	10.2	9.92		10.2	9.95
	19	9.92		19	9.95
	20.4	14.67		20.4	14.75

STR	Jarak	Elevasi
	1.4	14.73
124	10.2	9.98
	19	9.98
	20.4	14.73

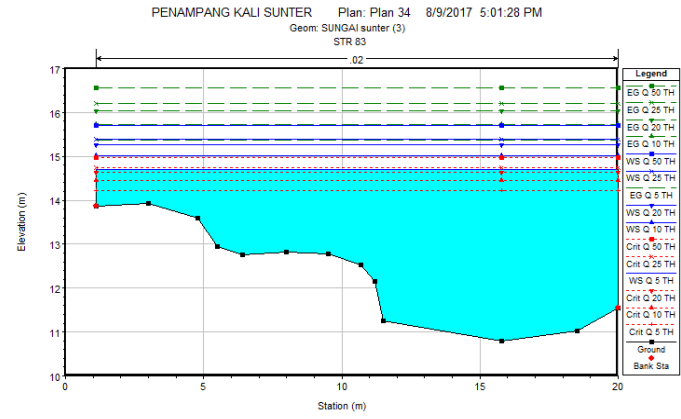
Sumber: Balai Besar Wilayah Sungai Ciliwung Cisadane

Lampiran 23

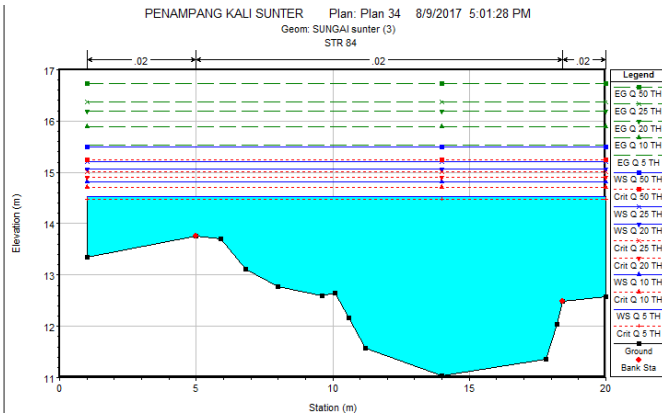
DATA PENAMPANG MELINTANG EXISTING KALI SUNTER



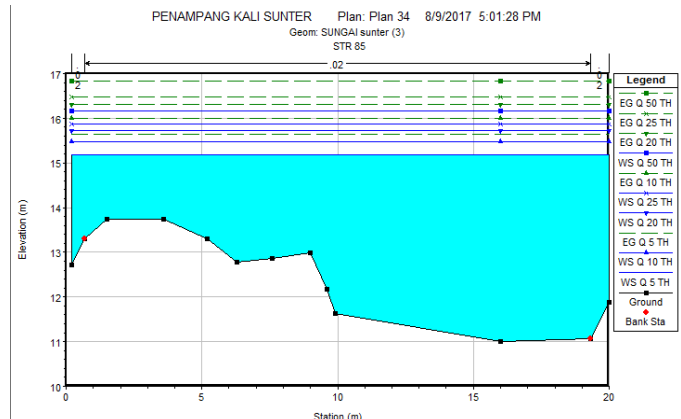
STR 82



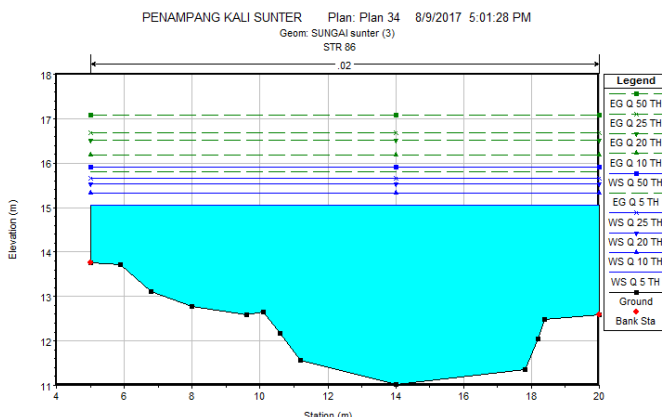
STR 83



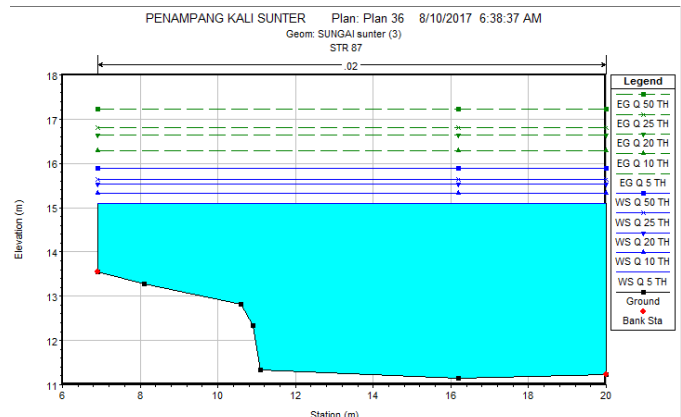
STR 84



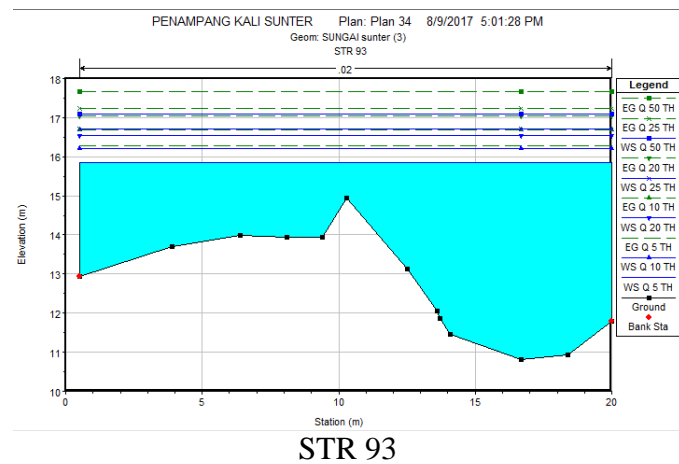
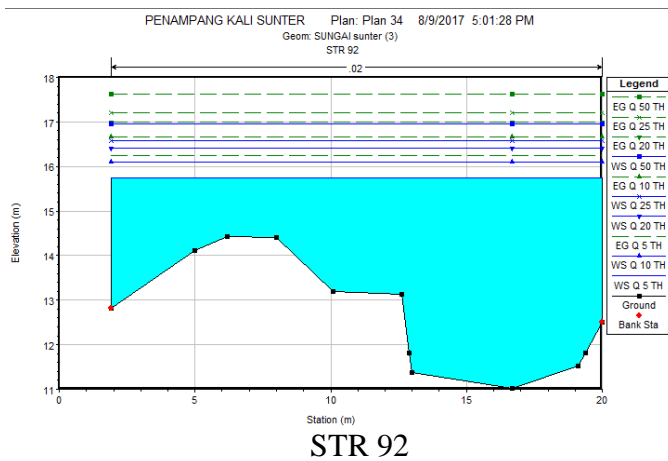
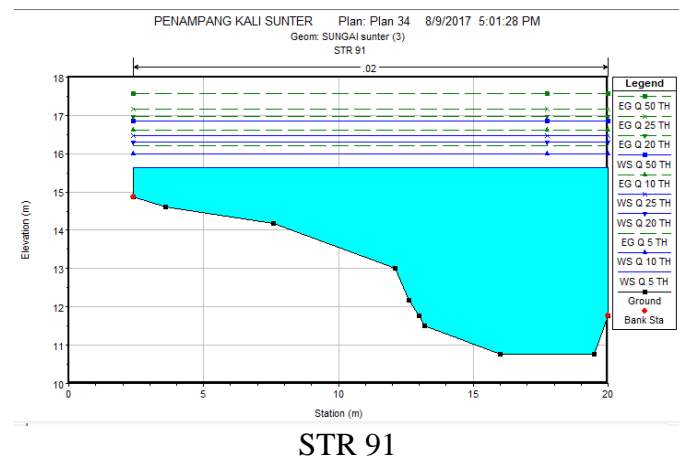
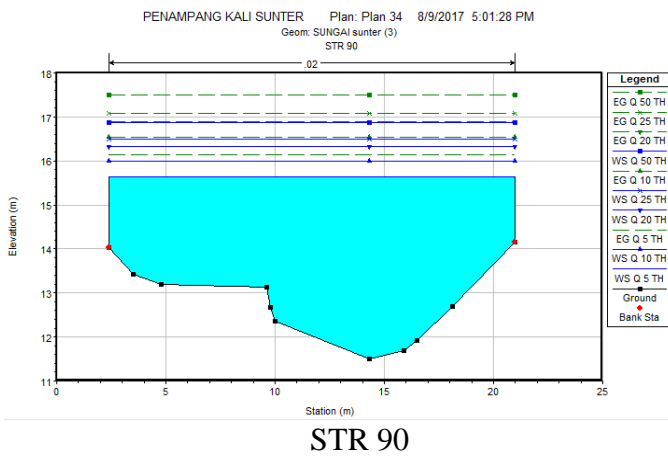
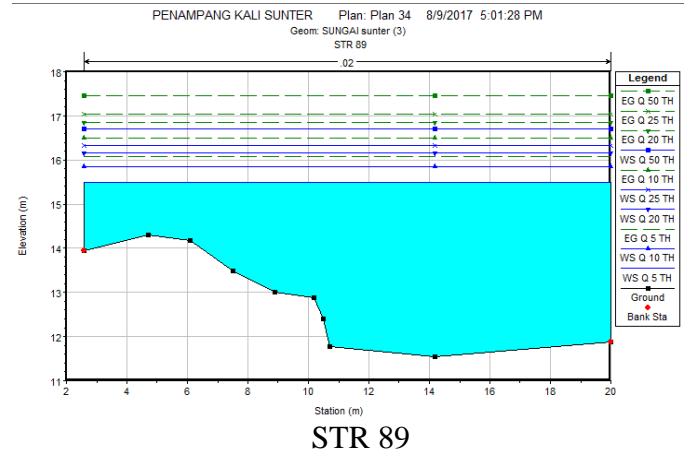
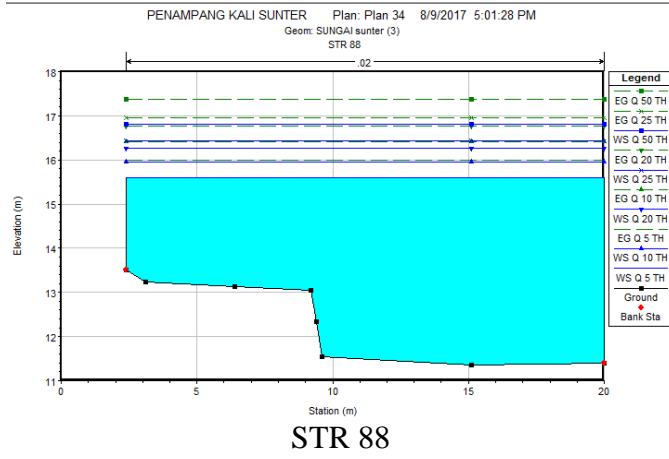
STR 85

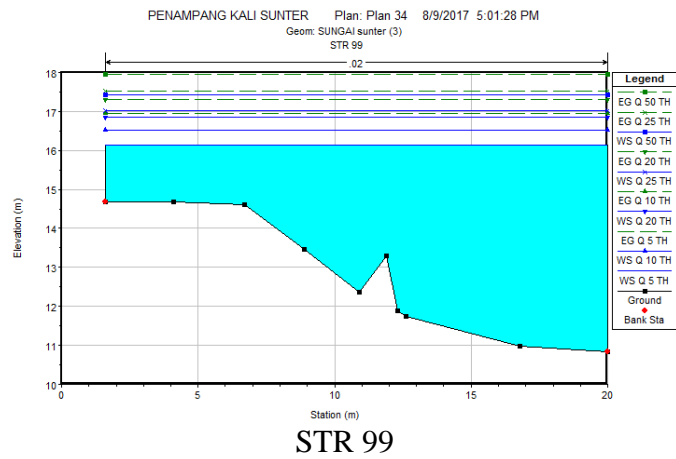
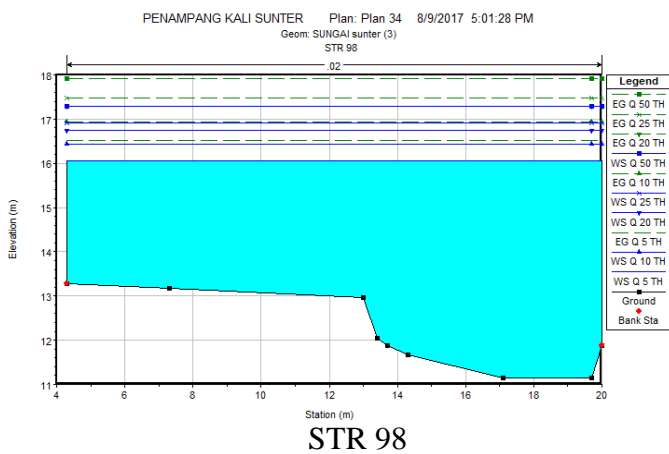
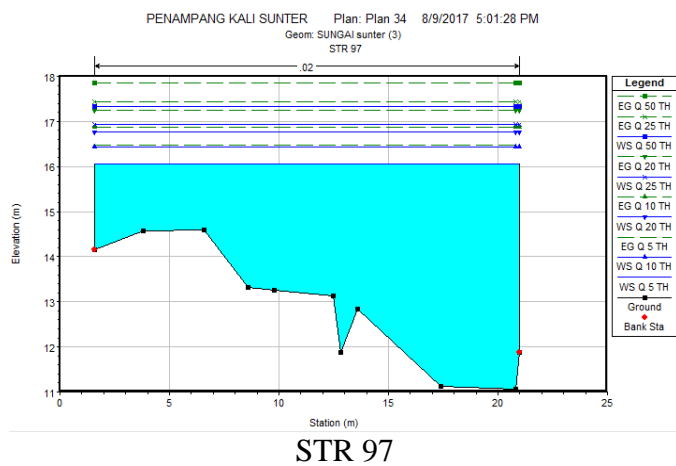
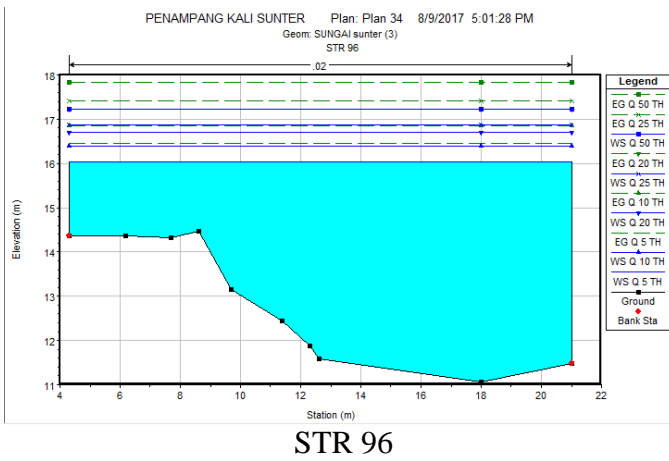
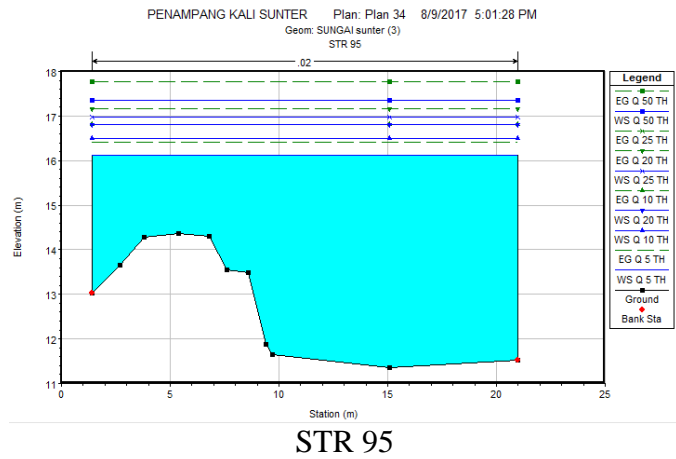
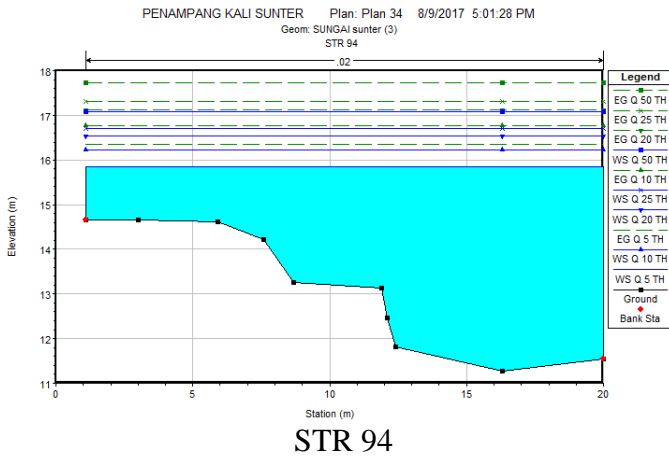


