



TUGAS AKHIR – RC14 – 1501

**PERENCANAAN DRAINASE SUB DAS KALI
BALONG, SUB DAS KALI KANDANGAN, DAN SUB
DAS KALI SEMEMI**

ANNISA KURNIA SEPTENTIA

NRP. 3114 105 065

Dosen Pembimbing I

Dr. techn. Umboro Lasminto, ST., M.Sc

Dosen Pembimbing II

Yang Ratri, ST., MT

JURUSAN TEKNIK SIPIL

Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2016



FINAL PROJECT – RC14 – 1501

DRAINAGE SYSTEM PLANNING ON BALONG SUB-BASINS, KANDANGAN SUB-BASINS, AND SEMEMI SUB-BASINS

ANNISA KURNIA SEPTENTIA
NRP. 3114 105 065

Supervisor I
Dr. techn. Umboro Lasminto, ST., M.Sc

Supervisor II
Yang Ratri, ST., MT

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2016

**PERENCANAAN DRAINASE SUB DAS KALI
BALONG, SUB DAS KALI KANDANGAN, DAN SUB
DAS KALI SEMEMI**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Lintas Jalur Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

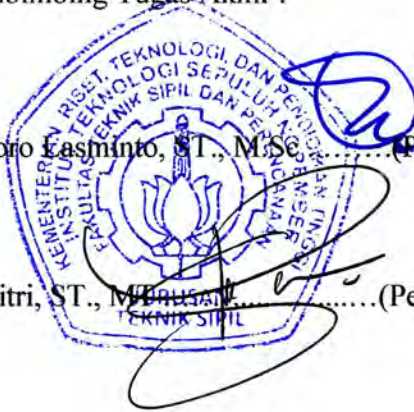
ANNISA KURNIA SEPTENTIA

NRP : 3114 105 065

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

1. Dr.techn. Umboro Easminto, ST., M.Sc.(Pembimbing I)

2. Yang Ratri Savitri, ST., M.Eng.(Pembimbing II)



**SURABAYA
JULI, 2016**

PERENCANAAN DRAINASE SALURAN PRIMER DI SUB DAS KALI BALONG, SUB DAS KALI KANDANGAN, DAN SUB DAS KALI SEMEMI

Nama : Annisa Kurnia Septentia
NRP : 3114105065
Jurusan : Teknik Sipil FTSP ITS
Dosen Pembimbing: Dr.techn.Umboro Lasminto, ST.,M.Sc
Yang Ratri Savitri ST., MT.

Abstrak

Salah satu kawasan kota Surabaya yang sering terjadi banjir adalah pada DAS Gunungsari yang berada pada wilayah Surabaya Barat yang terbagi menjadi tiga sub DAS, yaitu sub DAS Kali Balong, sub DAS Kali Kandangan, dan sub DAS Kali Sememi. Kondisi topografi wilayahnya merupakan dataran rendah dan kondisi geografis yang berbatasan dengan laut menjadikan saluran ini dipengaruhi oleh pasang surut air laut.

Oleh sebab itu perlu direncanakan dimensi saluran yang mampu menampung debit yang mengalir agar tidak terjadi limpasan (banjir). Dalam studi ini untuk analisa hidrologi menggunakan program bantu HEC-HMS.. Sedangkan untuk analisa hidrolika menggunakan program bantu HEC-RAS.

Berdasarkan hasil analisa didapatkan bahwa lebar saluran primer Margomulyo bagian hulu sebesar 10 m dan bagian hilir sebesar 15 m. Untuk lebar bagian hulu Kali Balong sebesar 20 m, dan 48 m pada bagian hilir. Untuk lebar Kali Kandangan bagian hulu sebesar 20 m, dan 30 m pada bagian hilir. Sedangkan untuk Kali Sememi lebar pada bagian hulu sebesar 20 m dan bagian hilir sebesar 38 m.

***Kata kunci : Kali Kandangan, Kali Sememi, Kali Balong, HEC-HMS,
HEC-RAS, Drainase***

DRAINAGE SYSTEM PLANNING ON BALONG SUB-BASINS, KANDANGAN SUB-BASINS, AND SEMEMI SUB-BASINS

Name of Student : Annisa Kurnia Septentia
NRP : 3114105065
Department : Civil Engineering FTSP - ITS
Supervisor : Dr.techn. Umboro Lasminto, ST., M.Sc.
Yang Ratri, ST., MT

Abstract

One of the areas in Surabaya which frequent flooding in the watershed Gunungsari is located in West Surabaya which is divided into three sub-basins which Balong river sub-basins, Kandangan river sub-basins, and Sememi river sub-basins. The topography of Surabaya is lowland and geographical conditions bordering the sea to make this channel is affected by the tide.

Therefore it is necessary to plan the dimensions of the channel that can accommodate the discharge that flows to prevent runoff (flood). In this study for the hydrological analysis using HEC-HMS program. As for the hydraulics analysis using HEC-RAS program.

Based on the analysis results showed that the Margomulyo primary channel the width of upstream section of 10 m and downstream sections of 15 m. On Balong River the width of upstream section of 20 m, and 48 m for downstream section. For the time width Kandangan upstream part of 20 m, and 30 m downstream. As for Kali Sememi width at any part of 20 m upstream and downstream sections of 38 m.

***Key Words : Kandangan River, Sememi River, Balong River,
HEC-HMS, HEC-RAS, Drainage***

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	i
ABSTRAK	ii
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xx
DAFTAR GRAFIK.....	
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Umum	5
2.2 Analisis Hidrologi	5
2.2.1 Distribusi Hujan Wilayah	5
2.2.2 Parameter Dasar Statistik	7
2.2.3 Analisa Distribusi Frekuensi	9
2.2.3.1 Distribusi Normal	10
2.2.3.2 Distribusi Gumbel	10
2.2.3.3 Distribusi <i>Log Person Tipe III</i>	13
2.2.4 Uji kecocokan	15
2.2.4.1 Uji Chi-Kuadrat.....	15
2.2.4.2 Uji <i>Smirnov-Kolmogorof</i>	17
2.2.5 Periode Ulang Hujan (PUH)	19
2.2.6 Analisa Debit.....	19
2.2.6.1 Metode Perhitungan Debit dengan HEC- HMS.....	19
2.2.6.2 Perhitungan Parameter HEC-HMS.....	20
2.2.6.3 Pemodelan HEC-HMS.....	23
2.2.7 Kontrol Debit dengan Hidrograf	24

2.3 Analisis Hidrolika	25
2.3.1 Analisa Penampang Eksisting	25
2.3.2 Analisa Penampang Rencana	26
2.3.3 Analisa Backwater.....	30
BAB III METODOLOGI	31
3.1 Tahap Persiapan	31
3.2 Studi Literatur	31
3.3 Pengumpulan Data	31
3.3.1 Data Primer.....	31
3.3.2 Data Sekunder.....	31
3.4 Sistematika Penyelesaian Masalah	32
3.4.1 Analisa Hidrologi.....	32
3.4.2 Analisa Hidrolika.....	33
3.4.3 Analisa <i>Backwater</i>	33
3.5 Diagram Alir Perencanaan.....	34
3.6 Alur Kegiatan Pengerjaan Tugas Akhir.....	36
BAB IV ANALISIS HIDROLOGI	37
4.1. Analisis Topografi	37
4.2. Daerah Aliran Sungai (DAS)	38
4.3. Analisis Curah Hujan	39
4.4. Perhitungan Parameter Dasar Statistik	44
4.5. Analisa Distribusi Frekuensi	46
4.6. Uji Kecocokan	49
4.6.1 Uji Chi-Kuadrat	49
4.6.2 Uji <i>Smirnov-Kolmogorof</i>	53
4.7. Analisa Debit Banjir Rencana	57
4.7.1 Skema Jaringan.....	57
4.7.2 Nilai Tata Guna Lahan	62
4.7.3 Perhitungan <i>Time Lag</i> (t_L).....	65
4.7.4 Pengisian Parameter pada HEC-HMS	66
4.7.5 Membuat HMS <i>Component Models</i>	71
4.7.5.1 Pembuatan <i>Meteorologic Model</i> (Model Data Curah Hujan).....	71
4.7.5.2 Pembuatan <i>Control Spesifications</i>	72
4.7.5.3 Pembuatan <i>Time Series Data</i>	74

4.7.6	Pengisian Data Pada HMNS <i>Component Models</i>	75
4.7.6.1	Pengisian <i>Time Series Data</i>	75
4.7.6.2	Pengisian <i>Control Specifications</i>	77
4.7.6.3	Pengisian <i>Meteorologic Model</i>	78
4.7.7	Simulasi HMS	79
4.8	Kontrol Debit dengan Hidrograf	81
BAB V	ANALISIS HIDROLIKA	87
5.1	Tinjauan Umum	87
5.2	Analisa Penampang Eksisting	87
5.3	Analisa Penampang Rencana	102
5.3.1	Perencanaan kemiringan dasar saluran.....	102
5.3.2	Perhitungan Dimensi Rencana.....	110
5.3.3	Pemodelan pada HEC-RAS.....	117
5.4	Analisa <i>Backwater</i>	138
5.5	Perbandingan Profil Muka Air Penampang Eksisting dan Setelah Normalisasi	138
BAB VI	PENUTUP	143
6.1	Kesimpulan	143
6.2	Saran.....	144
DAFTAR PUSTAKA	145
LAMPIRAN		