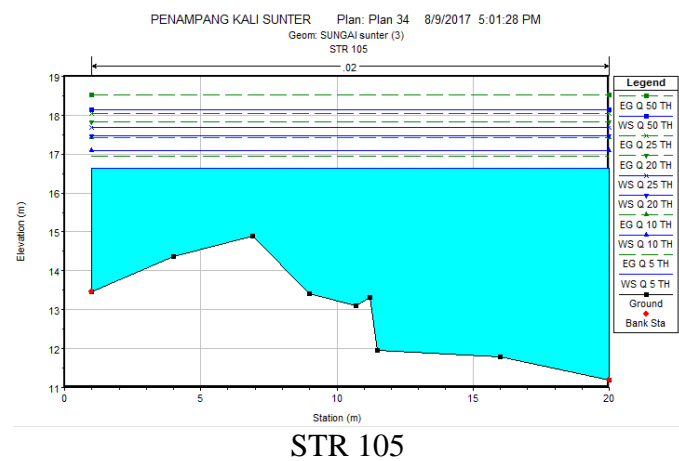
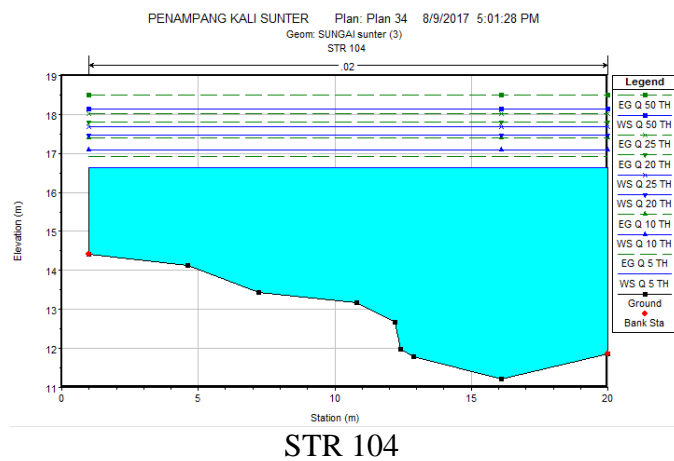
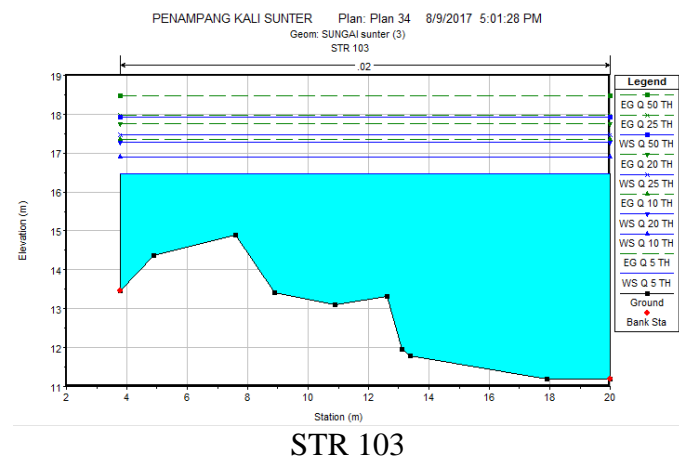
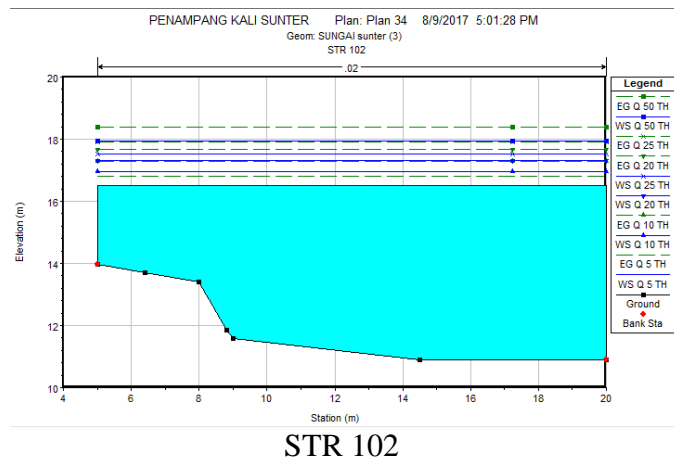
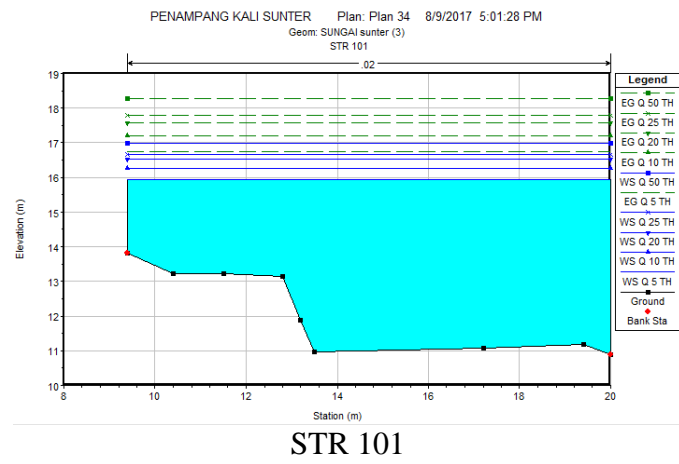
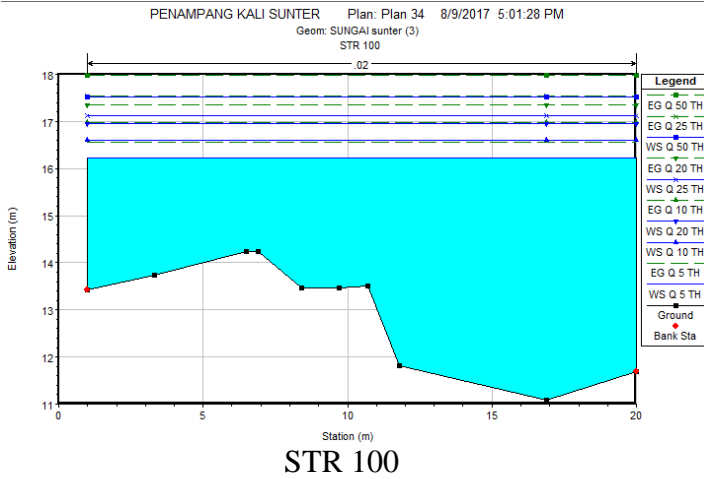
STR 86

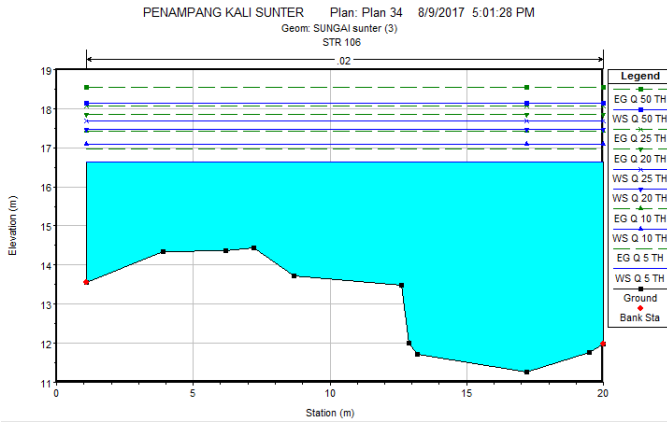


STR 87

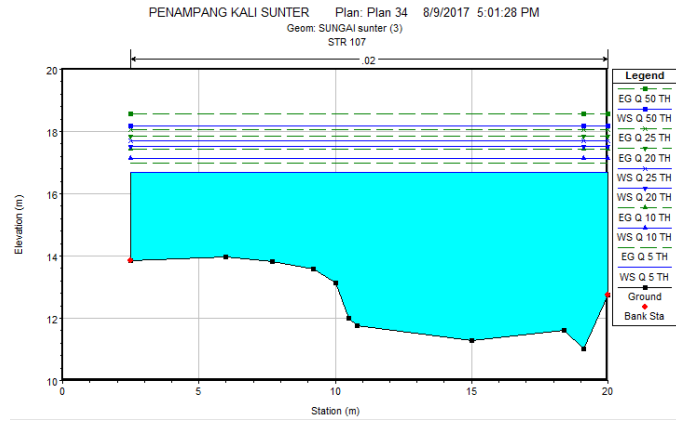




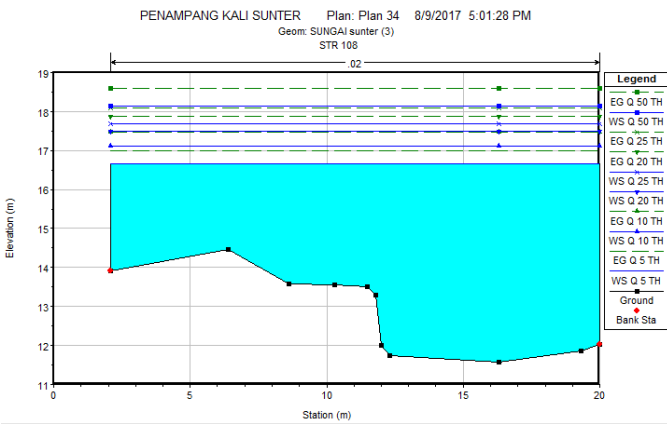




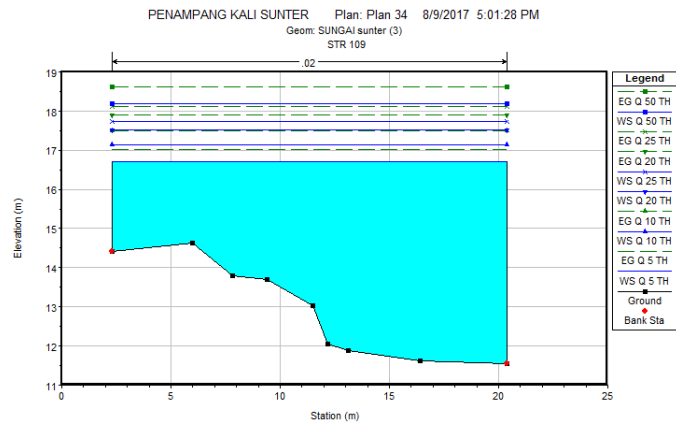
STR 106



STR 107



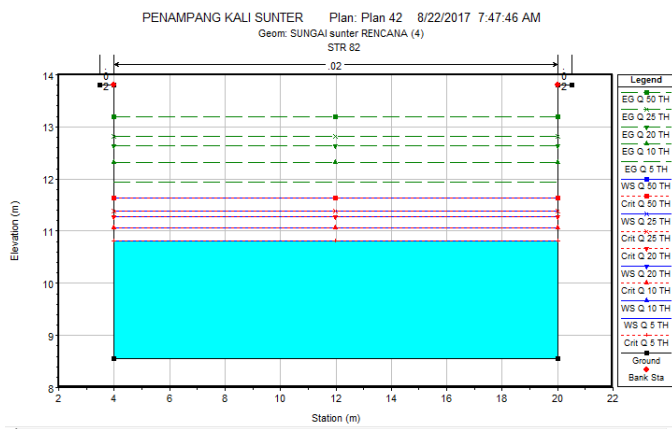
STR 108



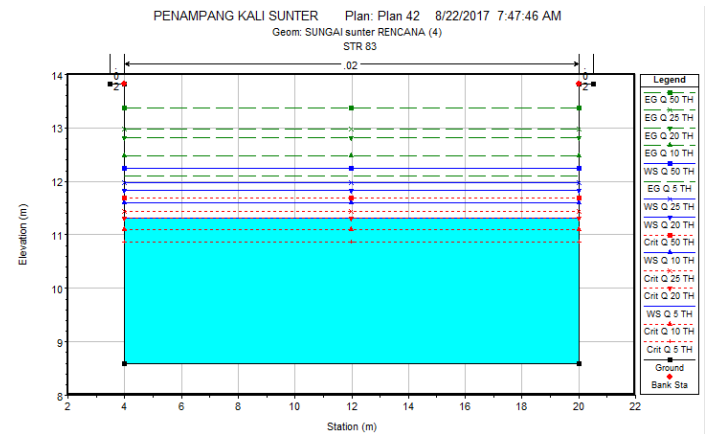
STR 109

Lampiran 24

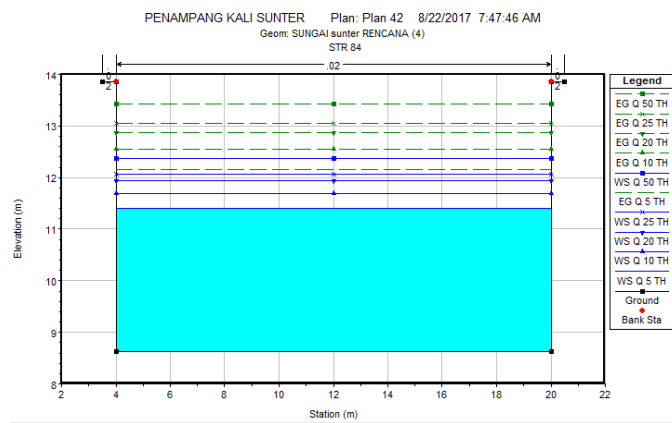
DATA PENAMPANG MELINTANG RENCANA KALI SUNTER



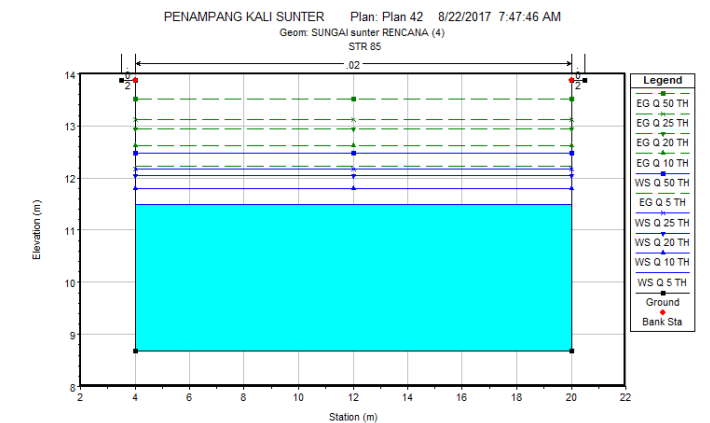
STR 82



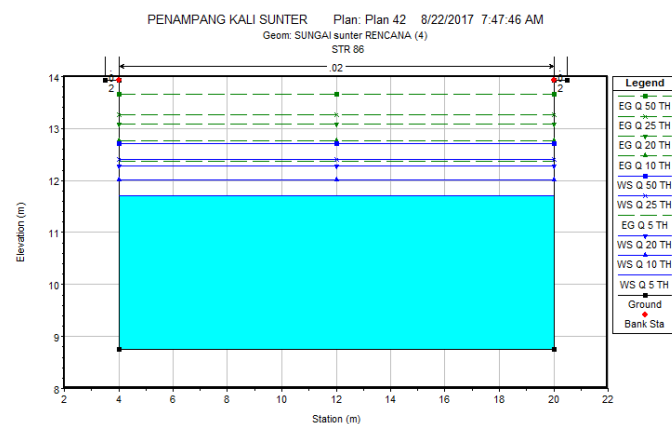
STR 83



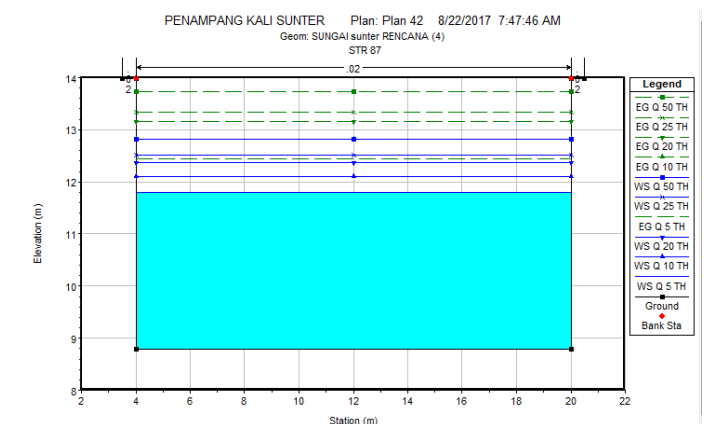
STR 84



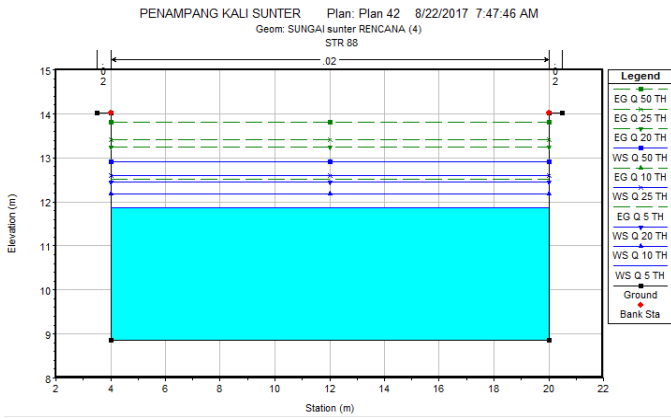
STR 85



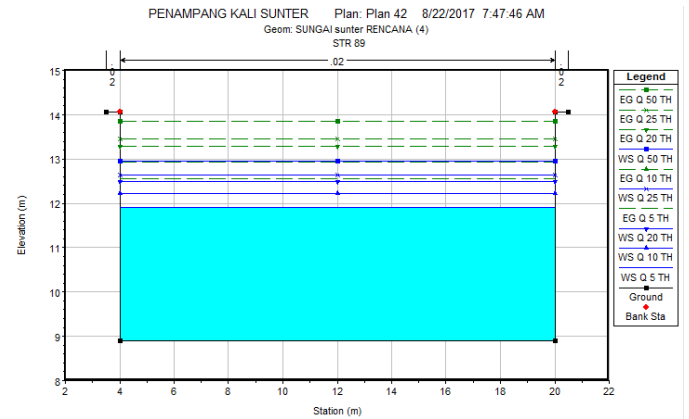
STR 86



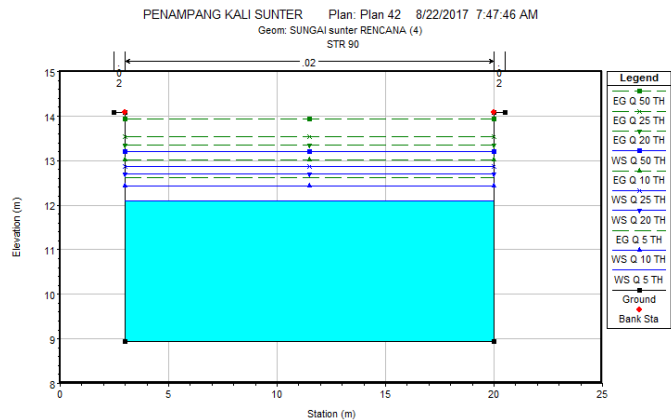
STR 87



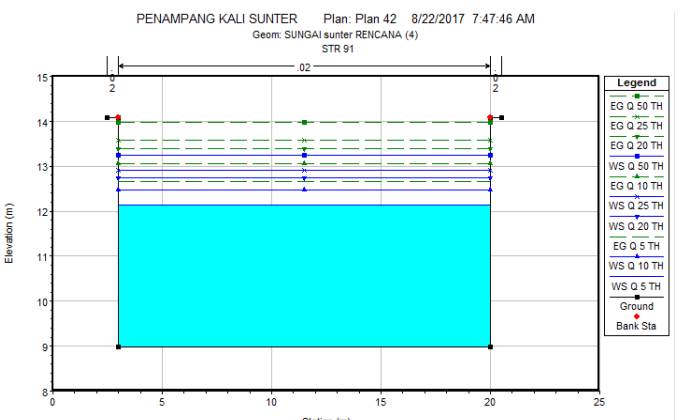
STR 88



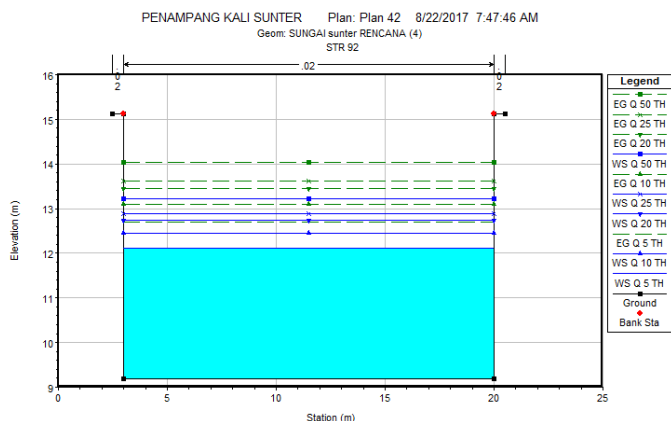
STR 89



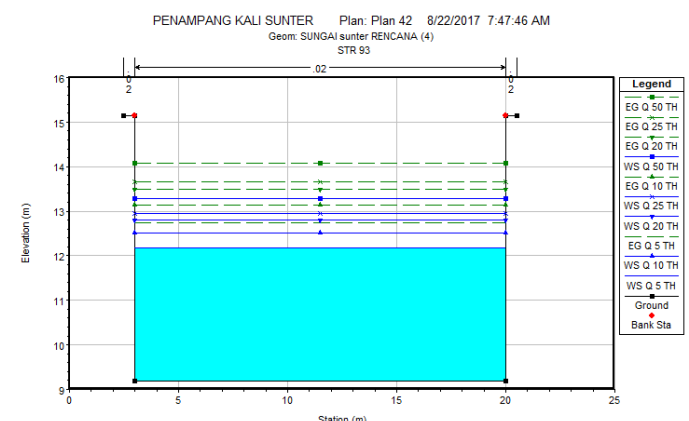
STR 90



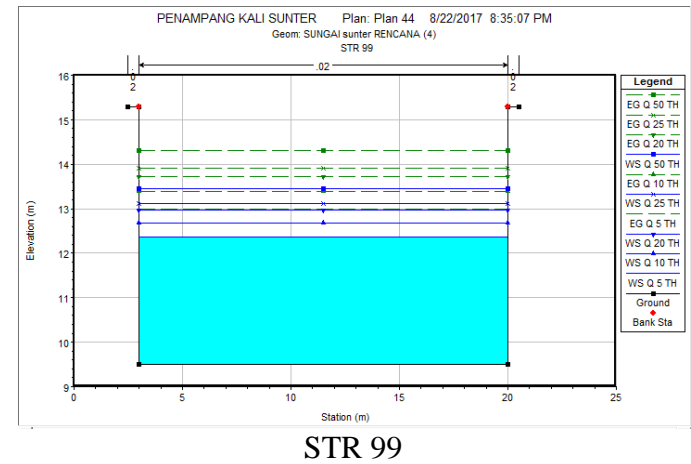
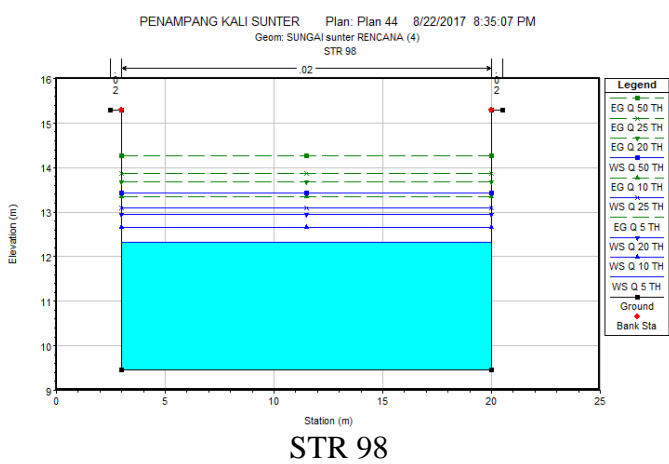
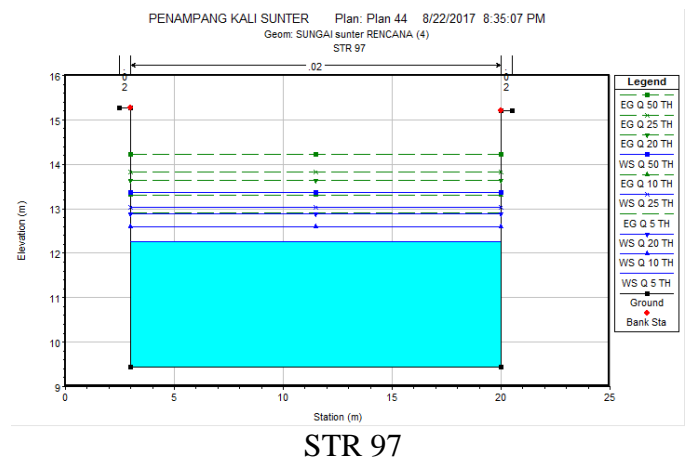
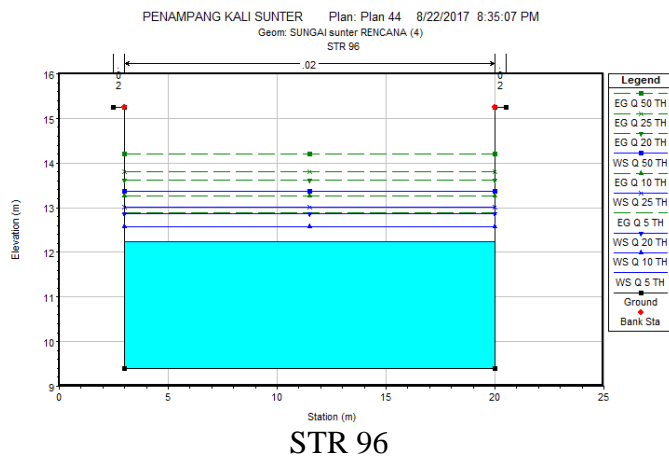
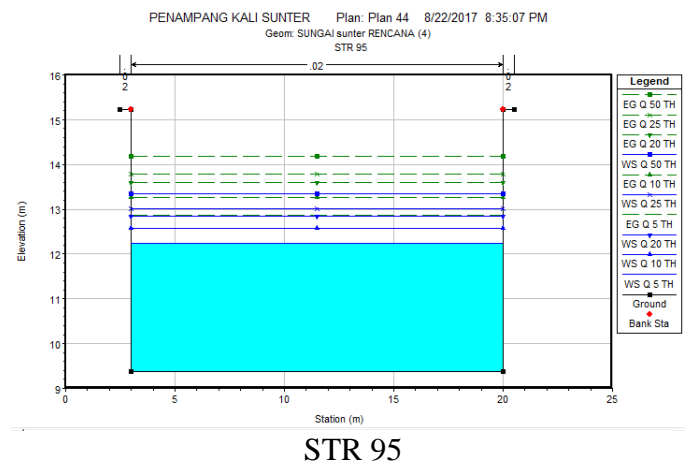
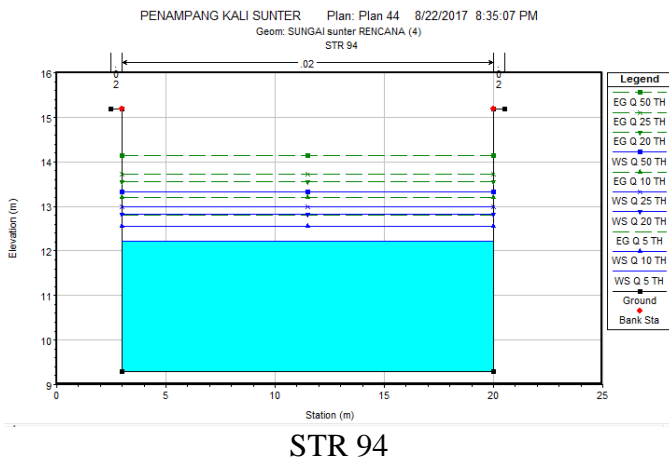
STR 91