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Loksi <i>Study</i> yang Ditinjau	2
Gambar 2.1	Pendekatan untuk Menghitung Panjang Overland Flow	21
Gambar 3.1	Diagram Alir Perencanaan.....	34
Gambar 4.1	DAS Gunungsari Surabaya.....	37
Gambar 4.2	Peta DAS Gunungsari dan Stasiun Hujan yang ditinjau	39
Gambar 4.3	Poligon <i>Thiessen</i>	41
Gambar 4.4	Tabel Nilai k untuk Distribusi <i>Log Pearson</i> Tipe III.....	48
Gambar 4.5	Skema Jaringan DAS Gunungsari	57
Gambar 4.6	Membuat Project baru pada HMS	58
Gambar 4.7	Pengisian Komponen-Komponen Model pada Program Setting	59
Gambar 4.8	Membuat <i>Basin Model</i>	59
Gambar 4.9	Membuat Nama Basin Model.....	60
Gambar 4.10	<i>Basin Model</i> pada HMS.....	60
Gambar 4.11	Ikon-ikon dan Fungsinya	61
Gambar 4.12	Skema Jaringan pada HMS	61
Gambar 4.13	Peta Tata Guna Lahan DAS Gunungsari	63
Gambar 4.14	Cara Mengisi Data <i>Subbasin Area</i>	66
Gambar 4.15	Pengisian Data Subbasin Area.....	67
Gambar 4.16	Pengisian Data IM, CN, dan <i>Initial</i> <i>Abstraction</i>	68
Gambar 4.17	Cara Mengisi Data pada <i>Transform</i>	68
Gambar 4.18	Pengisian Data <i>Lag Time</i>	69
Gambar 4.19	Cara Mengisi Data Pada <i>Routing</i>	70
Gambar 4.20	Pengisian Data pada <i>Kinematic Wave</i>	70
Gambar 4.21	Membuat <i>Meteorologic Model</i>	71
Gambar 4.22	Pengisian Nama pada <i>Meteorologic</i> <i>Model</i>	71
Gambar 4.23	Tampilan pada <i>Meteorologic Model</i>	72
Gambar 4.24	Membuat <i>Control Spesifications</i>	72

Gambar 4.25	Pengisian Nama pada <i>Control Specifications</i>	73
Gambar 4.26	Tampilan pada <i>Control Specifications</i>	73
Gambar 4.27	Membuat <i>Time Series Data</i>	74
Gambar 4.28	Pengisian Nama pada <i>Time Series Data</i>	74
Gambar 4.29	Tampilan pada <i>Time Series Data</i>	75
Gambar 4.30	Pengisian Data pada <i>Time Series Gage</i>	76
Gambar 4.31	Pengisian Data pada <i>Time Window</i>	76
Gambar 4.32	Pengisian Data pada <i>Table</i>	77
Gambar 4.33	Pengisian Data pada <i>Control Specifications</i>	78
Gambar 4.34	Pengisian Data pada <i>Meteorologic Models</i>	79
Gambar 4.35	Langkah-langkah Simulasi HMS	79
Gambar 4.36	Langkah-langkah Simulasi HMS	80
Gambar 4.37	Langkah-langkah Simulasi HMS	80
Gambar 4.38	Hasil Simulasi HMS	81
Gambar 4.39	Grafik Hidrograf <i>Junction SP.38A</i>	82
Gambar 4.40	Waktu dan Debit pada <i>Junction SP.38A</i>	83
Gambar 5.1	Tampilan HEC-RAS	88
Gambar 5.2	Tampilan Input New Project	88
Gambar 5.3	Tampilan <i>Unit System</i>	89
Gambar 5.4	Tampilan <i>Geometric Data</i>	89
Gambar 5.5	Tampilan <i>Background Pictures on Schematic</i> ...	90
Gambar 5.6	Tampilan <i>Background Picture</i>	90
Gambar 5.7	Tampilan Hasil Sket Kali Balong dan Saluran Primer Margomulyo	91
Gambar 5.8	Tampilan Hasil Sket Kali Kandangan	91
Gambar 5.9	Tampilan Hasil Sket Kali Sememi	92
Gambar 5.10	Tampilan Edit <i>Cross Section</i>	92
Gambar 5.11	Tampilan <i>Cross Section Data</i>	93
Gambar 5.12	Tampilan Penyimpanan <i>Cross Section</i>	94
Gambar 5.13	Memilih <i>Steady Flow Data</i>	94
Gambar 5.14	Debit yang Masuk pada Kali Balong dan Saluran Primer Margomulyo	95

Gambar 5.15	Tampilan <i>Reach Boundary Condition</i>	95
Gambar 5.16	Tampilan <i>Known WS</i>	96
Gambar 5.17	Debit yang Masuk pada Kali Kandangan	96
Gambar 5.18	Debit yang Masuk pada Kali Sememi	97
Gambar 5.19	Memilih <i>Run Steady Flow Analysis</i>	97
Gambar 5.20	Tampilan <i>Run Steady Flow Analysis</i>	97
Gambar 5.21	Hasil <i>Running</i> Penampang Memanjang Kali Balong	98
Gambar 5.22	Hasil <i>Running</i> Penampang Memanjang Saluran Primer Margomulyo	98
Gambar 5.23	Hasil <i>Running</i> Penampang Memanjang Kali Kandangan	99
Gambar 5.24	Hasil <i>Running</i> Penampang Memanjang Kali Sememi	99
Gambar 5.25	Profil Penampang Melintang Kali Balong RS 32	100
Gambar 5.26	Profil Penampang Melintang Saluran Primer Margomulyo RS 18	100
Gambar 5.27	Profil Penampang Melintang Kali Kandangan RS 36	101
Gambar 5.28	Profil Penampang Melintang Kali Sememi RS 53	101
Gambar 5.29	Saluran Penampang Persegi untuk Ruas Hulu Saluran Primer Margomulyo	110
Gambar 5.30	Saluran Penampang Trapesium untuk Ruas Hulu Kali Kandangan	111
Gambar 5.31	Tampilan <i>Save Geometry Data As</i>	117
Gambar 5.32	Tampilan <i>Cross Section</i> Dimensi Rencana	118
Gambar 5.33	Memilih <i>Unsteady Flow Data</i>	118
Gambar 5.34	Tampilan <i>Unsteady Flow Data</i>	119
Gambar 5.35	Tampilan <i>Unsteady Flow Data</i> Saluran Primer Margomulyo dan Kali Balong	120
Gambar 5.36	Tampilan <i>Input Flow/Lateral Inflow</i> <i>Hydrograph</i>	120

Gambar 5.37	Tampilan <i>Stage Hydrograph</i>	121
Gambar 5.38	Tampilan <i>Unsteady Flow Data</i> pada Kali Kandangan	122
Gambar 5.39	Tampilan <i>Unsteady Flow Data</i> pada Kali Sememi	122
Gambar 5.40	Tampilan <i>Copy Current Cross Section</i>	123
Gambar 5.41	Memilih <i>Inline Structure</i> pada <i>Geometric Data</i>	124
Gambar 5.42	Memilih <i>Add an Inline Structure</i>	124
Gambar 5.43	<i>Input River sta</i> Tempat Diletakkan Pintu Air.....	125
Gambar 5.44	Tampilan <i>Inline Gate Editor</i>	126
Gambar 5.45	Tampilan Pemodelan Pintu	127
Gambar 5.46	Tampilan <i>Inline Structure Weir Station Elevation Editor</i>	128
Gambar 5.47	Tampilan Konstruksi Pintu	128
Gambar 5.48	Pengaturan Tinggi Bukaannya Pintu	129
Gambar 5.49	Menentukan Letak Pompa	130
Gambar 5.50	Editor Pengisian Data Pompa	131
Gambar 5.51	Pengisian Data Pada <i>Pump Station Data Editor</i>	131
Gambar 5.52	Pengisian Data Operasional Pompa	132
Gambar 5.53	Memilih <i>Run Unsteady Flow Analysis</i>	133
Gambar 5.54	Tampilan <i>Run Unsteady Flow Analysis</i>	133
Gambar 5.55	Profil Muka Air Saluran Kali Balong Setelah Normalisasi	134
Gambar 5.56	Profil Muka Air Saluran Primer Margomulyo Setelah Normalisasi	134
Gambar 5.57	Profil Muka Air Saluran Kali Kandangan Setelah Normalisasi	135
Gambar 5.58	Profil Muka Air Saluran Kali Sememi Setelah Normalisasi	135
Gambar 5.59	Profil Penampang Melintang Kali Balong RS.33 Setelah Normalisasi	136

Gambar 5.60	Profil Penampang Melintang Saluran Primer Margomulyo RS.18 Setelah Normalisasi	136
Gambar 5.61	Profil Penampang Melintang Kali Kandangan RS.36 Setelah Normalisasi	137
Gambar 5.62	Profil Penampang Melintang Kali Sememi RS.53 Setelah Normalisasi	137

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Pertimbangan Cara yang Dapat Digunakan.....	6
Tabel 2.2	Parameter Statistik untuk Menentukan Jenis Distribusi	9
Tabel 2.3a	Hubungan Reduksi Variat Rata-rata (Y_n) Dengan Jumlah Data (n).....	11
Tabel 2.3b	Hubungan antara deviasi standar dan reduksi variat (S_n) dengan jumlah data (n).....	12
Tabel 2.4	Nilai k Distribusi Pearson Tipe III	14
Tabel 2.5	Nilai Chi Kuadrat Teoritis.....	16
Tabel 2.6	Nilai Kritis (D_0) Untuk Uji Smirnov-Kolmogorov.	18
Tabel 2.7	Harga CN yang Disesuaikan dengan DAS di Indonesia	22
Tabel 3.1	Alur Kegiatan Pengerjaan Tugas Akhir.....	36
Tabel 4.1	Pertimbangan Cara yang Dapat Digunakan	40
Tabel 4.2	Curah Hujan Wilayah tiap Tahun di Das Gunungsari	43
Tabel 4.3	Parameter Dasar Statistik	45
Tabel 4.4	Penentuan Distribusi Curah Hujan	46
Tabel 4.5	Perhitungan <i>Log Pearson</i> Tipe III	47
Tabel 4.6	Perhitungan Chi Kuadrat untuk <i>Log Pearson</i> Tipe III	49
Tabel 4.7	Nilai Variabel Reduksi <i>Gauss</i>	50
Tabel 4.8	Nilai Batas Tiap Kelompok.....	51
Tabel 4.9	Perhitungan Chi Kuadrat Hitung	52
Tabel 4.10	Nilai Chi Kuadrat Teoritis	52
Tabel 4.11	Perhitungan <i>Smirnov Kolmogorov</i> untuk <i>Log Pearson</i> Tipe III	54
Tabel 4.12	Nilai Kritis D_0 untuk Uji <i>Smirnov Kolmogorov</i>	55
Tabel 4.13	Tinggi Hujan Pada Jam ke t	56
Tabel 4.14	Harga CN yang Disesuaikan dengan DAS di Indonesia	63
Tabel 4.15	Tabel Perhitungan Volume Hidrograf	83
Tabel 4.16	Tabel PUH Periode Ulang 10 Tahun	85