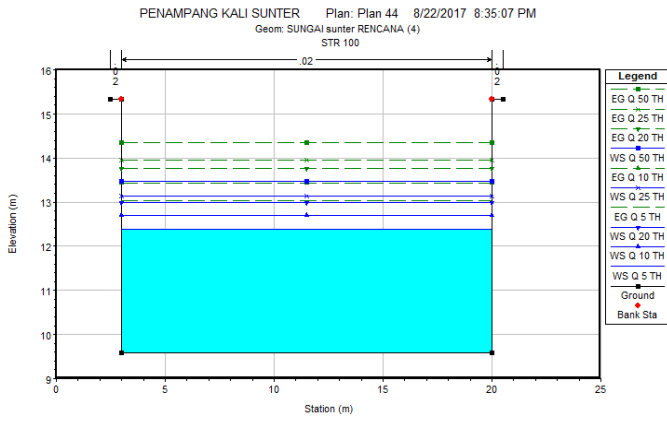


STR 92

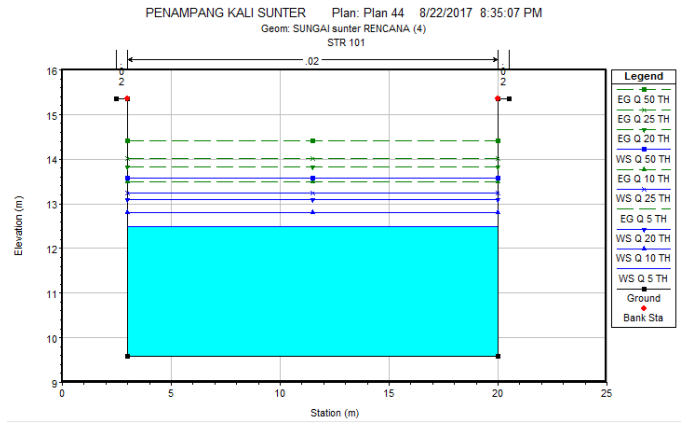


STR 93

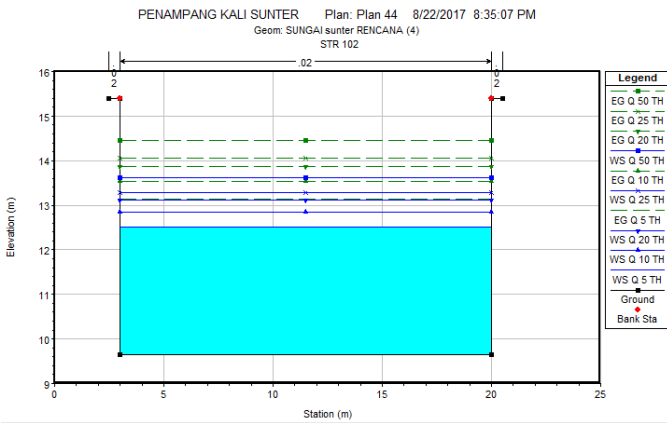




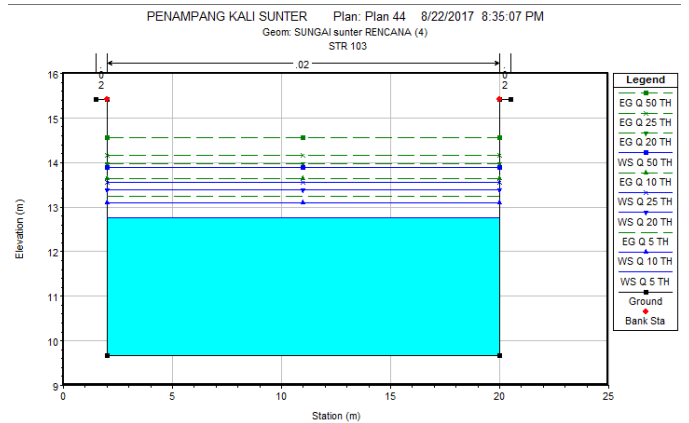
STR 100



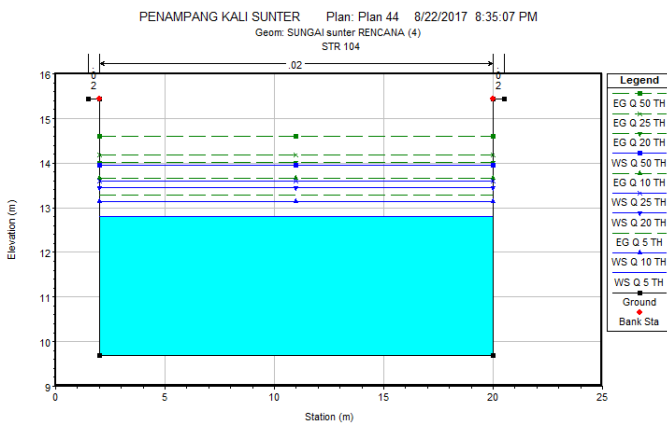
STR 101



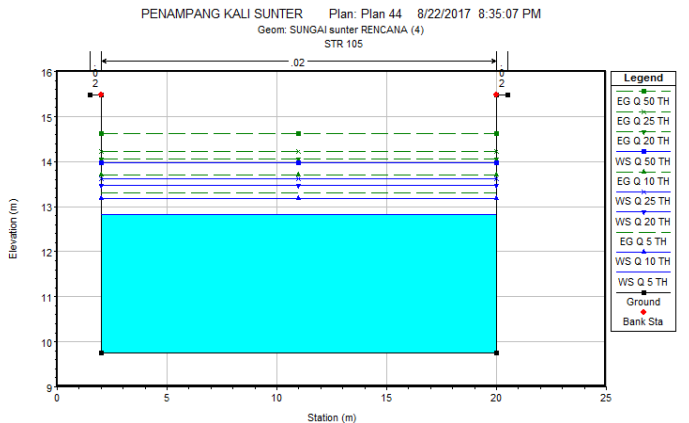
STR 102



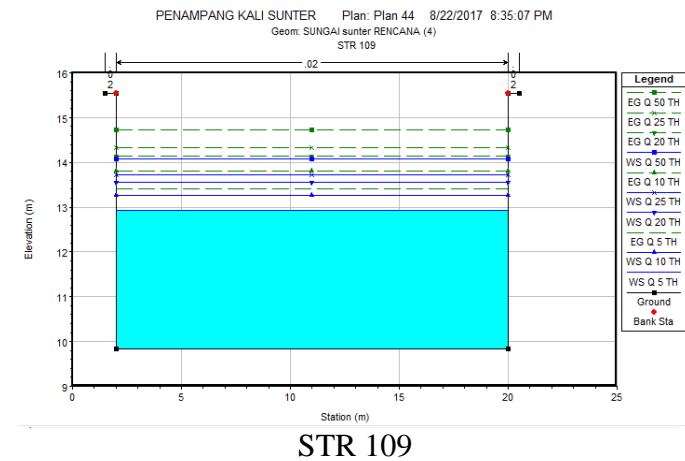
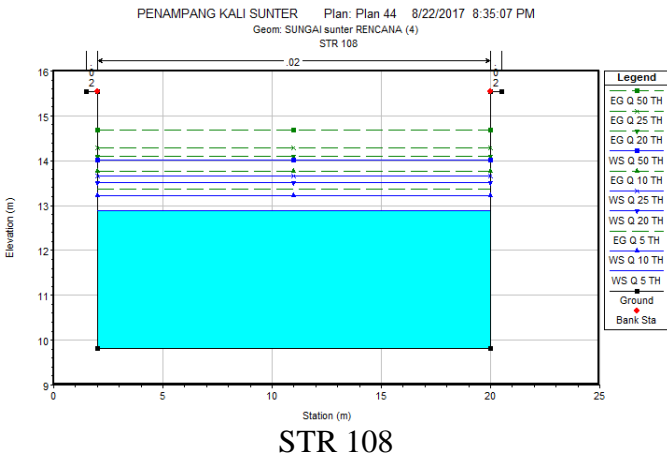
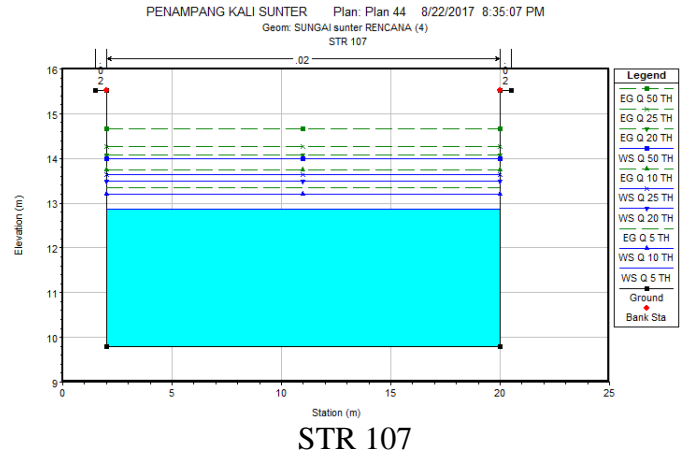
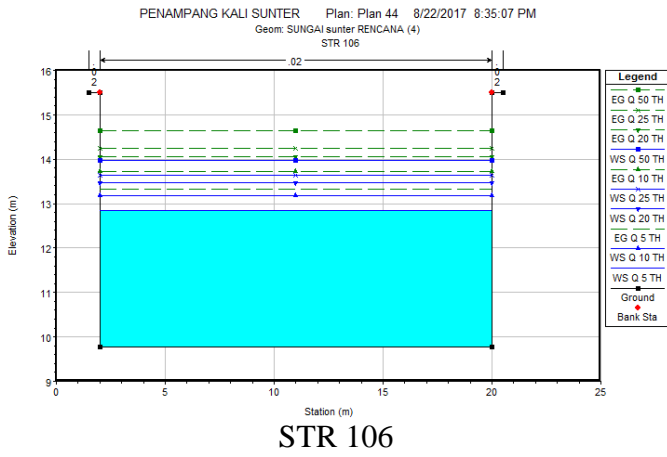
STR 103



STR 104



STR 105



Lampiran 25

PERHITUNGAN REDIMENSI PENAMPANG SUNGAI SUNTER

Koefisien manning (n) = 0.020

Kemiringan sungai (S) = 0.00296

STR	Lebar m	Tinggi (h) m	Luas penampang (A) m ²	Keliling basah (P) m	Jari-jari hidrolis (R) m	Tinggi jagaan (W) m	Debit (Q) m ³ /det
82	20	3.09	61.80	26.18	2.36	1.35	298.9007
83	20	3.65	73.00	27.30	2.67	1.35	383.8275
84	20	3.73	74.60	27.46	2.72	1.37	396.4244
85	20	3.79	75.80	27.58	2.75	1.38	405.9432
86	20	3.97	79.40	27.94	2.84	1.41	434.8549
87	20	4.03	80.60	28.06	2.87	1.42	444.6074
88	20	4.05	81.00	28.10	2.88	1.42	447.8707
89	20	4.06	81.20	28.12	2.89	1.42	449.5046
90	20	4.24	84.80	28.48	2.98	1.46	479.1761
91	20	4.25	85.00	28.50	2.98	1.46	480.8387
92	20	4.04	80.80	28.08	2.88	1.42	446.2382
93	20	4.09	81.80	28.18	2.90	1.43	454.4158
94	20	4.03	80.60	28.06	2.87	1.42	444.6074
95	20	3.96	79.20	27.92	2.84	1.41	433.2351
96	20	3.97	79.40	27.94	2.84	1.41	434.8549
97	20	3.93	78.60	27.86	2.82	1.40	428.3849
98	20	3.96	79.20	27.92	2.84	1.41	433.2351
99	20	3.96	79.20	27.92	2.84	1.41	433.2351
100	20	3.9	78.00	27.80	2.81	1.40	423.5492
101	20	3.99	79.80	27.98	2.85	1.41	438.0995

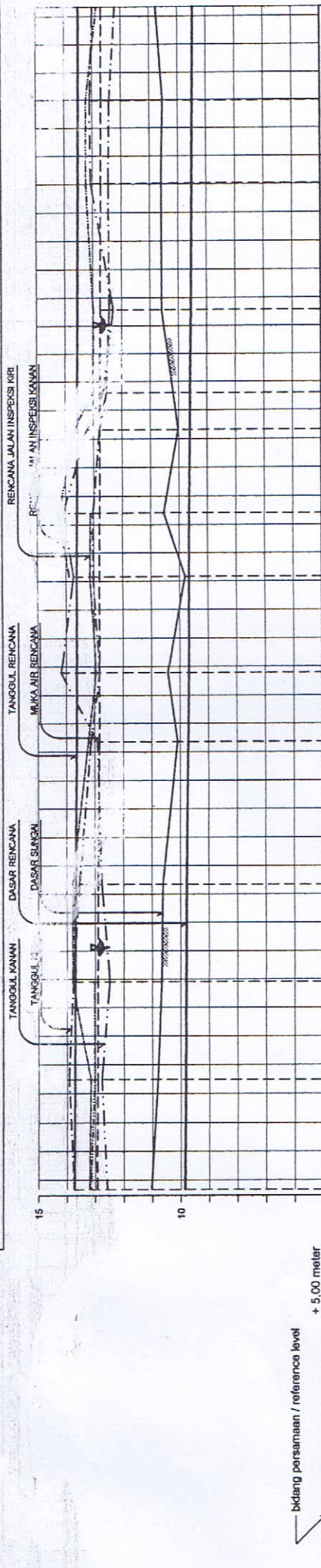
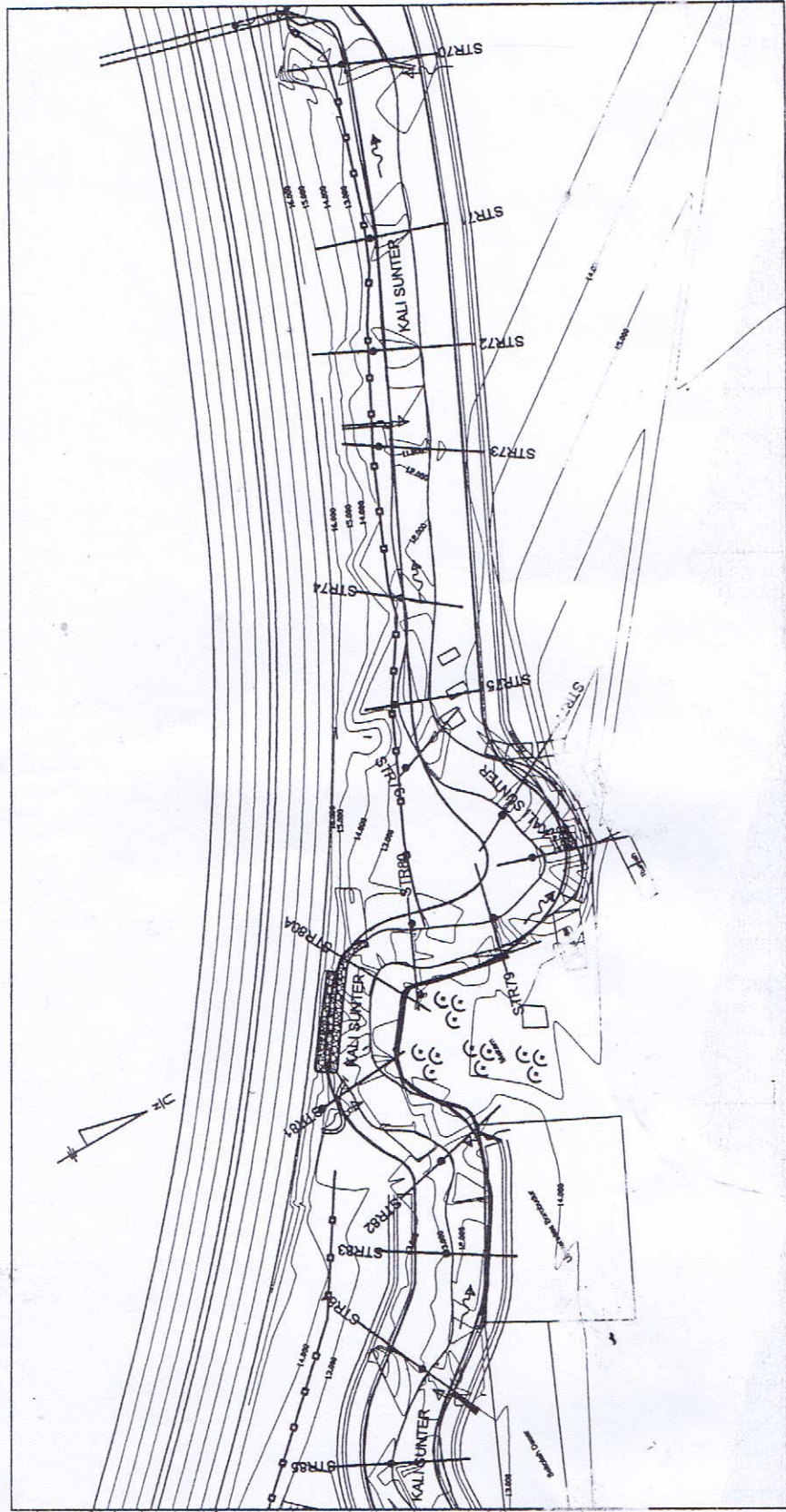
102	20	3.96	79.20	27.92	2.84	1.41	433.2351
103	20	4.23	84.60	28.46	2.97	1.45	477.515
104	20	4.26	85.20	28.52	2.99	1.46	482.5028
105	20	4.23	84.60	28.46	2.97	1.45	477.515
106	20	4.2	84.00	28.40	2.96	1.45	472.5404
107	20	4.19	83.80	28.38	2.95	1.45	470.8852
108	20	4.2	84.00	28.40	2.96	1.45	472.5404
109	20	4.23	84.60	28.46	2.97	1.45	477.515

Lampiran 26

**REKAPTULASI HASIL PERHITUNGAN REDIMENSI PENAMPANG SUNGAI
SUNTER**

STR	Debit (Q)	Debit Rencana				
		5	10	20	25	50
		144.4921	169.2056	191.4821	203.6972	231.4031
82	298.9007	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
83	383.8275	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
84	396.4244	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
85	405.9432	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
86	434.8549	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
87	444.6074	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
88	447.8707	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
89	449.5046	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
90	479.1761	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
91	480.8387	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
92	446.2382	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
93	454.4158	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
94	444.6074	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
95	433.2351	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
96	434.8549	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
97	428.3849	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
98	433.2351	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
99	433.2351	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
100	423.5492	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
101	438.0995	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
102	433.2351	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
103	477.5150	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR

104	482.5028	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
105	477.5150	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
106	472.5404	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
107	470.8852	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
108	472.5404	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR
109	477.5150	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR	TDK BANJIR



PAPAN HEKTOMETRER HECTOMETER STONE NOMOR PROFIL PROFILE NUMBER	Hm 20										Hm 24			Hm 25			Hm 23		
	Str.84	Str.83	Str.82	Str.81	Str.80	Str.79	Str.78	Str.77	Str.76	Str.75	Str.74	Str.73	Str.72	Str.71					
JARAK PROFIL/DISTANCE BETWEEN TWO PROFILE ACCUMULATED DISTANCE	38.3	34.1	34.4	50.1	24.2	24.2	22.6	20.0	29.1	12.6	26.7	44.5	29.4	33.7					
ELEVASI TANGGUL KIRI LEFT BANK LEVEL	11.03	12.50	12.70	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91					
ELEVASI TANGGUL KANAN RIGHT BANK LEVEL	12.50	12.70	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91					
ELEVASI DASAR SALURAN PADA AS BED LEVEL IN CENTER LINE	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80					
ELEVASI TANPA ASU PADA AS SALURAN GROUND LEVEL IN CENTER LINE	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80					
ELEVASI TANGGUL BANK LEVEL	12.50	12.70	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91					
ELEVASI MUKA AIR RENCANA DESIGN WATER LEVEL	12.50	12.70	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91	12.91					
ELEVASI DASAR SALURAN BED LEVEL	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80	10.80					
TRASE SALURAN ALIGNMENT	R X V L T L α																		
Tipe Bangunan TYPE OF STRUCTURE	SI STR.07																		
Dimensi Saluran dan Data Tambahan CANAL DIMENSION AND ADDITIONAL DATA	Str 102 ad Str 74 $Q = 146 \text{ m}^3/\text{s}$ $n = 0.015$ $b = 20.00 \text{ m}$ $H = 4.00 \text{ m}$ $F = 0.80 \text{ m}$ $m = 0.00$ $V = 2.28 \text{ m/s}$ ad 2.47 m/s $I = 0.000084$																		

NO. REV. REV. NO.	TANGGAL DATE	DESKRIPSI DESCRIPTION
1		Str 73 ad Str 48 $Q = 146 \text{ m}^3/\text{s}$ $n = 0.015$ $b = 20.00 \text{ m}$ $H = 4.50 \text{ m}$ $F = 0.80 \text{ m}$ $V = 1.06 \text{ m/s}$ ad 2.27 m/s $I = 0.000084$

LEGENDA

- ELEVASI TANGGUL KIRI
- ELEVASI TANGGUL KANAN
- ELEVASI DASAR SALURAN
- ELEVASI TANPA ASU PADA AS SALURAN
- TRASE SALURAN
- TIPE BANGUNAN
- DIMENSI SALURAN DAN DATA TAMBAHAN
- CANAL DIMENSION AND ADDITIONAL DATA

SCALE H: 1:2000

SCALE V: 1:200

CONTROLLED
COPY

P R O Y E K

M A S T E R

P R O Y E K

NORMALISASI KALI SUNTER PAKET 1

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JERAMBA, SUNGAI, DAYA AIR
 BALAI BESAR WYAH SUNGAI CILWUNG CISADANE
 SNVT PELAKSANA PENGELOLAAN SDA CILWUNG CISADANE
 Jl. Sempur Jalan Temon Sempur No. 31 Telp. (081) 831 1111 dan (081) 831 1112

KONSULTAN SUPERVISI
 T. Tanggan
 Nama: T. Tanggan
 Devisi: T. Tanggan

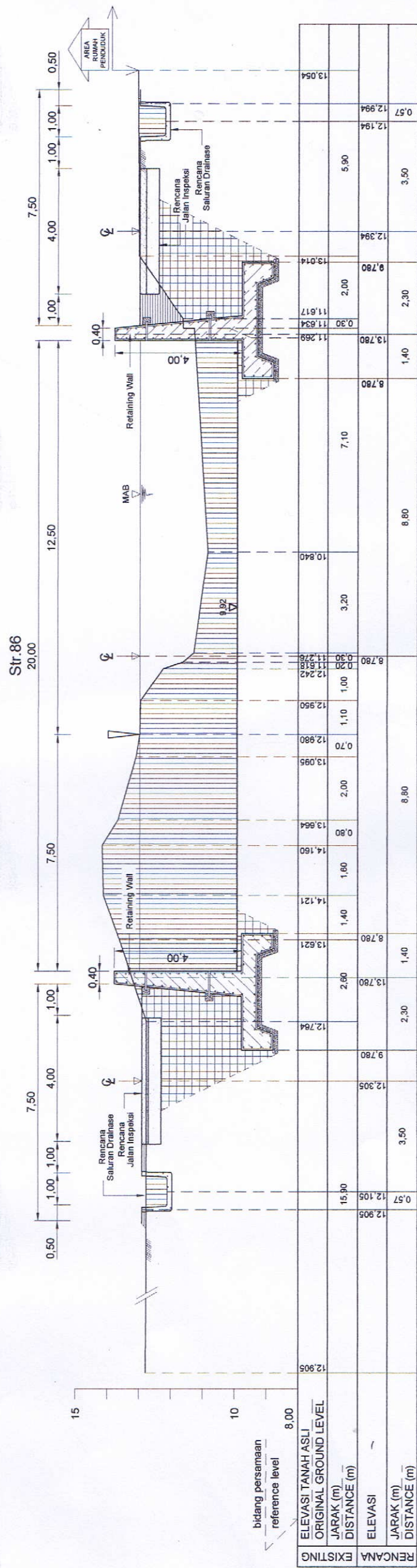
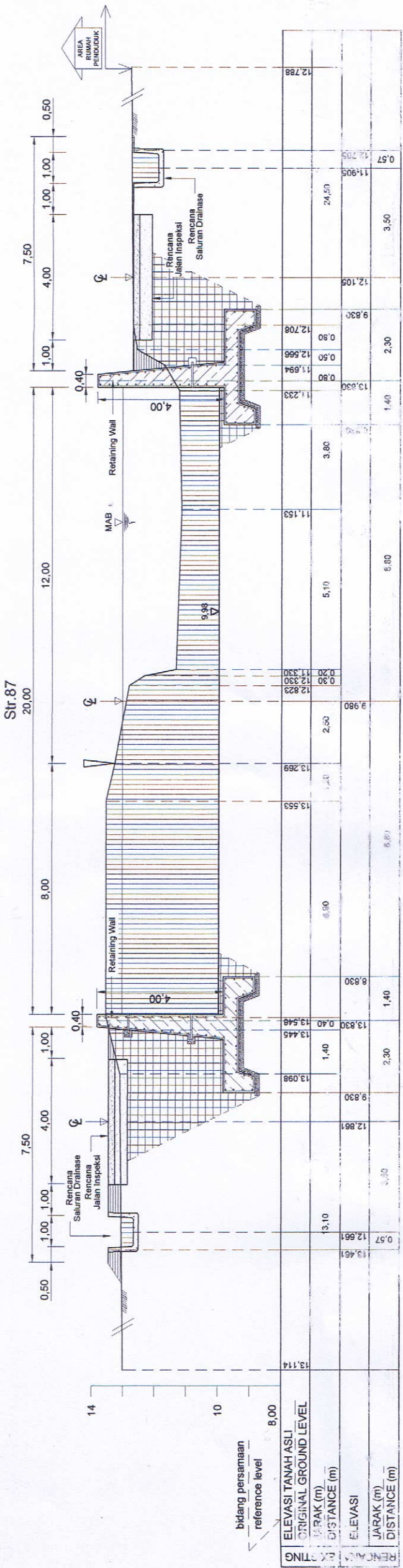
KONTRAKTOR
 Nama: T. Tanggan
 Devisi: T. Tanggan

PKP PISA - CC
 Nama: T. Tanggan
 Devisi: T. Tanggan

SHOP DRAWING
 Nama: T. Tanggan
 Devisi: T. Tanggan

PT BRANTAS ABIPRAYA
 Persero
 PT BRANTAS ABIPRAYA
 BRANTAS





MASTER
PROYEK

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENJANG SUTERA DAN SUDARA
 BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CILIWUNG CIDADANE
 SNVT PELAKSANA PENGELOLAAN SDA CILIWUNG CIDADANE

PROGRAM :
 NORMALISASI KALI SUNTER PAKET 1

Tanggal: 2012

NO. REV. :
 REV. NO. :
 TANGGAL :
 DATE :

DESKRIPSI :
 DESCRIPTION :

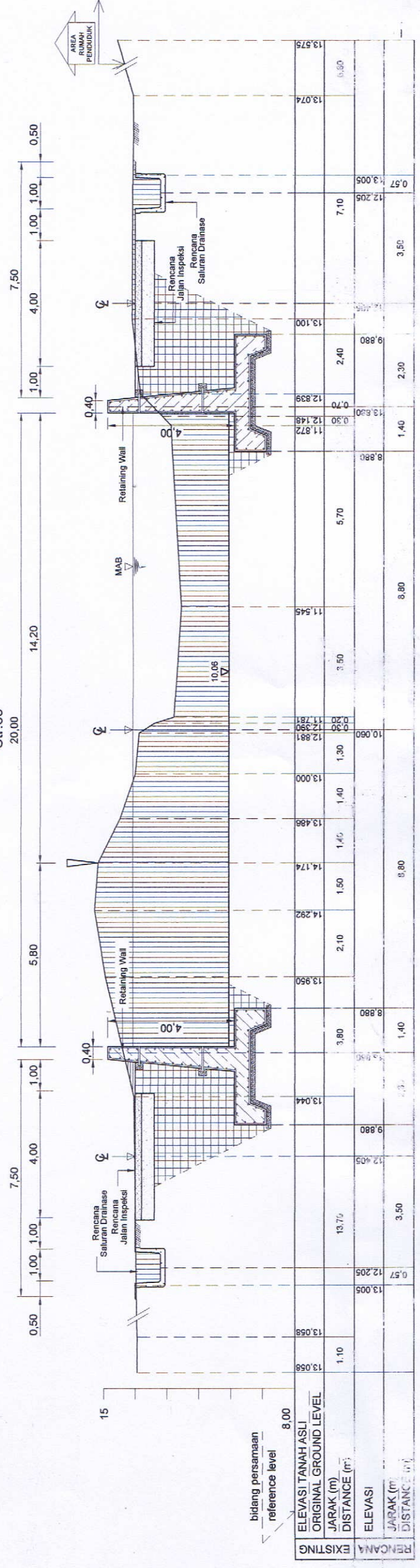
LEGENDA :
 LEGEND :

SCALE 1 : 50
 0 1 2 3 4 5 6M

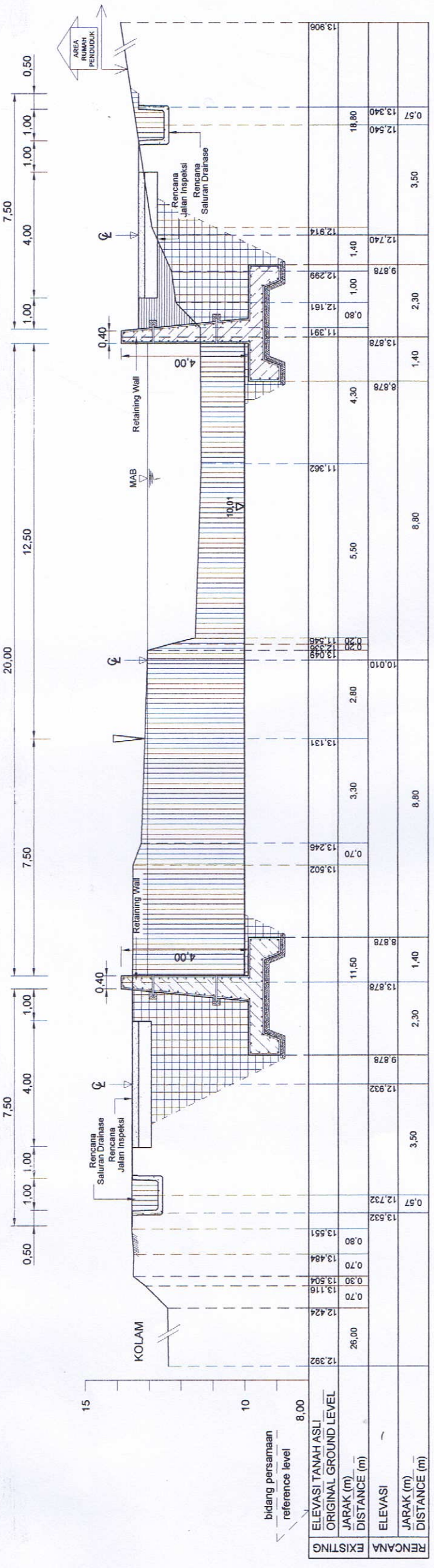
PT. BRANTAS ABIPRAYA
 PT. BRANTAS ABIPRAYA
 PT. BRANTAS ABIPRAYA

PT. BRANTAS ABIPRAYA

Str. 89



Str. 88



MASTER
PROYEK

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DAERAH KERJA JAKARTA
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CILAWUNG CIGANDRE
SNYT PELAKSANA PENGELOLAAN SDA CILAWUNG CIGANDRE
 Jl. Sempurna, Terasa, No. 11, CIP. B. P. 16151, Jakarta Barat, D.K.

PT BRANTAS ABIPRAYA
 Jalan Sempurna, Terasa, No. 11, CIP. B. P. 16151, Jakarta Barat, D.K.

NORMALISASI KALI SUNTER PAKET 1

Tahun 2012
 Konsultan: PT. SIA - CC
 Perancang: PT. SIA - CC
 Penggambar: PT. SIA - CC
 Pengawas: PT. SIA - CC
 Pelaksana: PT. SIA - CC

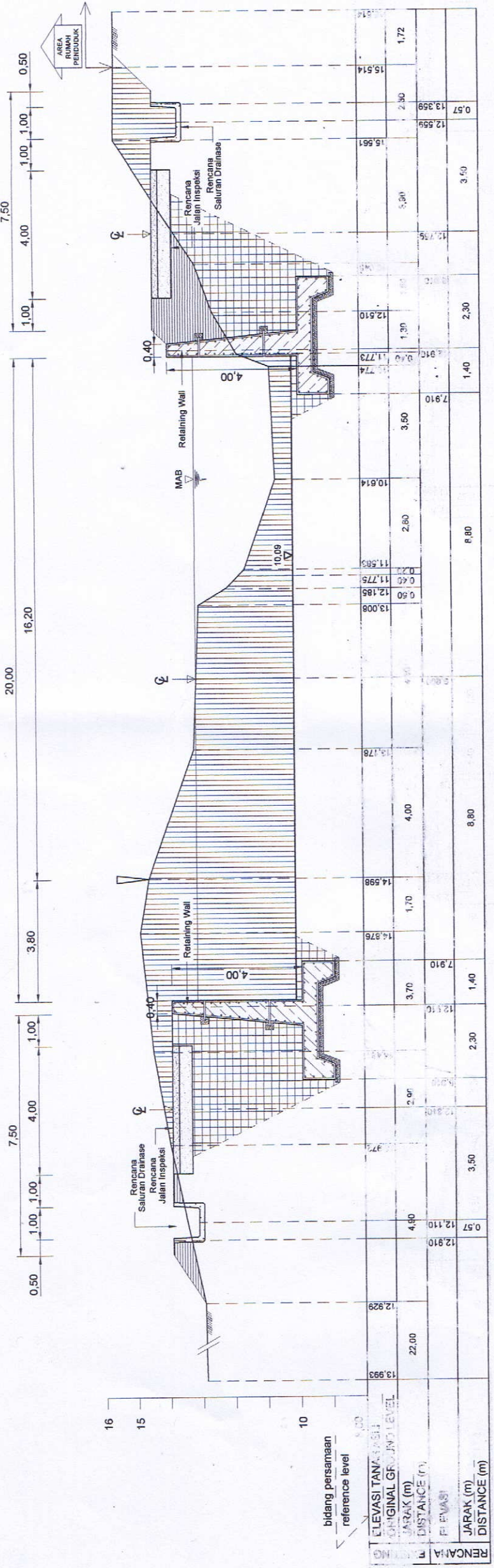
LEGENDA

- Elevasi Tanah Asli
- Muka Air
- Elevasi Desain
- Galian
- Pasir
- Timbunan
- Timbunan Kembali
- Beton Bertulang

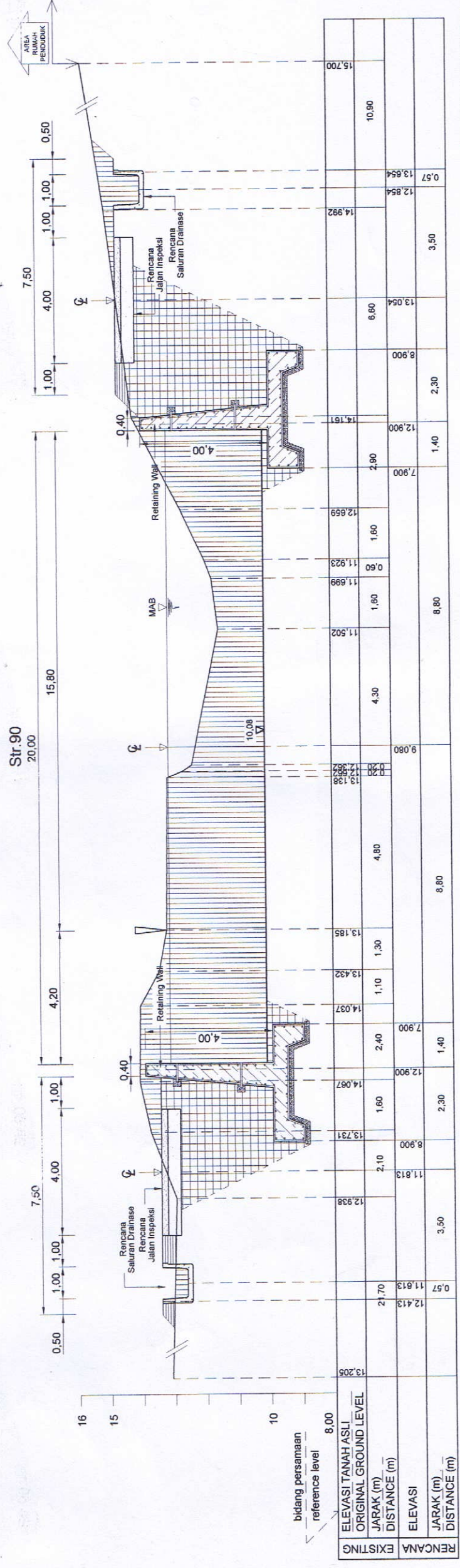
SCALE 1 : 150

0 1 2 3 4 5 6M

Str.91
20.00



Str.90
20.00



MASTER
PROYEK

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL BINA SARANA PRASARANA
DINAS PERENCANAAN, PERTANAHAN, DAN KAWASAN PERENCANAAN

SNVT PELAKSANA PENGLOLAAN SDA CILIWUNG CIBADANE
R. Sempak Sempak, Jalan No. 38, Tg. Cibadane, Kecamatan Cibadane, Kabupaten Ciliwung, Provinsi Jawa Barat 40132