Tabel 5.1	Data Elevasi Saluran Primer Margomulyo.....	103
Tabel 5.2	Data Elevasi Kali Balong	104
Tabel 5.3	Data Elevasi Kali Kandangan	106
Tabel 5.4	Data Elevasi Kali Sememi.....	108
Tabel 5.5	Perencanaan Dimensi Saluran Primer Margomulyo	113
Tabel 5.6	Perencanaan Dimensi Kali Balong	113
Tabel 5.7	Perencanaan Dimensi Kali Kandangan	114
Tabel 5.8	Perencanaan Dimensi Kali Sememi.....	115

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GRAFIK

Grafik 5.1	Kemiringan Rencana Saluran Primer Margomulyo	104
Grafik 5.2	Kemiringan Rencana Kali Balong.....	106
Grafik 5.3	Kemiringan Rencana Kali Kandangan	107
Grafik 5.4	Kemiringan Rencana Kali Sememi	109
Grafik 5.5	Perbandingan Profil Muka Air saluran Eksisting dan Perencanaan Saluran Primer Margomulyo ..	139
Grafik 5.6	Perbandingan Profil Muka Air saluran Eksisting dan Perencanaan Kali Balong.....	139
Grafik 5.7	Perbandingan Profil Muka Air saluran Eksisting dan Perencanaan Kali Kandangan	140
Grafik 5.8	Perbandingan Profil Muka Air saluran Eksisting dan Perencanaan Kali Sememi	140

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 1

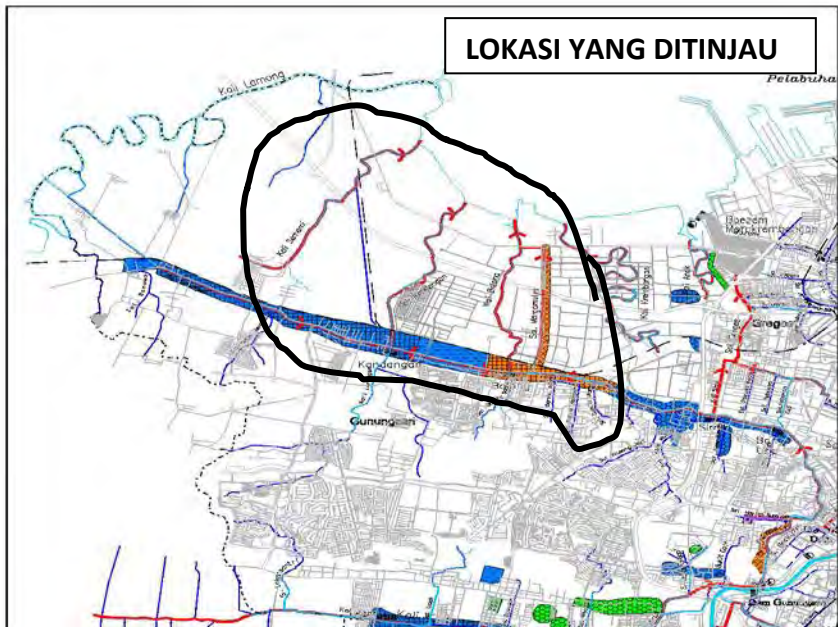
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Surabaya sebagai ibukota Provinsi Jawa Timur berkembang menjadi kota perdagangan dan industri yang mempunyai peranan yang penting dalam kehidupan sosial ekonomi Indonesia. Perkembangan ini menarik minat orang untuk bermigrasi ke Kota Surabaya, sehingga menyebabkan laju pertumbuhan penduduk kota Surabaya meningkat sangat pesat. Karena pertumbuhan penduduk berkembang semakin pesat maka kebutuhan lahan pemukiman juga meningkat. Hal ini mengakibatkan perubahan tata guna lahan yang tidak terencana dan mengurangi daerah konservasi sebagai tempat peresapan air hujan, sehingga menyebabkan banjir di beberapa daerah di Surabaya.

Salah satu kawasan kota Surabaya yang sering terjadi banjir adalah DAS Gunungsari yang berada pada wilayah Surabaya barat. Maka pada tugas akhir ini akan dilakukan perencanaan dimensi saluran primer pada DAS Gunungsari bagian hilir. Perencanaan dilakukan dengan menggunakan program bantu HEC-HMS dan HEC-RAS. HEC-HMS digunakan untuk analisa hidrologi sedangkan HEC-RAS digunakan untuk analisa hidrolika.

Lokasi yang ditinjau adalah di DAS Gunungsari bagian hilir, yaitu di saluran primer Margomulyo, Kali Balong, Kali Kandangan, dan Kali Sememi.



Gambar 1.1 Lokasi *Study* yang Ditinjau

Sumber : *Surabaya Drainage Master Plan*

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang akan dibahas dalam tugas akhir ini adalah :

1. Berapa debit banjir rencana saluran primer Margomulyo, Kali Balong, Kali Kandangan, dan Kali Sememi?
2. Berapakah dimensi penampang saluran yang mampu mengalirkan debit yang mengalir?
3. Apakah ada pengaruh dari *backwater* di Kali Balong, Kali Kandangan, dan Kali Sememi?
4. Bagaimana perbedaan profil muka air antara kondisi eksisting dan setelah normalisasi?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah :

1. Mengetahui debit banjir rencana saluran primer Margomulyo, Kali Balong, Kali Kandangan, dan Kali Sememi.
2. Memperoleh dimensi penampang saluran yang mampu menampung debit yang mengalir.
3. Menganalisa pengaruh *backwater* dan cara mengatasinya.
4. Mendapatkan perbandingan profil muka air antara kondisi eksisting dan setelah normalisasi.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penulisan tugas akhir ini adalah:

1. Debit air yang diperhitungkan hanya debit limpasan air hujan dan tidak memperhitungkan debit saluran dari limbah rumah tangga maupun perkotaan.
2. Tidak memperhitungkan sedimentasi pada saluran drainase.
3. Tidak memperhitungkan rencana anggaran biaya dari perencanaan drainase.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari penulisan ini yaitu :

1. Diharapkan dari penyelesaian tugas akhir ini dapat memberikan masukan dan pertimbangan kepada Pemerintah Kota Surabaya dalam perencanaan perbaikan sistem drainase pada kawasan saluran primer Margomulyo, sub DAS Kali Sememi, sub DAS Kali Kandangan, dan sub DAS Kali Balong.
2. Sebagai bahan acuan bagi pihak tertentu yang ingin melakukan perbaikan pada jaringan drainase di lokasi yang ditinjau.

3. Sebagai bahan referensi atau literatur bagi mahasiswa yang ingin mempelajari evaluasi drainase menggunakan program bantu HEC-HMS dan HEC-RAS.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Data yang digunakan sebagai acuan perencanaan drainase dalam proses pengolahan data adalah sebagai berikut:

- a. Data topografi
- b. Data hidrologi
- c. Data tata guna lahan
- d. Data geometri saluran

Data-data tersebut diambil dari SDMP (Surabaya *Drainage Master Plan*). Sedangkan untuk data hidrologi diperoleh berdasarkan pencatatan yang dilakukan oleh Dinas Pekerjaan Umum yang diambil dari 4 stasiun hujan yang berpengaruh terhadap kawasan DAS Gunungsari, yakni stasiun hujan Kandangan, stasiun hujan Gunungsari, stasiun hujan Gubeng dan stasiun hujan Banyu urip

2.2 Analisa Hidrologi

Analisa hidrologi diperlukan untuk mengetahui karakteristik hidrologi di wilayah DAS Gunungsari Surabaya. Hasil yang diperoleh dari analisa hidrologi ini adalah besarnya debit rencana untuk perencanaan dimensi saluran. Periode ulang yang akan digunakan untuk perencanaan adalah periode ulang 10 tahun. Data yang diperlukan untuk menentukan besarnya debit rencana diperoleh dari data hujan di beberapa stasiun hujan yang berpengaruh pada DAS Gunungsari.

Analisa hidrologi ini meliputi perhitungan distribusi hujan wilayah, perhitungan parameter statistik hidrologi, dan analisis debit dengan HEC-HMS

2.2.1 Distribusi Hujan Wilayah

Data hujan yang diperoleh dari stasiun hujan merupakan hujan yang terjadi pada 1 titik saja/*point rainfall* (Soemarto,1999). Untuk perhitungan hidrologi dibutuhkan

data hujan pada kawasan yang ditinjau sehingga dibutuhkan beberapa stasiun hujan yang akan diubah menjadi curah hujan wilayah. Ada 3 cara yang sering digunakan untuk menentukan curah hujan wilayah, yaitu rata-rata aljabar (aritmatik), Poligon *Thiessen*, dan Isohyet.

Dari ketiga metode diatas perlu dipilih metode yang sesuai pada suatu daerah tangkapan air. Ada ketentuan-ketentuan yang digunakan untuk menentukan metode apa yang akan dipakai seperti Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Pertimbangan Cara yang Dapat Digunakan

Parameter	Kondisi	Cara yang dapat digunakan
Jumlah stasiun hujan	Cukup	Aritmetika, <i>Thiessen Polygon</i> , Isohyet
	Terbatas	Rerata Aritmetik, <i>Thiessen Polygon</i>
Luas Das	>5000 km ² (Besar)	Isohyet <i>Thiessen Polygon</i>
	501 – 5000 km ² (sedang)	
	<500 km ² (kecil)	Rerata Aritmatik
Kondisi Topografi	Pegunungan	<i>Thiessen Polygon</i>
	Dataran	Aljabar
	Berbukit dan Tidak Beraturan	Ishoyet dan <i>Thiessen Polygon</i>

Sumber : Suripin, 1998

Pada kawasan DAS Gunungsari jumlah stasiun hujan yang ada tergolong cukup, yang terletak pada wilayah dataran, dan memiliki luas DAS < 500 km², maka untuk menghitung curah hujan digunakan cara Poligon *Thiessen*, Rerata Aritmatik, dan Aljabar.