NORMALISASI KALI SUNTER PAKET 1

Tahun 2012

KONTRAKTOR: PT. BRANTAS ABIPRAYA
KONSULTAN SUPERVISI: PT. PISA-CC
SIKIP DWIKIRI

T. Tangan: [Signature]
Nama: [Name]
Jabatan: [Position]

T. Tangan: [Signature]
Nama: [Name]
Jabatan: [Position]

T. Tangan: [Signature]
Nama: [Name]
Jabatan: [Position]

KONTRAKTOR PELAKSANA: PT. BRANTAS ABIPRAYA
KONSULTAN SUPERVISI: PT. PISA-CC

PT. BRANTAS ABIPRAYA
Jl. Cendekia Raya, Perumahan, Blok 10, No. 10, Cendekia, Bekasi, Jawa Barat 17143

NO. REV. :
REV. NO. :

TANGGAL :
DATE :

DESKRIPSI :
DESCRIPTION :

LEGENDA :
LEGEND :

Elevasi Tanah Asli
Muka Air

Elevasi Desain
Galian

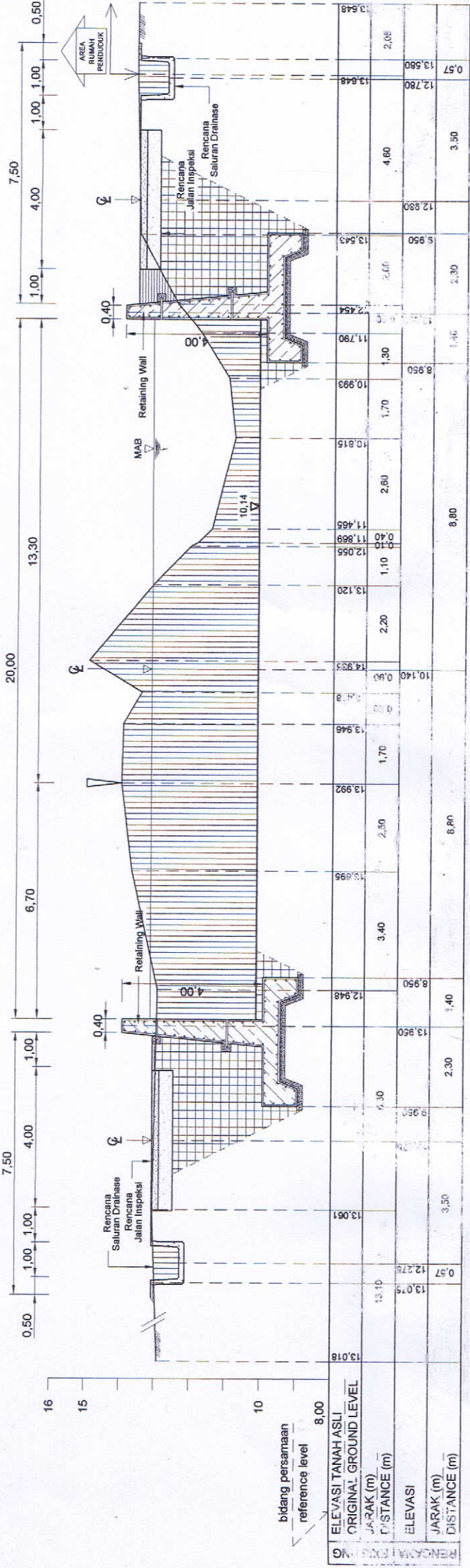
Pasir
Timbunan

Timbunan Kembali
Beton Bertulang

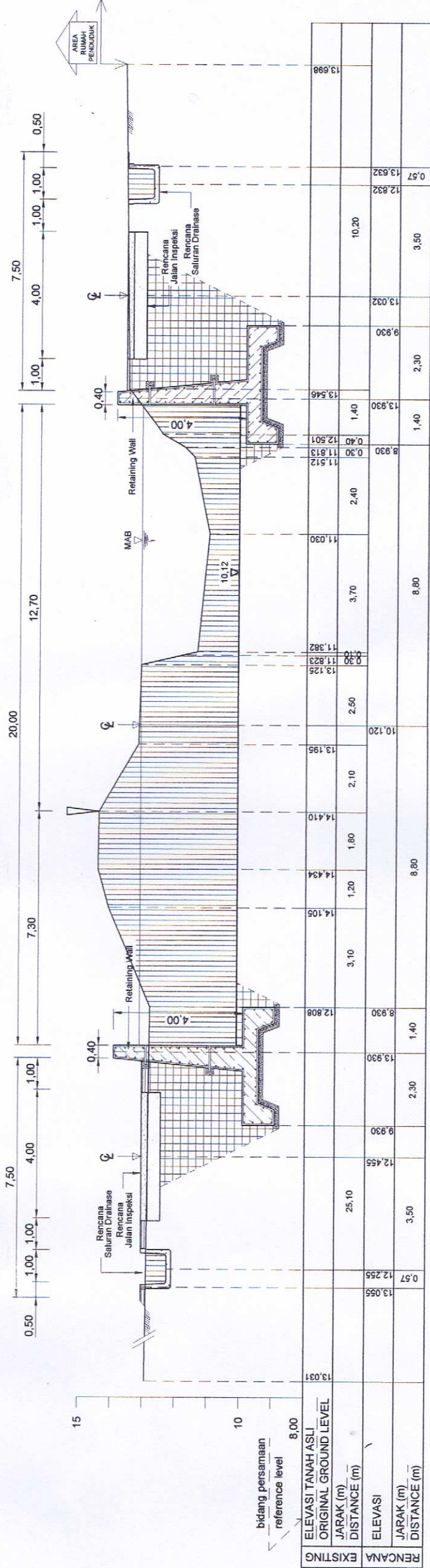
SCALE 1 : 150

0 1 2 3 4 5 6M

Str.93



Str.92



MASTER
PROYEK

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDELA, SALURAN DAN AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI GIWUNG CIBADANE
SNVT PELAKSANA PENGELOLAAN SDA CILIWUNG CIBADANE

Pejabat: NORMALISASI KALI SUNTER PAKET 1

Tahun 2012	KONTAKTOR	KONSULTAN SUPERVISI	PEKERJA - DC	SIK/DRAWING
Disposisi	T. Tengen	N. Satrio Nugroho	M. Satrio Nugroho	K. Satrio Nugroho
Disposisi	N. Satrio Nugroho	M. Satrio Nugroho	M. Satrio Nugroho	M. Satrio Nugroho
Disposisi	M. Satrio Nugroho	M. Satrio Nugroho	M. Satrio Nugroho	M. Satrio Nugroho

KONTAKTOR PELAKSANA: PT BRANTAS ABIPRAYA

LEGENDA: LEGEND:

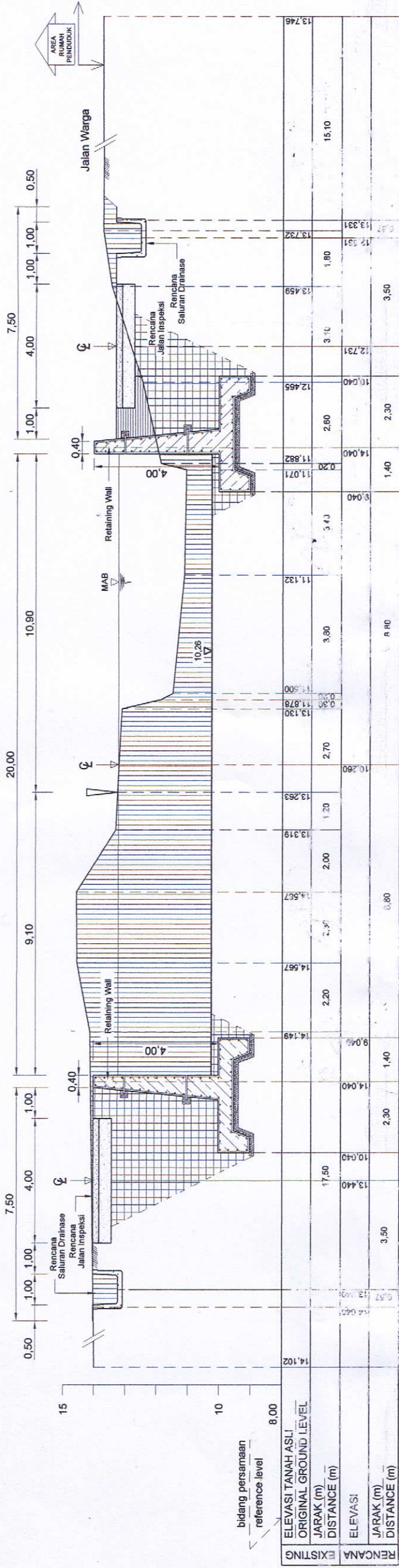
- Elevasi Tanah Asli
- Muka Air
- Elevasi Desain
- Galian
- Pasir
- Timbunan
- Timbunan Kembali
- Beton Bertulang

NO. REV. / REV. NO. / TANGGAL / DATE / DESKRIPSI / DESCRIPTION

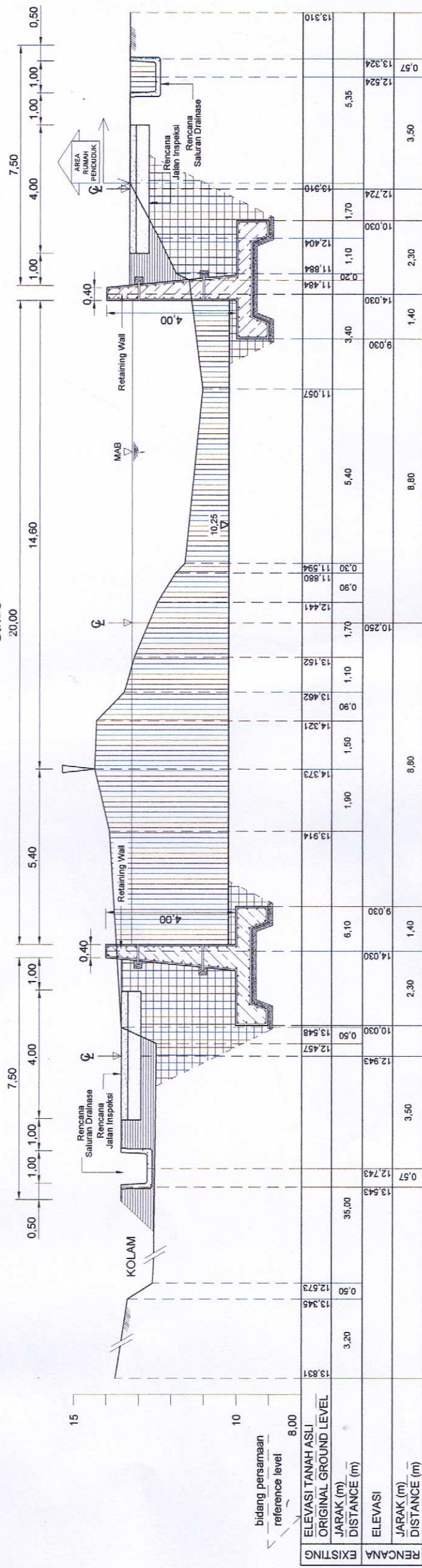
SCALE 1:150

0 1 2 3 4 5 6M

Str. 97



Str. 96



MASTER
PROYEK

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
SINERGI PELAKSANA PENGELOLAAN SDA CILILWUNG CIBADANE

PT BRANTAS ASIPRAYA

NORMALISASI KALI SUNTER PAKET 1

Tahun 2012	KONTRAKTOR	KONSULTAN SUPERVISI	PK/P&A-02	SHOT DRAWING
T. Terengganu	PT BRANTAS ASIPRAYA	PT BRANTAS ASIPRAYA	PT BRANTAS ASIPRAYA	PT BRANTAS ASIPRAYA
Nama	PT BRANTAS ASIPRAYA	PT BRANTAS ASIPRAYA	PT BRANTAS ASIPRAYA	PT BRANTAS ASIPRAYA
T. Terengganu	PT BRANTAS ASIPRAYA	PT BRANTAS ASIPRAYA	PT BRANTAS ASIPRAYA	PT BRANTAS ASIPRAYA
Nama	PT BRANTAS ASIPRAYA	PT BRANTAS ASIPRAYA	PT BRANTAS ASIPRAYA	PT BRANTAS ASIPRAYA
T. Terengganu	PT BRANTAS ASIPRAYA	PT BRANTAS ASIPRAYA	PT BRANTAS ASIPRAYA	PT BRANTAS ASIPRAYA
Nama	PT BRANTAS ASIPRAYA	PT BRANTAS ASIPRAYA	PT BRANTAS ASIPRAYA	PT BRANTAS ASIPRAYA

NO.REV. / REV. NO. :
TANGGAL / DATE :
DESKRIPSI / DESCRIPTION :

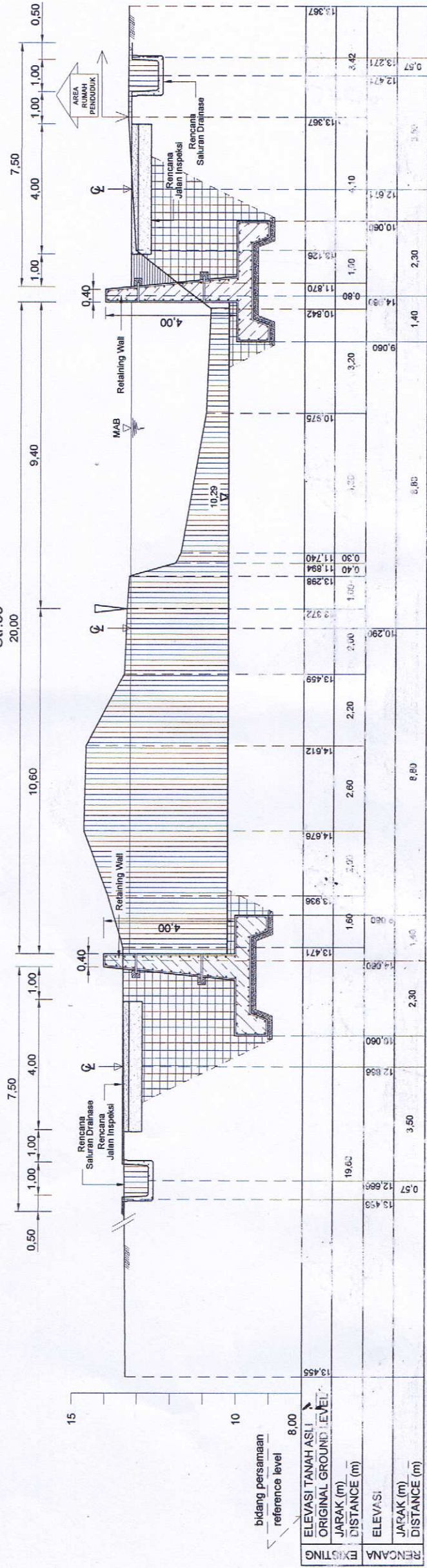
LEGENDA / LEGEND :

- Elevasi Tanah Asli
- Muka Air
- Elevasi Desain
- Galian
- Pasir
- Timbunan
- Timbunan Kembali
- Beton Bertulang

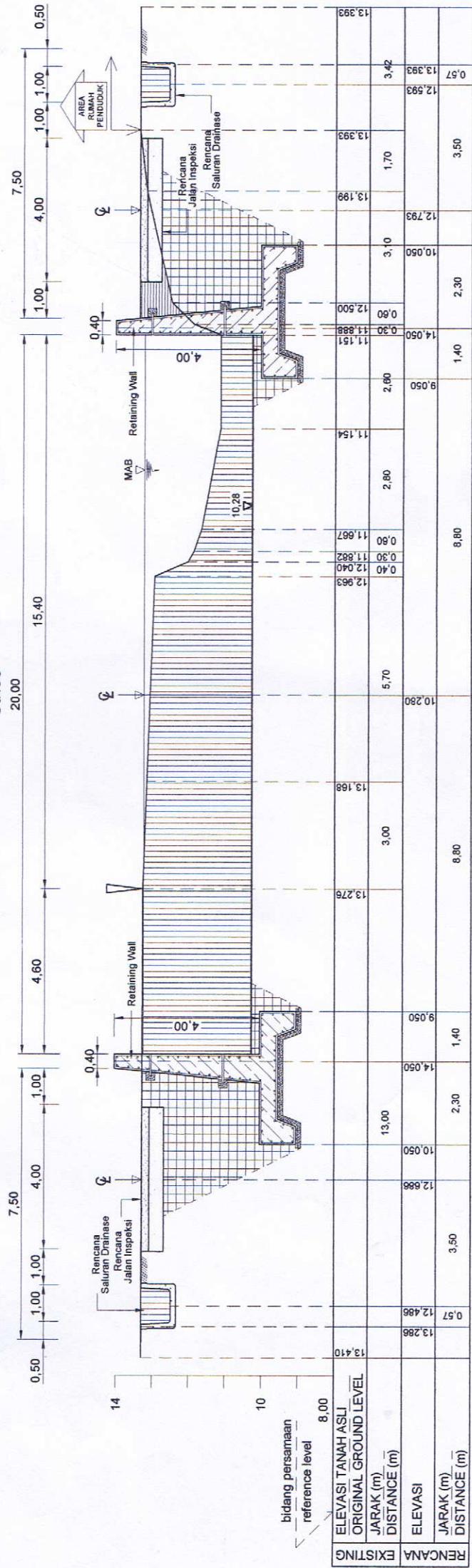
SCALE 1 : 150

0 1 2 3 4 5 6M

Str.99
20.00



Str.98
20.00



MASTER
PROYEK

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT ENERJAL, SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CILWUNG CIBADANE
SNYT PELAKSANA PENGELOLAAN SDA CILWUNG CIBADANE

PT BRANTAS ABIPRAYA

NORMALISASI KALI SUNTER PAKET 1

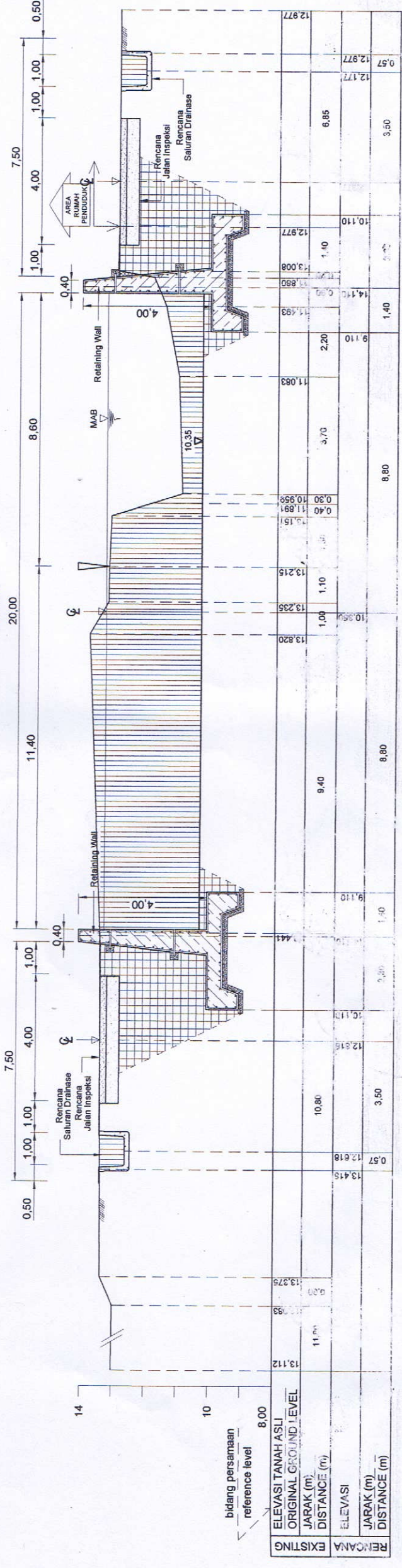
NO. REV. / REV. NO. :
TANGGAL / DATE :
DESKRIPSI / DESCRIPTION :

LEGENDA / LEGEND :

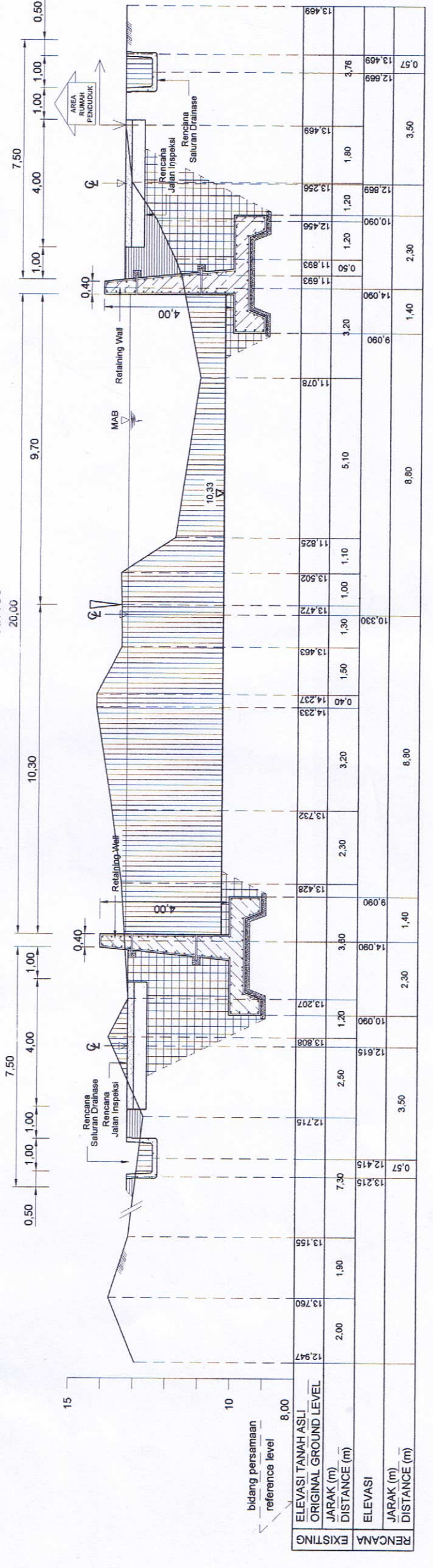
SCALE 1 : 150

0 1 2 3 4 5 6M

Str. 101



Str. 100



MASTER
PROYEK

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
BALAI BINA WILAYAH SINDIRAJA WILAYAH CIBADANE
SNVT PELAKSANA PENGELOLAAN SDA CILIWUNG CISADANE
R. Rajaguru Saha Tama No. 83 Telp. (0251) 8510000 Fax. (0251) 8510000

NORMALISASI KALI SUNTER PAKET 1

Tahun 2012	KONTRAKTOR	KONSULTAN SUPERVISI	SKUP DRAWING
T. Tugan	Y. Hidayat	E. Brodiano	KALISUNTER
Nama	Nama	Nama	NO. SERTIFIKAT
T. Tugan	Y. Hidayat	E. Brodiano	0101/0102
Dwarka	Agung Naga	T. Tugan	0101/0102
Nama	Nama	Nama	1:100
			84-20-041

PT BRANTAS ABIPRAYA
PT BRANTAS

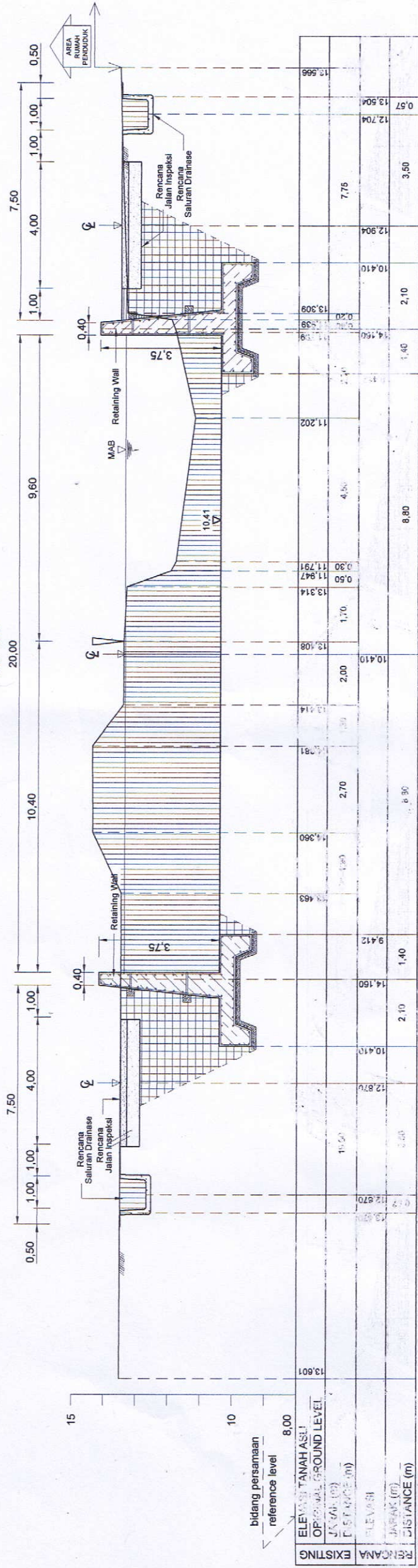
LEGENDA:
LEGEND:

- Elevasi Tanah Asli
- Muka Air
- Elevasi Dossan
- Galian
- Pasir
- Timbunan
- Timbunan Kembali
- Beton Bertulang

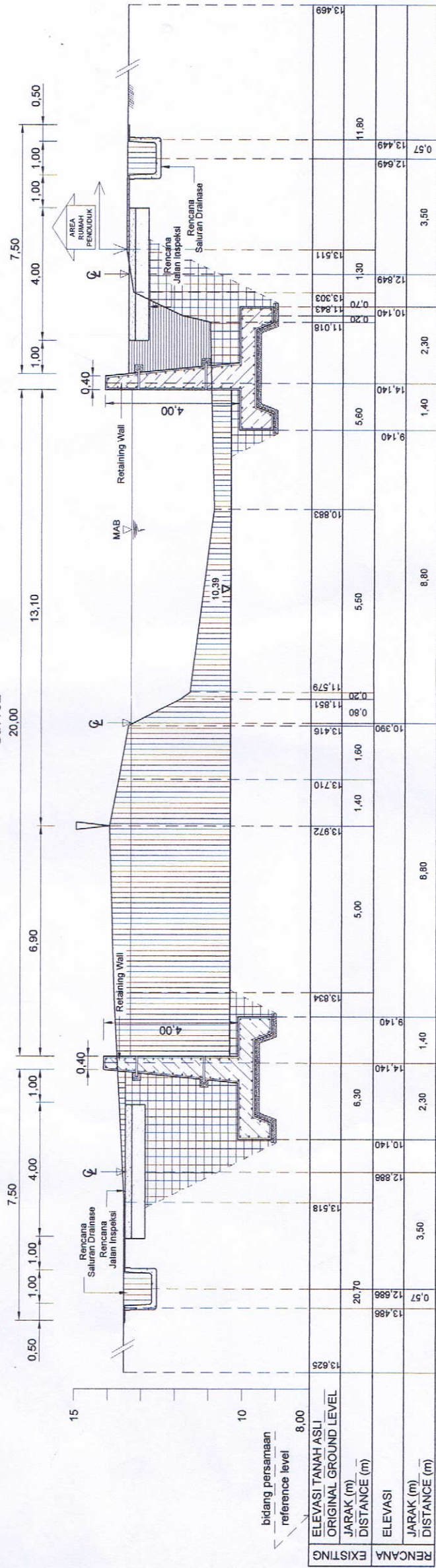
NO. REV. REV. NO. TANGGAL: DATE: DESCRIPTION: DESCRIPTION:

SCALE 1:150
0 1 2 3 4 5 6M

Str. 103



Str. 102



MASTER
PROYEK

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DAERAH KERJA JAKARTA
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CILIWUNG CIKADANE
SNVT PELAKSANA PENGELOLAAN SDA CILIWUNG CIKADANE
8, Komplek Jalan Tj. Pahlawan, No. 87, Tj. Pahlawan, Kecamatan Ciliwung, Jakarta Barat 10510

NORMALISASI KALI SUNTER PAKET 1

PROJEK

PT BRANTAS ABIPRAYA
PT BRANTAS ABIPRAYA (Persero) Tbk

PERENCANA
 Nama: [Signature]
 T. [Signature]
 N. [Signature]

KONTRAKTOR
 Nama: [Signature]
 T. [Signature]
 N. [Signature]

KONSULTAN SUPERVISI
 Nama: [Signature]
 T. [Signature]
 N. [Signature]

SIKIP DRAWING
 Nama: [Signature]
 T. [Signature]
 N. [Signature]

REVISI

NO. REV. / REV. NO.

TANGGAL / DATE

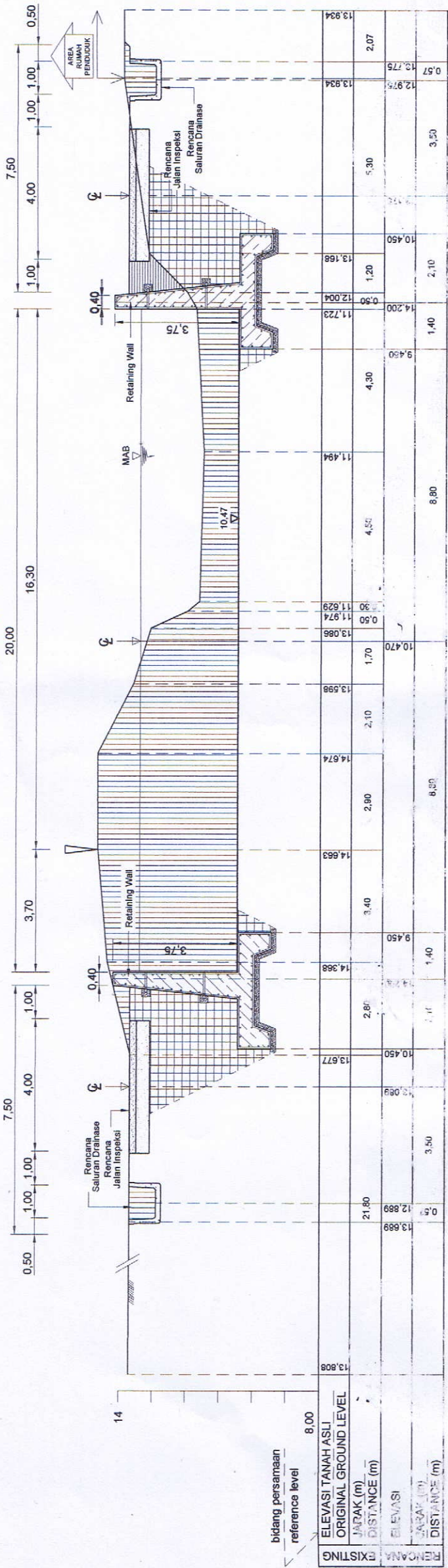
DESKRIPSI / DESCRIPTION

LEGENDA

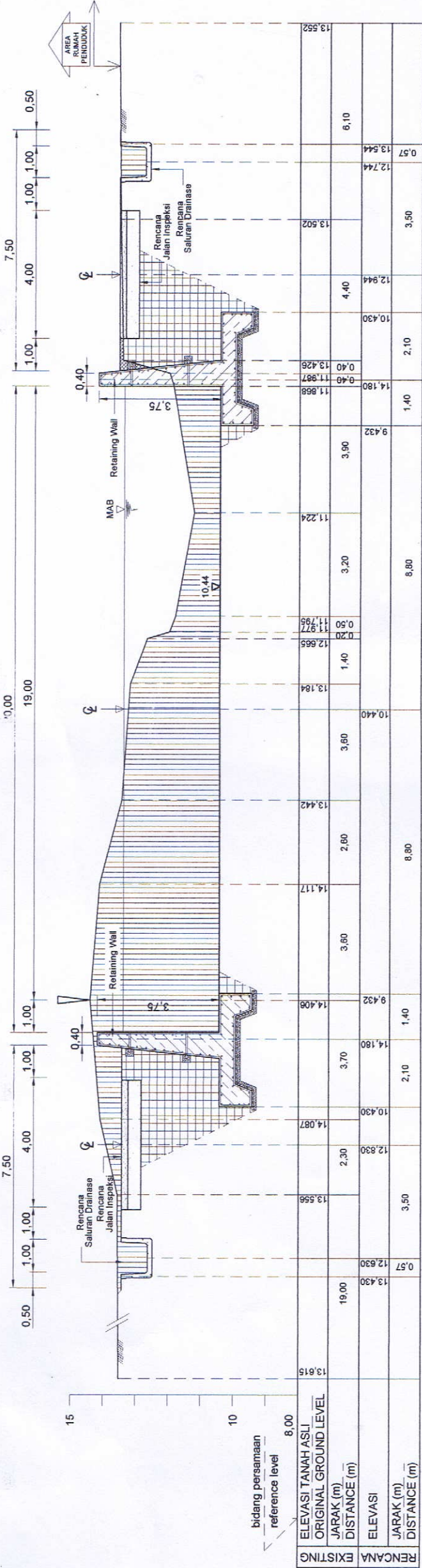
SCALE 1 : 150

0 1 2 3 4 5 6M

Str.105
20.00



Str.104
19.00



MASTER
PROYEK

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
BALAI BESAR WILAYAH SUNGAI CIWUNO CIWADANE
SNVT PELAKSANA PENGELOLAAN SDA CIWIUNG CISADANE
K. Sunda Kelapa, Jalan Raya No. 38, 10110 Jakarta Pusat, Indonesia