Cara *Thiessen* ini memberikan hasil yang lebih teliti dari pada cara Aljabar rata-rata (Suyono, 2006). Oleh karena itu

untuk perhitungan curah hujan wilayah menggunakan metode Poligon *Thiessen*.

$$\bar{R} = \frac{A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + A_3 \cdot R_3 + \dots + A_n \cdot R_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n}$$

Dimana :

\bar{R} = tinggi hujan rata-rata

A = luas daerah aliran

A_1 = luas daerah pengaruh stasiun 1

R_2 = tinggi hujan pada stasiun

Sumber: Suyono, 2006

2.2.2 Parameter Dasar Statistik

Dalam statistik ada beberapa parameter yang berkaitan dengan analisis data, yaitu meliputi rata-rata, standart deviasi, koefisien *skewness*, dan koefisien kurtosis. Parameter statistik ini digunakan untuk menentukan distribusi frekuensi yang akan digunakan. Berikut setiap jenis distribusi mempunyai parameter statistik yang terdiri dari :

- Nilai rata-rata tinggi hujan

Tinggi rata-rata hujan diperoleh dari rata-rata penakaran tinggi hujan. Rumus yang digunakan :

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

Dimana :

\bar{X} : rerata (mm)

X_i : variabel random (mm)

n : jumlah data

Sumber: Triatmojo, 2010

- Standar Deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Dimana :

Sd : standar deviasi

\bar{X} : nilai curah hujan rata-rata (mm)

X_i : variabel random (mm)

n : jumlah data

Sumber: Soewarno, 1995

- Koefisien Kemencengan (Cs)

Koefisien Kemencengan disebut juga Koefisien *Skewness* adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan dari suatu bentuk distribusi (Soewarno, 1995). Dapat dihitung menggunakan rumus :

$$Cs = \frac{n}{(n - 1)(n - 2)s^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3$$

Dimana :

Cs : koefisien *skewness*

Sd : *standart deviasi*

\bar{X} : nilai rata-rata curah hujan (mm)

X_i : variabel random (mm)

n : jumlah data

Sumber : Triatmojo, 2010

- Koefisien Keruncingan (Ck)

Koefisien Keruncingan atau disebut juga dengan Koefisien Kurtosis adalah nilai yang digunakan untuk mengukur keruncingan suatu kurva distribusi (Soewarno, 1995). Koefisien kurtosis dapat dihitung dengan rumus :

$$Ck = \frac{n^2 \cdot \sum(X_i - \bar{X})^4}{(n - 1)(n - 2)Sd^4}$$

Dimana :

Ck : koefisien kurtosis

Cv : koefisien variasi

n : jumlah data

Sd : standar deviasi

\bar{X} : nilai rata-rata curah hujan (mm)

X_i : variabel random (mm)

Sumber : Triatmojo, 2010

Perhitungan curah hujan rencana dihitung dengan analisis distribusi frekuensi. Distribusi frekuensi yang digunakan diantaranya adalah distribusi normal, distribusi gumbel, distribusi *log pearson tipe III*.

Setiap distribusi memiliki syarat-syarat parameter statistik. Adapun syarat-syarat parameter statistik dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2.2. Parameter Statistik untuk Menentukan Jenis Distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Normal	$Cs = 0$
		$Ck = 3$
2	Log Normal	$Cs = Cv^3 + 3 Cv$
		$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$
3	Gumbel	$Cs = 1.14$
		$Ck = 5.4$
4	<i>Log Pearson III</i>	Selain dari nilai diatas / flexibel

Sumber : Triatmodjo, 2010

2.2.3 Analisa Distribusi Frekuensi

Ada beberapa distribusi yang sering digunakan pada analisis hidrologi, yaitu :

- Distribusi Normal
- Distribusi Gumbel
- Distribusi *Log Person Tipe III*

Sebelum dilakukan perhitungan analisis frekuensi dari data yang tersedia, terlebih dahulu dilakukan pemilihan distribusi yang sesuai berdasarkan parameter statistik.

2.2.3.1 Distribusi Normal

Distribusi normal disebut pula Distribusi *Gauss*. Persamaan umum yang digunakan adalah :

$$X = \bar{X} + k.S$$

Dimana :

X : perkiraan nilai yang diharapkan terjadi dengan besar peluang tertentu atau pada periode ulang tertentu.

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

S : deviasi standar nilai variat

k : faktor frekuensi, merupakan fungsi dari pada peluang atau periode ulang dan tipe model matematik dari distribusi peluang yang digunakan untuk analisis peluang.

Sumber : Soewarno, 1995

2.2.3.2 Distribusi Gumbel

Persamaan Distribusi Gumbel adalah :

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

Dimana :

X : nilai variat yang diharapkan terjadi

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

Y : nilai reduksi variat dari variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang tertentu, atau dapat dihitung dengan rumus :

$$Y = -\ln \left[-\ln \frac{T-1}{T} \right]$$

Untuk $T \geq 20$, maka $Y = \ln T$

- Y_n : nilai rata-rata dari reduksi variat (*mean of reduced variate*) nilainya tergantung dari jumlah data (n) dan dapat dilihat pada Tabel 2.3 A
- S_n : deviasi standar dari reduksi variat (*standard deviation of the reduced variate*), nilainya tergantung dari jumlah data (n) dan dapat dilihat pada Tabel 2.3 B

Sumber : Soewarno, 1995

Tabel 2.3.A Hubungan Reduksi Variat Rata-Rata (Y_n) dengan jumlah data (n)

n	Y_n	n	Y_n	n	Y_n
10	0,4952	41	0,5442	72	0,5552
11	0,4996	42	0,5448	73	0,5555
12	0,5053	43	0,5453	74	0,5557
13	0,5070	44	0,5258	75	0,5559
14	0,5100	45	0,5463	76	0,5561
15	0,5128	46	0,5468	77	0,5563
16	0,5157	47	0,5473	78	0,5565
17	0,5181	48	0,5447	79	0,5567
18	0,5202	49	0,5481	80	0,5569
19	0,5220	50	0,5485	81	0,5570
20	0,5235	51	0,5489	82	0,5572
21	0,5252	52	0,5493	83	0,5574
22	0,5268	53	0,5497	84	0,5576
23	0,5283	54	0,5501	85	0,5578
24	0,5296	55	0,5504	86	0,5580
25	0,5309	56	0,5508	87	0,5581
26	0,5320	57	0,5511	88	0,5583
27	0,5332	58	0,5515	89	0,5585
28	0,5343	59	0,5518	90	0,5586
29	0,5353	60	0,5521	91	0,5587

n	Y_n	n	Y_n	n	Y_n
30	0,5362	61	0,5524	92	0,5589
31	0,5371	62	0,5527	93	0,5591
32	0,5380	63	0,5530	94	0,5592
33	0,5388	64	0,5533	95	0,5593
34	0,5396	65	0,5535	96	0,5595
35	0,5403	66	0,5538	97	0,5596
36	0,5410	67	0,5540	98	0,5598
37	0,5418	68	0,5543	99	0,5599
38	0,5424	69	0,5545	100	0,5600

Tabel 2.3.B Hubungan antara Deviasi Standar dan Reduksi Variat (S_n) dengan Jumlah Data (n)

n	σ_n	n	σ_n	n	σ_n
10	0,9497	41	1,1436	72	1,1873
11	0,9676	42	1,1458	73	1,1881
12	0,9833	43	1,1480	74	1,8900
13	0,9972	44	1,1490	75	1,1898
14	1,0098	45	1,1518	76	1,1906
15	1,0206	46	1,1538	77	1,1915
16	1,0316	47	1,1557	78	1,1923
17	1,0411	48	1,1574	79	1,1930
18	1,0493	49	1,1590	80	1,1938
19	1,0566	50	1,1607	81	1,1945
20	1,0629	51	1,1623	82	1,1953
21	1,0696	52	1,1638	83	1,1959
22	1,0754	53	1,1653	84	1,1967
23	1,0811	54	1,1667	85	1,1973
24	1,0864	55	1,1681	86	1,1980
25	1,0914	56	1,1696	87	1,1987
26	1,0961	57	1,1708	88	1,1994
27	1,1004	58	1,1721	89	1,2001
28	1,1047	59	1,1734	90	1,2007

n	σ_n	n	σ_n	n	σ_n
29	1,1086	60	1,1747	91	1,2013
30	1,1124	61	1,1759	92	1,2020
31	1,1159	62	1,1770	93	1,2026
32	1,1193	63	1,1782	94	1,2032
33	1,1226	64	1,1793	95	1,2038
34	1,1255	65	1,1803	96	1,2044
35	1,1285	66	1,1814	97	1,2049
36	1,1313	67	1,1824	98	1,2055
37	1,1339	68	1,1834	99	1,2060
38	1,1363	69	1,1844	100	1,2065

Sumber : Soewarno, 1995

2.2.3.3 Distribusi Log Person Tipe III

Prosedur untuk menentukan kurva distribusi *log person tipe III* adalah :

- 1) Tentukan logaritma dari semua nilai variat X
- 2) Hitung nilai rata-ratanya :

$$\overline{\log x} = \frac{\sum \log x}{n}$$

n = jumlah data

- 3) Hitung nilai deviasi standar dari log X :

$$S \log \bar{X} = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n - 1}}$$

- 4) Hitung nilai koefisien kemencengan

$$Cs = \frac{n \sum (\log X - \overline{\log X})^3}{(n - 1)(n - 2)(S \overline{\log X})^3}$$

Sehingga persamaan umum dari log pearson III adalah :

$$\log X = \overline{\log X} + k \cdot (S \cdot \overline{\log X})$$

- 5) Menentukan anti log dari log X, untuk mendapatkan nilai X yang diharapkan terjadi pada tingkat peluang atau periode tertentu sesuai dengan CS nya. Nilai k dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2.4 Nilai k Distribusi Pearson tipe III

(CS)	Periode Ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,360	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,707	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,053	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,761	2,000	2,252	2,482	3,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,196	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,161	1,197	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,063	1,087	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	1,995	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,711	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

Sumber : Soewarno, 1995

2.2.4 Uji Kecocokan

Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk menguji apakah jenis distribusi yang dipilih sesuai dengan data yang ada, yaitu uji Chi-Kuadrat dan *Smirnov-Kolmogorov* (Bambang Triatmojo, 2010).