NORMALISASI KALI SUNTER PAKET 1

NO. REV. 13.934
 REV. NO. 13.934
 TANGGAL DATE 13.934
 DESKRIPSI DESCRIPTION 13.934

NO. REV. 13.502
 REV. NO. 13.502
 TANGGAL DATE 13.502
 DESKRIPSI DESCRIPTION 13.502

NO. REV. 13.426
 REV. NO. 13.426
 TANGGAL DATE 13.426
 DESKRIPSI DESCRIPTION 13.426

NO. REV. 11.987
 REV. NO. 11.987
 TANGGAL DATE 11.987
 DESKRIPSI DESCRIPTION 11.987

NO. REV. 11.868
 REV. NO. 11.868
 TANGGAL DATE 11.868
 DESKRIPSI DESCRIPTION 11.868

NO. REV. 14.180
 REV. NO. 14.180
 TANGGAL DATE 14.180
 DESKRIPSI DESCRIPTION 14.180

NO. REV. 9.432
 REV. NO. 9.432
 TANGGAL DATE 9.432
 DESKRIPSI DESCRIPTION 9.432

NO. REV. 11.224
 REV. NO. 11.224
 TANGGAL DATE 11.224
 DESKRIPSI DESCRIPTION 11.224

NO. REV. 10.440
 REV. NO. 10.440
 TANGGAL DATE 10.440
 DESKRIPSI DESCRIPTION 10.440

NO. REV. 13.184
 REV. NO. 13.184
 TANGGAL DATE 13.184
 DESKRIPSI DESCRIPTION 13.184

NO. REV. 12.665
 REV. NO. 12.665
 TANGGAL DATE 12.665
 DESKRIPSI DESCRIPTION 12.665

NO. REV. 11.927
 REV. NO. 11.927
 TANGGAL DATE 11.927
 DESKRIPSI DESCRIPTION 11.927

NO. REV. 14.117
 REV. NO. 14.117
 TANGGAL DATE 14.117
 DESKRIPSI DESCRIPTION 14.117

NO. REV. 13.442
 REV. NO. 13.442
 TANGGAL DATE 13.442
 DESKRIPSI DESCRIPTION 13.442

NO. REV. 14.177
 REV. NO. 14.177
 TANGGAL DATE 14.177
 DESKRIPSI DESCRIPTION 14.177

NO. REV. 14.406
 REV. NO. 14.406
 TANGGAL DATE 14.406
 DESKRIPSI DESCRIPTION 14.406

NO. REV. 14.180
 REV. NO. 14.180
 TANGGAL DATE 14.180
 DESKRIPSI DESCRIPTION 14.180

NO. REV. 10.430
 REV. NO. 10.430
 TANGGAL DATE 10.430
 DESKRIPSI DESCRIPTION 10.430

NO. REV. 12.830
 REV. NO. 12.830
 TANGGAL DATE 12.830
 DESKRIPSI DESCRIPTION 12.830

NO. REV. 13.598
 REV. NO. 13.598
 TANGGAL DATE 13.598
 DESKRIPSI DESCRIPTION 13.598

NO. REV. 13.615
 REV. NO. 13.615
 TANGGAL DATE 13.615
 DESKRIPSI DESCRIPTION 13.615

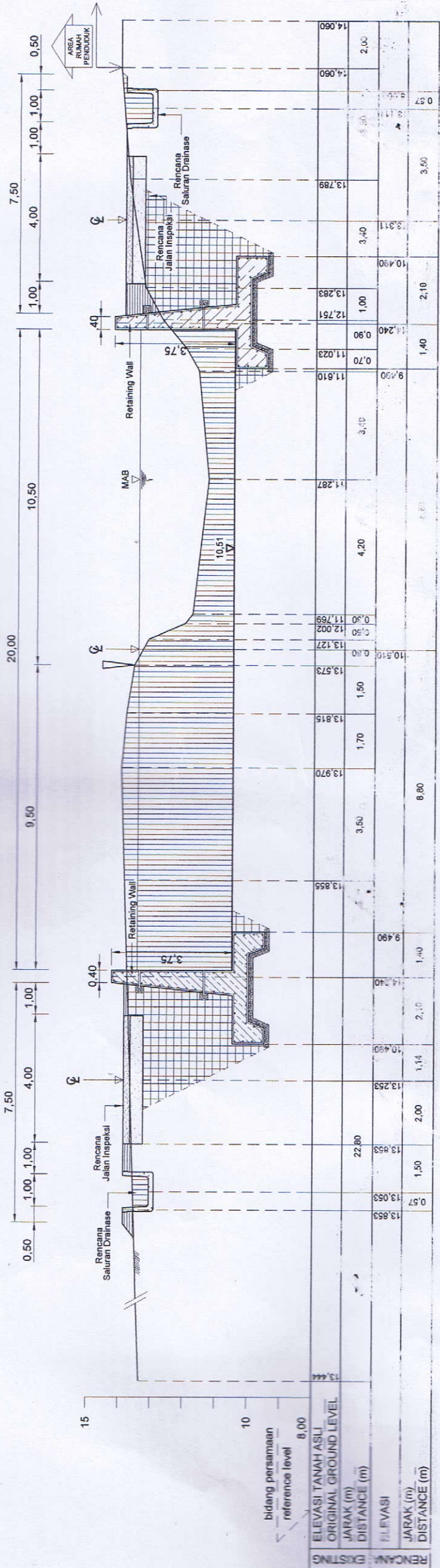
LEGENDA LEGEND:

- Elevasi Tanah Asli (Original Ground Level)
- Muka Air (Water Surface)
- Elevasi Desain (Design Elevation)
- Galian (Excavation)
- Pasir (Sand)
- Timbunan (Fill)
- Timbunan Kembali (Re-fill)
- Beton Bertulang (Reinforced Concrete)

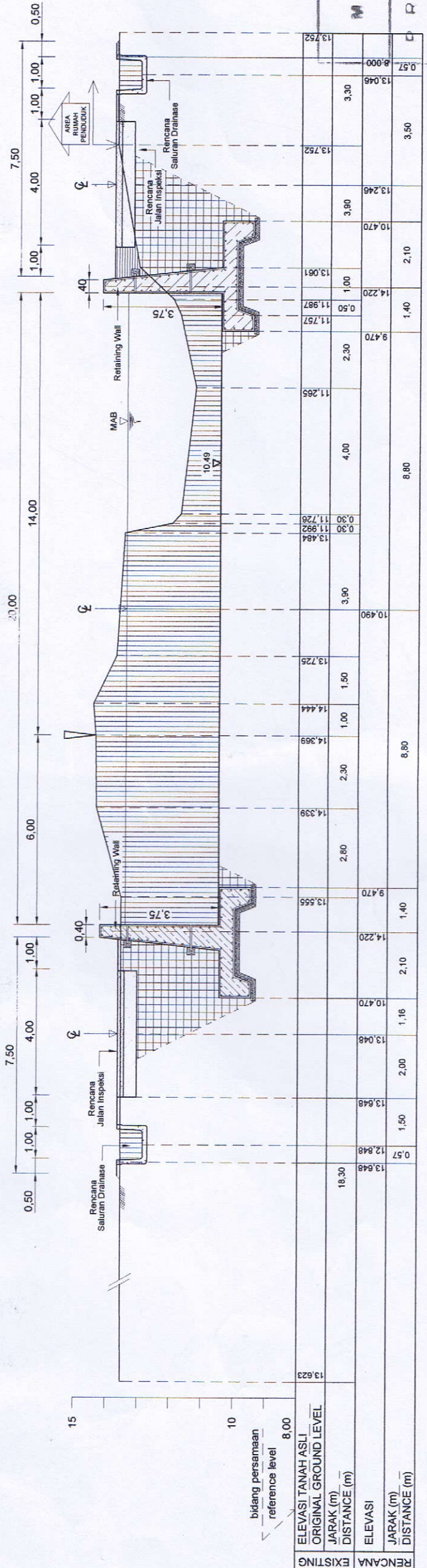
SCALE 1:150

0 1 2 3 4 5 6M

Str. 107



Str. 106



MASTER
PROYEK

KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
DIREKTORAT ENDEKAL SUMBER DAYA AIR
DINAS DAERAH WILAYAH SUNDABELAHUNG CIBANDAN
SINYU PLAKASIN BANGGELARAN SDA CILWUNG CIBADANE
K. Lingkar Jalan Cisarung No. 35, 40152, Bandung Barat, Jawa Barat, Indonesia

Normalisasi Kalkulasi SUNTER PAKET 1

NO. REV.	REV. NO.	TANGGAL:	DATE:	DESKRIPSI:	DESCRIPTION:

LEGENDA:
LEGEND:

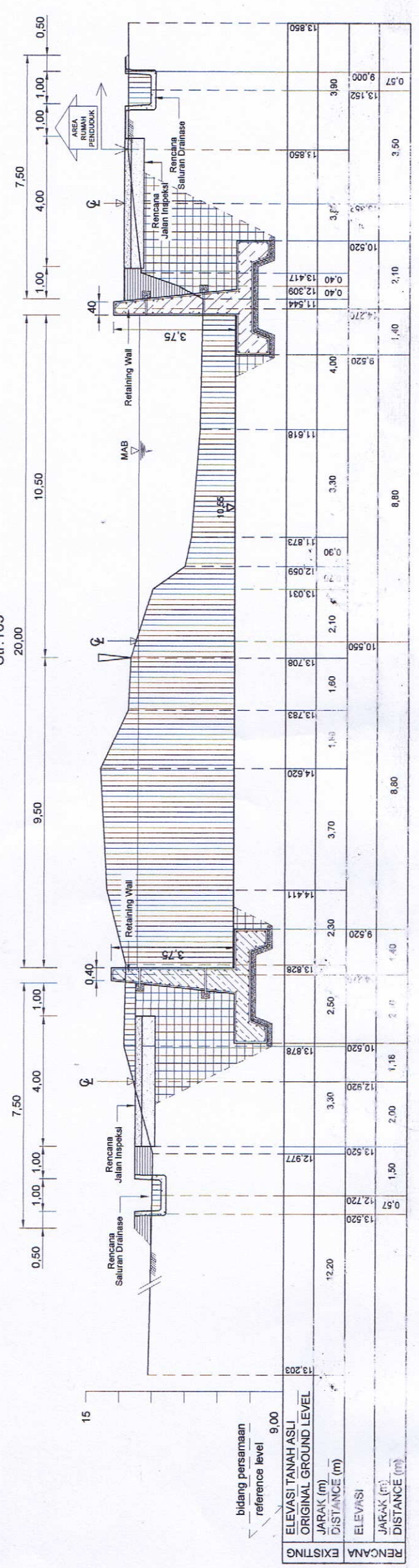
	Elevasi Tanah Asli		Timbunan Kambali
	Muka Air		Pasir
	Elevasi Desain		Timbunan
	Gallan		Beton Bertulang

SCALE 1 : 50
SKALA: 1 : 50

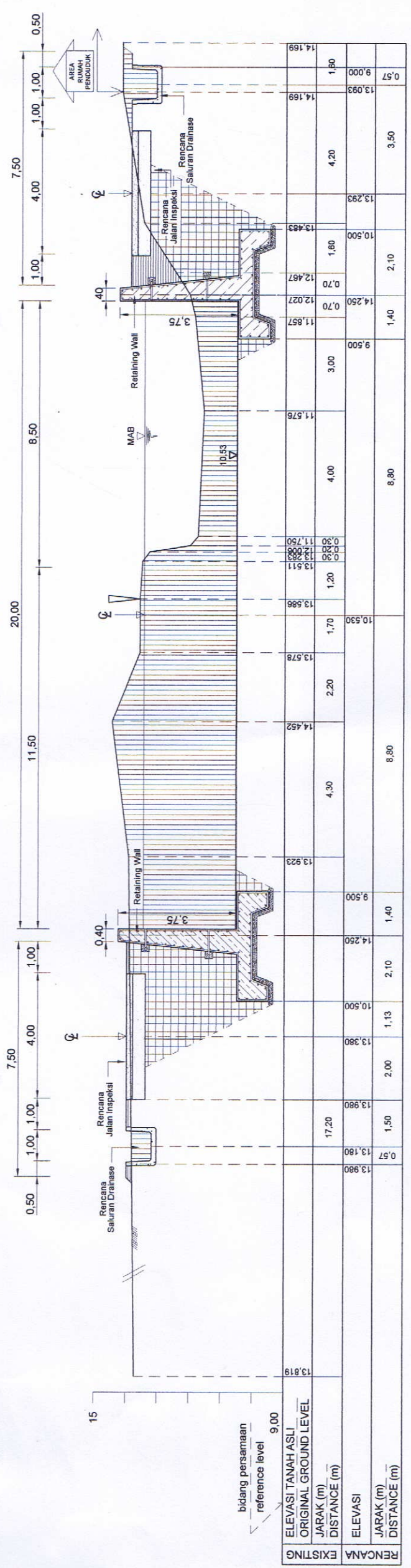
PT. BRANTAS ARIPRAYA
PT. BRANTAS ARIPRAYA

M A S T E R
P R O Y E K

Str. 109



Str. 108



KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM
 DIREKTORAT JENDERAL SUMBER DAYA AIR
 DIREKTORAT PELAKSANAAN PENGALIHAN SDA CILIWUNG CISADANE
 R. Ronggo Salim, Jalan Sekeloa Selatan No. 1, Jakarta Selatan, DKI Jakarta 12120

NORMALISASI KALI SUNTER PAKET 1

Tahun 2012	KONTRAKTOR	KOMISI PENYERVIS	PEKERJA PISA-OC	SHOP DRAWING
T. Engring	Yusuf Mulyana, ST	Yusuf Mulyana, ST	Yusuf Mulyana, ST	Yusuf Mulyana, ST
Dipolita	Kusni Pratiwi	Kusni Pratiwi	Kusni Pratiwi	Kusni Pratiwi
Ditandatangani	T. Engring	T. Engring	T. Engring	T. Engring
KORUMIL SDA SUNTER	Yusuf Mulyana, ST	Yusuf Mulyana, ST	Yusuf Mulyana, ST	Yusuf Mulyana, ST

PT. BRANTAS ABIPRAYA
 PT. BRANTAS ABIPRAYA
 PT. BRANTAS ABIPRAYA

LEGENDA:
 ELEVASI TANAH ASLI
 Muka Air
 Galian
 Timbunan
 Pasir
 Timbunan Kembali
 Batas Bertulang

NO. REV. / REV. NO.
 TANGGAL / DATE
 DESKRIPSI / DESCRIPTION

SCALE 1 : 150
 0 1 2 3 4 5 6M

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Lisda Lismaya, lahir di Jakarta tanggal 4 September 1995 sebagai anak pertama dari tiga bersaudara. Anak dari pasangan Asman dan Al Husnah yang bertempat tinggal di Jalan Cempaka I RT 8 RW 11 No 16, kelurahan Cempaka Putih Barat, kecamatan Cempaka Putih, Jakarta Pusat (Kode Pos 10520). Kontak yang dapat dihubungi adalah di nomor +6285719872308 dan email melalui lisdamaya@gmail.com.

Jenjang pendidikan formal yang ditempuh yaitu SDN 15 Pagi (2001-2007), SMPN 137 Jakarta (2007-2010), MAN 3 Jakarta (2010-2013), dan pada tahun 2013 melanjutkan pendidikan sebagai mahasiswa pada Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan (S1) di jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta melalui jalur SNMPTN.

Kegiatan kemahasiswaan yang pernah diikuti penulis semasa kuliah antara lain Lembaga Kajian Mahasiswa (LKM UNJ) sejak tahun 2013-2016 sebagai kepala departemen Humas dan Himpunan Mahasiswa (HIMA) Teknik Sipil UNJ sejak tahun 2014-2015 sebagai staff department *external*. Penulis pernah mengikuti Praktik Kerja Lapangan (PKL) di kontraktor PT. Wika Gedung pada proyek Mangga Besar *Town Square*. Untuk Praktik Keterampilan Mengajar (PKM) dilaksanakan penulis di SMKN 35 Jakarta dengan mengajar Konsruksi Bangunan dan Gambar Teknik, dan juga mengikuti Kuliah Kerja Nyata di desa Banyumekar, Kecamatan Labuan, Kabupaten Pandeglang, provinsi Banten.