2.2.4.1 Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili dari distribusi statistik sampel data yang dianalisis (Soewarno, 1995). Parameter Chi-kuadrat dihitung dengan rumus:

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

Dimana :

Xh^2 = Parameter chi kuadrat terhitung

G = jumlah sub kelompok

O_i = jumlah nilai pengamatan pada sub kelompok ke i

E_i = jumlah nilai teoritis pada sub kelompok ke i

Prosedur uji Chi-kuadrat adalah :

- 1) Urutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya)
- 2) Kelompokkan data menjadi G sub-group, tiap-tiap sub group minimal 4 data pengamatan. Pengelompokan data (G) dapat dihitung dengan rumus :
 $G = 1 + 1,37 \text{ Ln } (n)$
 n = jumlah data
- 3) Jumlahkan data pengamatan sebesar O_i tiap-tiap sub group.
- 4) Jumlahkan data dari persamaan distribusi yang digunakan sebesar E_i .
- 5) Pada tiap sub grup hitung nilai :

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

- 6) Jumlah seluruh G sub-grup nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$ untuk menentukan nilai chi kuadrat.
- 7) Tentukan derajat kebebasan $dk = G - R - 1$ (nilai $R=2$ untuk distribusi normal dan binominal, dan nilai $R=1$ untuk distribusi *Poisson*).
- 8) Parameter X^2 merupakan variabel acak. Peluang untuk mencapai nilai X^2 sama atau lebih besar dari pada nilai chi kuadrat yang sebenarnya (X^2) bisa dilihat pada Tabel 2.5 .

Sumber : Soewarno,1995

Tabel 2.5 Nilai Chi Kuadrat Teoritis

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	0,0100	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	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,582	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	36,172	38,076	41,638	44,181

dk	α derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
24	9,886	10,856	12,401	13,848	36,415	39,364	42,980	45,558
25	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

Sumber : Soewarno, 1995

2.2.4.2 Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorov*, sering juga disebut juga uji kecocokan non parametik (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Soewarno, 1995).

Prosedurnya adalah sebagai berikut :

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

$$X_1 = P(X_1)$$

$$X_2 = P(X_2)$$

$$X_m = P(X_m)$$

$$X_n = P(X_n)$$

$$P(X) = \frac{m}{n + 1}$$

$$P(X <) = 1 - P(X)$$

Dimana :

P(X) = Peluang

m = nomor urut kejadian

n = jumlah data

- 2) Tentukan masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya) :

$$X_1 = P'(X_1)$$

$$X_2 = P'(X_2)$$

$$X_m = P'(X_m)$$

$$X_n = P'(X_n)$$

$$f(t) = \frac{x - \bar{x}}{Sd}$$

Dimana :

F(t) = distribusi normal standar

x = curah hujan

\bar{x} = curah hujan rata-rata

- 3) Tentukan peluang teoritis yang terjadi pada nomor ke-m $P'(X_m)$, peluang teoritis tersebut didapat dari tabel.
- 4) Tentukan peluang pengamatan dari rumus:
 $P(X_m) = 1 - P'(X_m)$
- 5) Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis, $D_{max} = [P(X_m) - P'(X_m)]$
- 6) Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov test*) tentukan harga D_0 (lihat Tabel 2.6)
- 7) Apabila D lebih kecil dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, namun apabila D lebih besar dari D_0 maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

Sumber : Soewarno,1995.

Tabel 2.6 Nilai Kritis D_0 untuk Uji Smirnov-Kolmogorov

N	α (derajat kepercayaan)			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,34	0,4
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,2	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,2	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23

Sumber : Soewarno,1995

2.2.5 Periode Ulang Hujan (PUH)

Dari perhitungan uji kecocokan, akan diketahui jenis distribusi yang akan digunakan curah hujan rencananya. Selanjutnya curah hujan rencana tersebut diubah menjadi PUH (Periode Ulang Hujan) yang akan digunakan sebagai input di HEC RAS. Rumus perhitungan PUH sebagai berikut:

$$R_t = \frac{R_{24}}{t} \times \left(\frac{t}{t_{ke} - n} \right)^{2/3}$$

$$R'_t = t \cdot R_t - (t - 1) \cdot (R_{(t-1)})$$

Dimana :

R_{24} = Tinggi hujan hasil perhitungan distribusi hujan (mm)

R_t = Tinggi hujan pada waktu ke -t (mm)

R'_t = Tinggi hujan pada waktu ke-t yang digunakan sebagai input pada HMS (mm)

t = waktu yang digunakan (4 jam)

Sumber : Power Point Hidrologi

Karena lama hujan di Surabaya menurut SDMP paling lama adalah 4 jam/hari. Maka t yang digunakan adalah 4 jam.

2.2.6 Analisa Debit

Analisa debit dimaksudkan untuk menghitung besarnya debit banjir rencana yang terjadi, yang nantinya akan digunakan untuk perencanaan saluran. Dalam tugas akhir ini, digunakan program bantu HEC-HMS untuk memperoleh debit banjir pada setiap saluran.

2.2.6.1 Metode Perhitungan Debit dengan HEC-HMS

Pada pemodelan HEC-HMS terdapat beberapa metode perhitungan limpasan (*runoff*) yang dapat kita gunakan, yaitu (*HEC-HMS Technical Reference Manual, 2000:38*):

1. *The initial and constant-rate loss model*,
2. *The deficit and constant-rate loss model*,
3. *The SCS curve number (CN) loss model (composite or gridded)*, dan
4. *The Green and Ampt loss model*

Karena data yang tersedia adalah data karakteristik *catchment area* yang berupa luas, panjang, kemiringan dan data tata guna lahan, maka digunakan metode *SCS curve number (CN)* yang dianggap paling mudah di aplikasikan dalam perhitungan.

2.2.6.2 Perhitungan Parameter HEC-HMS

Parameter yang dibutuhkan sebagai data inputan HEC-HMS dengan metode *Soil Conservation Service (SCS)* meliputi: tinggi hujan, nilai *impervious*, nilai *curve number*, nilai rata-rata kemiringan lahan, dan *time lag*.

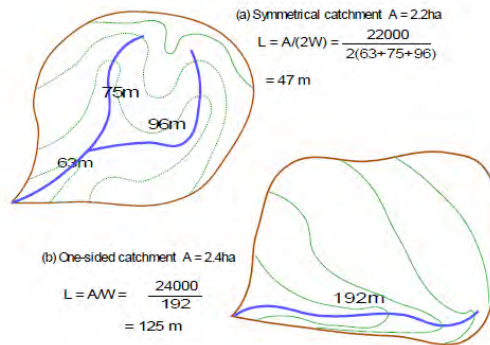
Sebelum melakukan pemodelan HEC-HMS, perlu perhitungan data yang digunakan sebagai input parameter pada HMS. Perhitungan data tersebut adalah :

1. Perhitungan luas *catchment* tiap saluran. Untuk perhitungan luas bisa diketahui dengan bantuan *autocad*. Dengan cara ketik *area*, klik *catchment* yang akan dicari luasnya, kemudian klik *enter*, maka akan keluar secara otomatis berapa luas dari *catchment area* tersebut.
2. Perhitungan panjang aliran permukaan (*overland flow*). Untuk *catchment* simetrik dapat dihitung dengan persamaan:

$$\text{Panjang} = \frac{\text{Luas}}{2 \times \text{panjang saluran}}$$

Sedangkan untuk daerah aliran satu sisi, panjang aliran permukaan dapat dihitung:

$$\text{Panjang} = \frac{\text{Luas}}{\text{panjang saluran}}$$



Gambar 2.1 Pendekatan untuk menghitung panjang *overland flow*

Sumber : Modul Hidrologi 8

3. Perhitungan kemiringan rata-rata lahan. Cara menghitungnya dengan cara :

$$Y = \frac{t1 - t2}{L} \times 100\%$$

Dimana :

Y = kemiringan rata-rata lahan

t1 = elevasi di titik awal/bagian tinggi (m)

t2 = elevasi di bagian akhir/bagian rendah (m)

L = panjang saluran dari titik awal ke akhir (m)

Sumber : Modul Hidrologi 8

4. Perhitungan nilai *Impervious* dan *Curve Number*. Nilai *Impervious* adalah nilai kedap air, sedangkan *Curve Number* adalah nilai serap air. Perhitungan nilai IM dan CN tiap *catchment* dihitung menggunakan prosentase dengan nilai-nilai tata guna lahan DAS Gunungsari yang telah diinterpretasikan sesuai dengan kelompok-kelompok

penggunaan lahan dengan karakteristik air limpasan yang berbeda.

Tabel 2.7 Harga CN yang Disesuaikan dengan DAS di Indonesia

Kelompok Penggunaan Lahan untuk Pematasan	Kedap Air %	Serap Air CN
<u>Areal pemukiman (dengan kepadatan penduduk):</u>		
50-150 orang/ha (kawasan perumahan baru)	85	74
50-150 orang/ha (kawasan perumahan lama)	70	74
150-250 orang/ha	85	79
250-350 orang/ha	90	84
Lebih dari 350 orang/ha	95	88
<u>Lahan terbuka :</u>		
Rerumputan (>75%)	0	74
Campuran (wilayah rerumputan 25-75%)	0	79
<u>Lain-lain :</u>		
Industri, bisnis, dan perdagangan	95	88
Fasilitas umum/kampus	70	79
Jalan utama, areal parkir motor dsb	100	

Sumber : Surabaya Drainase Master Plan Report

5. Perhitungan *Time Lag* (t_L)

Sedangkan untuk *time lag* bisa dihitung dengan rumus :

$$t_L = \frac{L^{0,8} x (S + 1)^{0,7}}{1900 x Y^{0,5}}$$

Dimana :

t_L = waktu antara datangnya hujan dengan waktu terjadinya debit puncak

L = panjang *over land flow* (ft)

S = retensi maksimum (inchi)

S = 1000/CN-10

CN = *Curve Number* yang berisi pengaruh dari tanah, tata guna lahan, kondisi hidrologi dan *soil moisture*.

Y= kemiringan rata-rata lahan (%)

Sumber : Modul Hidrologi 8

2.2.6.3 Pemodelan HEC-HMS

Setelah perhitungan parameter yang akan diinputkan pada HEC HMS selesai, maka langkah berikutnya adalah pemodelan. Langkah-langkah pemodelan HEC-HMS adalah:

1. Pembuatan Skema Jaringan
2. Pengisian parameter pada HEC-HMS.
 - a. Pengisian luas *catchment* diisi di menu ***Parameter*** → ***Subbasin area***.
 - b. Pengisian panjang *overland flow*, *manning*, *width* diisi di menu ***Parameter*** → ***Routing*** → ***Kinematic Wave***.
 - c. Pengisian nilai IM dan CN diisi di menu ***Parameter*** → ***Loss*** → ***SCS Curve Number***.
 - d. Pengisian *Time Lag* diisi di menu ***Parameter*** → ***Transform*** → ***SCS Unit Hydrograph***.
3. Membuat HMS *Component Models*
 - a. *Meteorologic Model* adalah model data curah hujan. Pembuatannya dengan menu ***Component*** → ***Meteorologic Model Manager***.
 - b. *Control Spesifications* memuat input waktu kapan dimulai dan berakhirnya eksekusi (*running*) dari program serta interval waktu yang diinginkan (15 menit, 1 jam, atau 1 hari). Pembuatannya dengan cara ***Component*** → ***Control Spesifications Manager***.
 - c. *Time-Series Data* beberapa tipe data yang akan digunakan dalam aplikasi model HEC-HMS dapat dibuat. Diantaranya adalah data hujan dan data debit. Pembuatannya dengan menu ***Component*** → ***Time Series Data Manager***.
4. Pengisian data pada HMS *Component Models*
 - a. Pengisian data pada *Time-Series Data*. Pengisian data hujan pada *Time-Series Data* ini dengan cara klik ***Time Series Data*** → ***Precipitation Gages***.

- b. Pengisian data pada *Control Spesification*. Untuk pengisian waktu pada *control spesification* ini dengan cara klik ***Control Spesification*** → ***Control 1***.
 - c. Pengisian data pada *Meteorologic Models*. Untuk pengisian model data curah hujan ini dengan cara klik ***Meteorologic models*** → ***Met 1*** → ***Specified Hyterograph***.
5. Simulasi HMS
Setelah semua parameter dan data terisi, maka HMS bisa disimulasi (*running*) untuk mendapatkan data debit pada saluran tersier, sekunder, dan primer. Untuk simulasi, klik ***Compute*** → ***Create Compute*** → ***Simulation Run***.

2.2.7 Kontrol Debit dengan Hidrograf

Hasil simulasi pada HMS memberikan hasil berupa inflow dan outflow pada tiap *catchment area*. Untuk mengetahui permodelan dengan HMS benar apa tidak, maka perlu di kontrol debit dengan hidrograf

Cara untuk kontrol hidrograf ini adalah, klik ***result***, kemudian cari saluran yang akan di kontrol debitnya. Kemudian klik ***Graph***, maka aka muncul grafik hidrograf dari saluran tersebut.

Dari grafik tersebut, bisa dihitung volume tiap jam dengan cara mencari luasan dari debit pada tiap jam. Perhitungan luasan tiap jam tergantung pada bentuk grafik per jam. Jika bentuk grafik segitiga maka luasan dihitung dengan menggunakan rumus segitiga. Jika grafik berbentuk trapesium, maka luasan juga dihitung dengan luasan trapesium.

Setelah volume diketahui, selanjutnya dihitung curah hujan efektifnya dengan cara:

$$Reff = \left(\frac{\text{total volume (m}^3\text{)}}{\text{luas catchment saluran yang ditinjau (m}^2\text{)}} \right) \times 1000$$

Curah hujan dari perhitungan hidrograf akan dibandingkan dengan penjumlahan PUH selama 4 jam pada perhitungan 2.2.5 . Jika hasil curah hujan efektif mendekati dengan penjumlahan PUH, maka pemodelan HMS benar dan bisa digunakan sebagai input HEC-RAS.

2.3 Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit rencana. Dalam studi ini perhitungan analisa hidrolika menggunakan pemodelan HEC-RAS.

Data-data yang diperlukan dalam analisa hidrolika ini meliputi :

1. Penampang memanjang sungai
2. Potongan melintang sungai
3. Data debit yang melalui sungai
4. Angka *manning* penampang sungai

Analisa hidrolika ini terdiri dari analisa penampang eksisting dan analisa penampang rencana.

2.3.1 Analisa Penampang Eksisting

Analisa penampang eksisting ini bertujuan untuk mengetahui apakah kondisi eksisting saluran mampu menampung debit yang direncanakan. Modul aliran yang digunakan adalah *steady flow data*.

Steady flow data adalah aliran yang mana kondisi alirannya (kecepatan, tekanan, densitas, dsb) tidak berubah dengan waktu.

Untuk membuat model aliran eksisting, input data yang digunakan adalah:

1. Data Geometri yang meliputi skema alur saluran yang ditinjau, data penampang memanjang dan melintang sungai.
2. Data debit yang masuk ke saluran berdasarkan pemodelan HEC-HMS

3. Data hidrolika yang meliputi; koefisien *manning* (n) yang menunjukkan kekasaran dasar saluran dan tanggul kanan kiri.

Langkah-langkah yang harus dilakukan untuk analisa penampang eksisting :

1. Membuat sket saluran yang ditinjau dengan cara klik menu ***Edit*** → ***Geometric Data***.
2. Input data cross section saluran dengan cara klik menu ***Edit*** → ***Geometric Data*** → ***Cross Section*** → ***Options*** → ***Add new cross section***.
3. Input data debit yang diperoleh dari pemodelan HEC-HMS. Untuk memasukkan data debit pilih menu ***Edit***→***Steady Flow Data***.
4. Simulasi HEC-RAS

Setelah semua data selesai di input, maka HEC-RAS bisa disimulasi (*running*) untuk mengetahui profil muka air penampang eksisting dan mengetahui apakah penampang eksisting mampu menampung debit yang direncanakan.

2.3.2 Analisa Penampang Rencana

Analisa ini disebut juga normalisasi, bertujuan untuk mendapatkan dimensi yang bisa menampung debit yang mengalir. Modul yang digunakan adalah *unsteady flow data*.

Unsteady flow data adalah aliran yang mana kondisi alirannya (kecepatan, tekanan, densitas, dsb) berubah dengan waktu. Langkah-langkah untuk analisa penampang rencana adalah:

1. Perencanaan kemiringan dasar saluran
Perencanaan berdasarkan dengan kondisi eksisting, diambil rata-rata dari kemiringan eksisting hulu sampai hilir. Kemudian dibuat elevasi dasar saluran yang baru sehingga akan menghasilkan kemiringan rencana. Rumus perhitungan kemiringan sebagai berikut :

$$I = \frac{t1 - t2}{L}$$

Dimana :

I = kemiringan dasar saluran

t1= elevasi di titik awal/bagian tinggi (m)

t2= elevasi di bagian akhir/bagian rendah (m)

L= panjang saluran dari titik awal ke akhir (m)

2. Perhitungan Dimensi Rencana

Bertujuan untuk mendapatkan dimensi yang bisa menampung debit yang mengalir. Perhitungan ini dihitung di excel dengan rumus *mannning*. Hasil dimensi yang sesuai kemudian akan dimodelkan di HEC-RAS.

Rumus *manning*: $Q = \frac{1}{n} \times I^{1/2} \times R^{2/3} \times A$

Dimana :

Q : Debit aliran (m³/s)

A : Luas penampang basah (m²)

n : Koefisien kekasaran *manning*

R : Jari-jari hidrolis sungai (m)

I : Kemiringan hidraulik sungai

3. Pemodelan pada HEC-RAS

Setelah diketahui dimensi yang bisa menampung debit perencanaan yang mengalir, dimensi tersebut bisa dimodelkan pada HEC-RAS. Proses pemodelan HEC-RAS hampir sama dengan pemodelan pada kondisi eksisting. Adapun tahapannya sebagai berikut:

a) *Save as geometry data*

Pada *geometry data* kondisi eksisting sket saluran yang ditinjau telah dibuat, agar tidak membuat sket lagi maka *geometry data* perlu di *save as* dan disimpan dengan nama yang berbeda, dengan cara klik **File** → **Save Geometry Data As** → **Isikan nama file pada Title** → **OK**.

- b) *Input* data dimensi penampang rencana
Sama seperti tahapan pada pengisian data pada kondisi eksiting, klik ***cross section*** pada *geometric data*. Pilih ***Cross Section***→***Options***→***Add new cross section***. Isikan data-data perencanaan. Setelah semua data diisi, klik *apply data*. Kemudian akan muncul bentuk penampang sesuai dengan data *cross section* yang dimasukkan.
- c) *Input* data debit (*Unsteady Flow Data*)
Data debit diperoleh dari pemodelan HEC-HMS. Debit yang dimasukkan pada HEC-RAS adalah debit jam-jaman atau debit yang berupa *unit hydrograph* yang masuk ke tiap saluran primer dan lateral inflow yang terdapat pada saluran primer tersebut. Untuk memasukkan data debit pilih menu ***Edit*** → ***Unsteady Flow Data***. Pada *boundary condition* klik *flow/lateral hydrograph*. Isikan data debit yang masuk.
- d) Run program
Setelah semua data selesai dimasukkan, pilih ***Run***→***Unsteady Flow Analysis***.

4. Pemodelan pintu air pada HEC-RAS

Tahapan pemodelan pintu pada HEC-RAS adalah sebagai berikut:

- a) *Save as geometry data* normalisasi
Agar tidak *input* data dari awal, maka perlu *save as geometry data* hasil normalisasi. klik ***File*** →***Save Geometry Data As***→**Isikan nama file pada *Title*** → ***OK***.
- b) Menentukan letak pintu air
Tentukan letak pintu air yang akan dipasang pintu air kemudian buat *cross section* baru. Pada *geometry data* klik ***cross section*** → ***cari cross section yang akan di***

copy → **Options** → *Copy current cross section* → **ketik nama RS pada kolom River Sta.**

c) *Inline Structure*

Setelah membuat *cross section* baru klik *inline structure* pada *editor geometric data*. Kemudian klik **Options** → **Add an Inline Structure**. Klik **Gate**, kemudian isikan berapa tinggi dan lebar pintu rencana. Klik **weir/embankment**, ini bertujuan untuk memodelkan struktur beton di sekitar pintu air. Pada *distance* isikan jarak dari *river sta* ke lokasi pintu air, *width* adalah tebal pintu air, sedangkan untuk *station* dan *elevation* isikan jarak dan elevasi tanggul pada *river sta* lokasi pintu air.

d) Pengisian *unsteady flow data*

Setelah pemodelan pintu selesai langkah selanjutnya adalah mengatur tinggi bukaan pintu. Untuk mengatur tinggi bukaan pintu klik menu **Edit** → **Unsteady Flow Data**. Pada *boundary condition* klik **T.S Gate Openings**. Isikan tinggi bukaan pintu.

e) Simulasi program

Setelah semua data selesai dimasukkan, pilih **Run** → **Unsteady Flow Analysis**.

5. Pemodelan pompa air pada HEC-RAS

Tahapan pemodelan pompa pada HEC-RAS adalah sebagai berikut:

a) Menentukan letak pompa

Tentukan *cross section* yang akan dipasang pompa kemudian buat *cross section* baru.

b) Operasional Pompa

Pada *geometric data* klik *pump station*, kemudian isikan data pada *pump station data editor*. Data yang diisi antara lain letak pompa di *cross section* mana, elevasi tertinggi

dari letak pompa, kapasitas pompa, jumlah pompa yang beroperasi, elevasi dimana pompa akan mulai beroperasi dan elevasi dimana pompa berhenti beroperasi.

c) Simulasi program

Setelah semua data selesai dimasukkan, pilih ***Run→Unsteady Flow Analysis.***

2.3.3 Analisa Backwater

Backwater terjadi akibat pengaruh pasang surut di muara sungai yaitu pada saat permukaan air laut melebihi permukaan air sungai, sehingga alirannya berbalik dari laut masuk menuju sungai. Tentunya hal ini dapat berpengaruh terhadap sungai itu sendiri diantaranya adalah banjir karena meluapnya air.

Untuk menghindari *backwater* bisa dengan perencanaan pintu air. Akan tetapi jika nilai pasang surut rendah dan pengaruh *backwater* kecil, maka bisa direncanakan tanggul saja.

BAB III METODOLOGI

Dalam penulisan tugas akhir ini metode pengerjaan yang digunakan adalah:

3.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan ini untuk menentukan lokasi yang ditinjau untuk pengerjaan tugas akhir. Lokasi yang ditinjau adalah saluran primer di DAS Gunungsari bagian hilir, yaitu di saluran primer Margomulyo, Kali Balong, Kali Kandangan, dan Kali Sememi.

3.2 Studi Literatur

Mempelajari ilmu-ilmu dan mencari referensi tentang drainase, HEC-HMS, dan HEC-RAS untuk menunjang pengerjaan tugas akhir.

3.3 Pengumpulan Data

Pengumpulan data diperoleh dari data primer dan data sekunder.

3.3.1 Data Primer :

Data primer yang harus dikumpulkan antara lain:

- a) Data pengukuran dan survei
Data yang didapat adalah dimensi saluran eksisting saluran yang ditinjau dan arah aliran.

3.3.2 Data Sekunder:

Data sekunder yang harus dikumpulkan antara lain:

- a) Peta jaringan saluran drainase
- b) Peta lokasi dan peta DAS Gunungsari
- c) Peta topografi
- a) Data curah hujan
Data hujan diperlukan dari 4 stasiun pencatat curah hujan, yaitu stasiun hujan Kandangan, stasiun hujan Banyu urip, stasiun Gubeng dan stasiun hujan

Gunungsari. Data curah hujan tersebut kemudian dijadikan input dalam program bantu HEC-HMS.

b) Data tata guna lahan.

Data tata guna lahan ini diperlukan untuk mendapatkan nilai koefisien pengaliran pada DAS Gunungsari.

3.4 Sistematika Penyelesaian Masalah

Penyusunan penyelesaian masalah berdasarkan perencanaan pengendalian banjir, yaitu meliputi:

3.4.1 Analisa Hidrologi

Pada tahap analisa hidrologi akan dilakukan proses perhitungan data curah hujan dengan perhitungan distribusi curah hujan wilayah dan analisa distribusi sehingga mendapatkan curah hujan tahunan sesuai dengan periode yang direncanakan. Tahap selanjutnya curah hujan tahunan tersebut diubah menjadi PUH (periode ulang hujan).

Setelah diketahui nilai PUH, selanjutnya adalah perhitungan analisa debit. Analisa debit dimaksudkan untuk menghitung besarnya debit banjir rencana periode ulang 10 tahun, yang nantinya akan digunakan untuk perencanaan saluran. Dalam tugas akhir ini, digunakan program bantu HEC-HMS untuk memperoleh debit banjir pada setiap saluran.

Metode HEC-HMS yang digunakan adalah metode *Soil Conservation Service (SCS) curve number (CN)*. Parameter yang dibutuhkan sebagai data *input* meliputi : luas area tiap *catchment*, panjang *overlandflow*, nilai *impervious*, nilai *curve number*, nilai rata-rata kemiringan lahan, *time lag*, dan tinggi PUH.

Setelah semua parameter dimasukkan dalam model, maka langkah selanjutnya proses simulasi model yang hasilnya berupa data debit saluran dan diharapkan akan sesuai dengan kenyataan dilapangan.

3.4.2 Analisa Hidrolika

Analisa hidrolika ini meliputi analisa penampang eksisting, analisa penampang rencana, dan analisa *backwater*. Analisa ini akan dihitung dengan program bantu HEC-RAS.

Input data yang digunakan meliputi: profil memanjang dan melintang saluran, debit yang masuk ke saluran berdasarkan perhitungan HEC-HMS, dan koefisien *manning*.

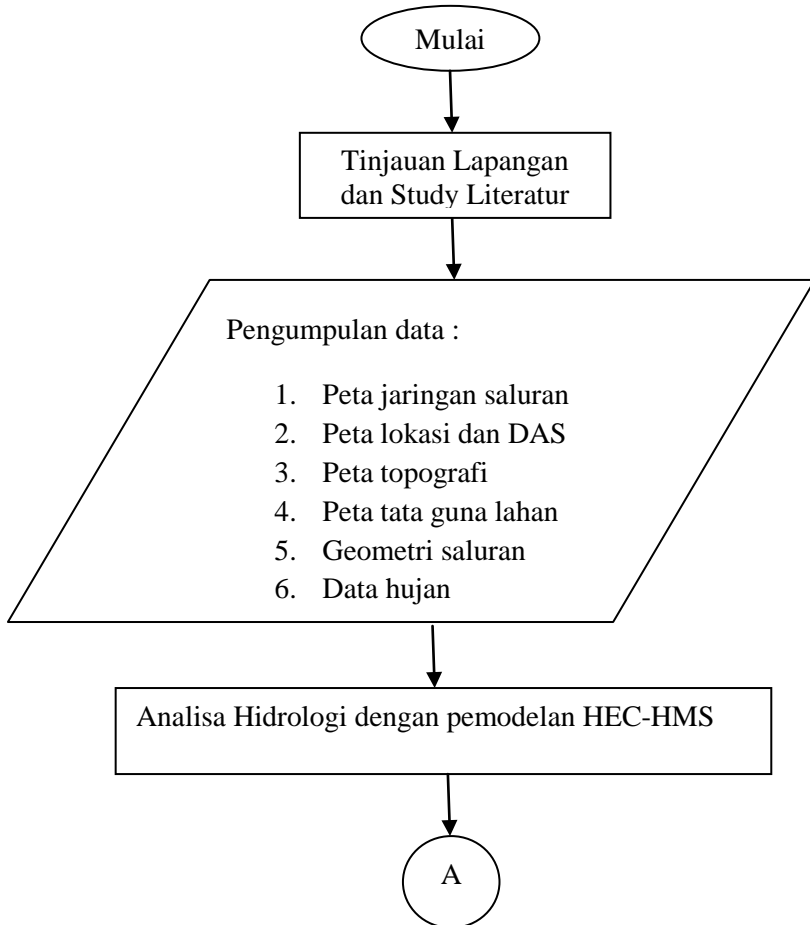
Untuk *output* dari HEC-RAS berupa profil muka air dan kecepatan aliran. Dari output tersebut bisa digunakan untuk melakukan normalisasi pada saluran.

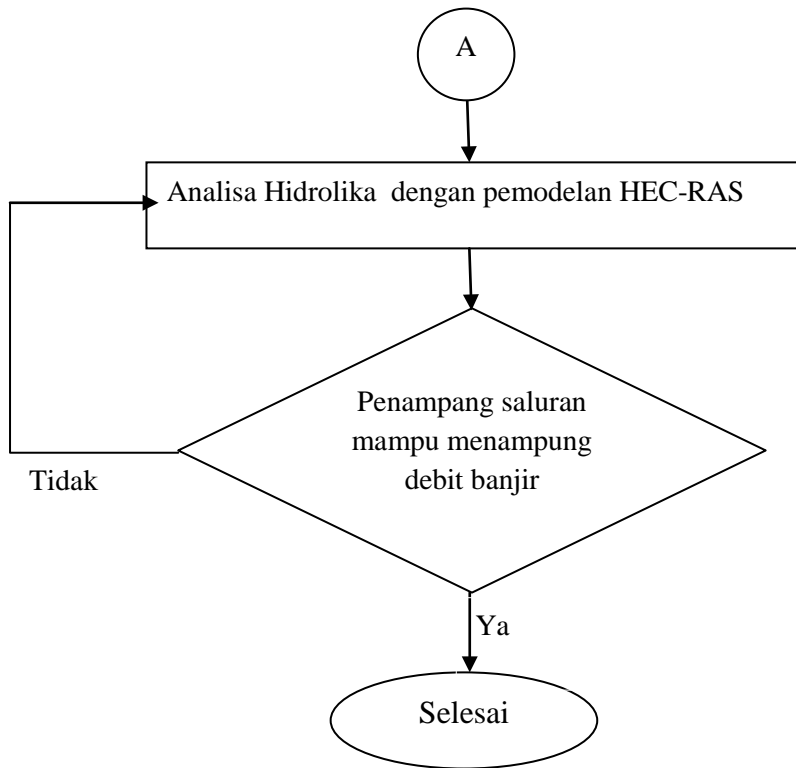
3.4.3 Analisa Backwater

Backwater terjadi akibat pengaruh pasang surut di muara sungai yaitu pada saat permukaan air laut melebihi permukaan air sungai, sehingga alirannya berbalik dari laut masuk menuju sungai. Tentunya hal ini dapat berpengaruh terhadap sungai itu sendiri diantaranya adalah banjir karena meluapnya air yang seharusnya dibuang ke laut. Untuk mencegah terjadinya pengaruh *backwater* bisa dengan cara direncanakan pintu air di bagian hilir. Namun jika pengaruh *backwater* kecil, maka bisa juga dengan direncanakan tanggul.

3.5 Diagram Alir Perencanaan

Berikut adalah diagram alir dalam penyusunan tugas akhir :





Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan

3.6 Alur Kegiatan Pengerjaan Tugas Akhir

Tabel 3.1 Alur Kegiatan Pengerjaan Tugas Akhir

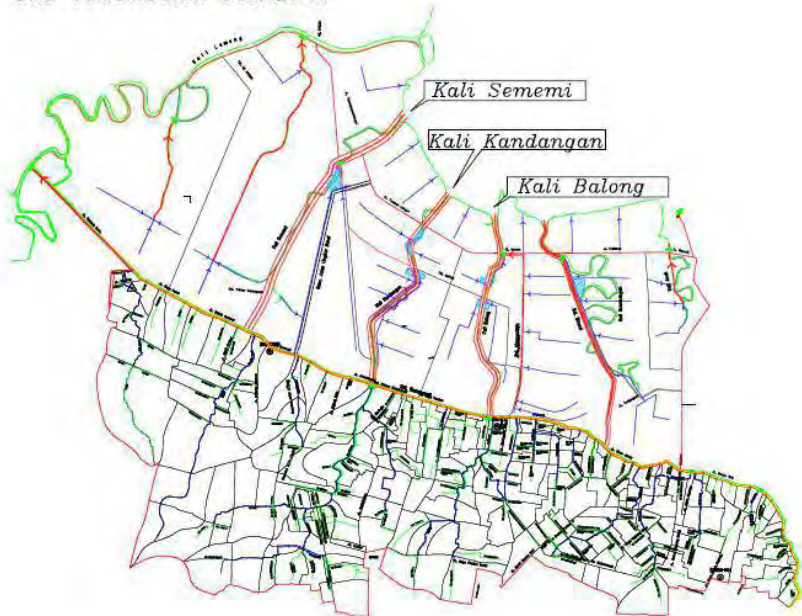
No	Uraian Kegiatan	Minggu															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Survei Lapangan	■	■														
2	Pengumpulan data	■	■														
3	Analisa Hidrologi			■	■	■	■	■	■								
4	Analisa Hidrolika									■	■	■	■	■			
5	Penyusunan Laporan Tugas Akhir					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

BAB IV ANALISA HIDROLOGI

4.1 Analisa Topografi

Perencanaan drainase saluran primer Kali Sememi, Kali Kandangan, dan Kali Balong terletak pada DAS Gunungsari. Jarak Kali Balong dengan Kali Kandangan bagian hilir sungai adalah 974 m. Sedangkan jarak antara Kali Kandangan dan Kali Sememi bagian hilir adalah 1741 m. Gambar 4.1 menunjukkan lokasi perencanaan drainase.

DAS GUNUNGSARI SURABAYA



Gambar 4.1 DAS Gunungsari Surabaya

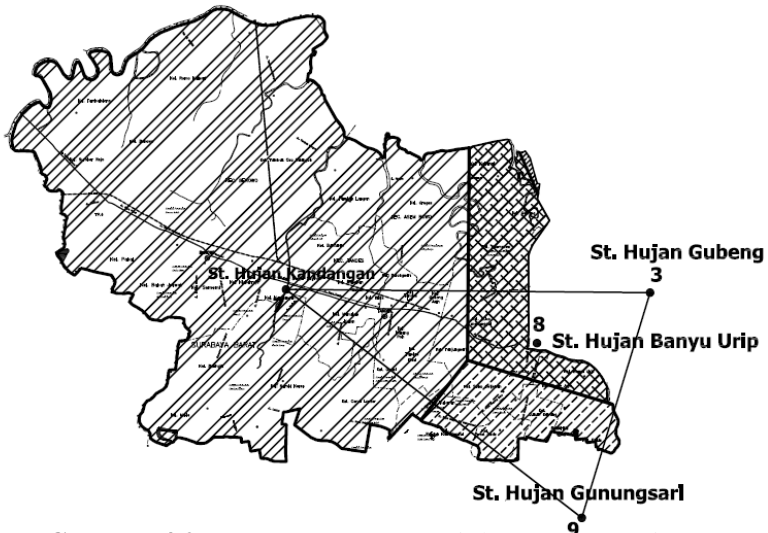
Sumber : *Surabaya Drainage Master Plan 2000*

4.2 Daerah Aliran Sungai (DAS)

Peta DAS dan stasiun hujan yang ditinjau untuk perencanaan drainase sudah di dapatkan dari SDMP Surabaya dalam bentuk CAD. Dari peta tersebut dapat diketahui luas DAS dan luas stasiun hujan yang ditinjau. Stasiun hujan yang ditinjau adalah stasiun hujan Gunungsari, stasiun hujan Kandangan, stasiun hujan Banyu Urip dan stasiun hujan Gubeng.

Langkah-langkah untuk memperoleh luasan tersebut adalah :

1. Peta yang ada dalam bentuk Autocad.
2. Pada peta tersebut sudah diketahui batas DAS dan letak stasiun hujan yang ditinjau.
3. Dari stasiun hujan yang ditinjau ditarik garis yang menghubungkan antara letak stasiun hujan. Kemudian masing-masing garis penghubung tersebut dicari titik tengah yang memotong sama panjang di kedua sisinya.
4. Dari titik-titik tersebut ditarik garis tegak lurus yang memotong garis penghubung antara stasiun hujan 1 dengan yang lainnya, kemudian terbentuklah garis pengaruh. Dari garis pengaruh tersebut diperpanjang sampai memotong batas DAS dan sampai keempat garis tersebut memotong satu sama lain.
5. Garis penghubung bisa dihilangkan untuk memudahkan mengetahui daerah pengaruh dari tiap-tiap stasiun hujan yang ditinjau.
6. Pakai icon bantu polyline untuk membuat batas DAS dan batas pengaruh supaya dapat dicari luasannya. Kemudian pakai icon bantu list.
7. Maka bisa diketahui luasan tiap stasiun hujan
8. Luas DAS bisa dihitung dengan menjumlah luas keempat stasiun tersebut



Gambar 4.2 Peta DAS Gunungsari dan Stasiun Hujan yang ditinjau

Sumber : *Surabaya Drainage Master Plan 2000*

4.3 Analisa Curah hujan

Untuk perhitungan analisa hidrologi , dibutuhkan data hujan pada kawasan yang akan direncanakan sistem drainase. Digunakan 4 stasiun hujan terdekat yang akan mempengaruhi DAS Gunungsari dengan data hujan di tiap-tiap stasiun hujan minimal 10 tahun.

Ada 3 metode yang sering digunakan untuk perhitungan analisa curah hujan, yaitu Metode Aritmatik, Metode *Poligon Thiessen*, dan Metode Ishoyet. Dari ketiga metode diatas perlu dipilih metode yang sesuai untuk digunakan pada suatu daerah tangkapan air. Ada ketentuan-ketentuan yang digunakan untuk menentukan metode apa yang akan dipakai seperti tabel dibawah ini.

Tabel 4.1 Pertimbangan Cara yang Dapat Digunakan

Parameter	Kondisi	Cara yang dapat digunakan
Jumlah stasiun hujan	Cukup	Aritmetika, <i>Thiessen Poligon</i> , Ishoyet
	Terbatas	Rerata Aritmetik, <i>Thiessen Poligon</i>
Luas Das	>5000 km ² (Besar) 501 – 5000 km ² (sedang)	Ishoyet <i>Thiessen Poligon</i>
	<500 km ² (kecil)	Rerata Aritmatik
Kondisi Topografi	Pegunungan	<i>Thiessen Poligon</i>
	Dataran	Aljabar
	Berbukit dan Tidak Beraturan	Ishoyet dan <i>Thiessen Poligon</i>

Sumber : Suripin, 1998

Pada kawasan DAS Gunungsari, jumlah stasiun yang ada termasuk kategori cukup, terletak pada wilayah dataran, dan memiliki luas DAS < 500 km², maka untuk menghitung curah hujan digunakan cara *Poligon Thiessen*, Rerata Aritmatik, dan Aljabar.

Metode perhitungan dengan Rerata Aritmatik merupakan cara yang paling sederhana, tetapi memberikan hasil yang tidak teliti (Suyono, 1987). Hal tersebut diantaranya karena setiap stasiun dianggap mempunyai bobot yang sama. Hal ini hanya dapat digunakan kalau hujan yang terjadi dalam DAS homogen dan variasi tahunnya tidak terlalu besar. Keadaan hujan di Indonesia (daerah tropik pada umumnya) sangat bersifat 'setempat', dengan variasi ruang yang sangat besar.

Sedangkan cara hitungan dengan rumus metode *Thiessen* merupakan metode yang memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan disekitarnya. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan didaerah yang

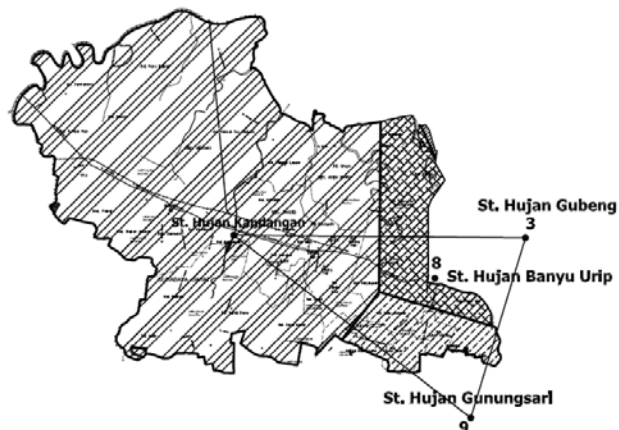
ditinjau tidak merata (Suyono,2006). Untuk bobot dari masing-masing stasiun bisa dihitung dengan rumus koefisien DAS =

$$\frac{\text{Luas Sub DAS}}{\text{Luas DAS total}}$$

Karena data yang tersedia adalah data hujan harian selama 10 tahun, maka dicari curah hujan maksimal tiap tahunnya dengan metode kejadian yang sama, dimana setiap hujan maksimum di setiap stasiun dijadikan patokan untuk kejadian hujan di tanggal yang sama. Kemudian dari curah hujan maksimal tersebut bisa dihitung curah hujan wilayah menggunakan metode *Poligon Thiessen*, dengan persamaan rumus berikut:

$$\bar{R} = R_1 \times \text{koef. sub DAS 1} + R_2 \times \text{koef. sub DAS 2} + R_3 \times \text{koef. sub DAS 3}$$

Gambar pembagian metode *Poligon Thiessen* pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 *Poligon Thiessen*

Contoh perhitungan koefisien sub DAS / bobot tiap stasiun :

$$\begin{aligned} \text{Koefisien stasiun Kandangan} &= \frac{\text{Luas Sub DAS Kandangan}}{\text{Luas total DAS Gunungsari}} \\ &= \frac{40,6 \text{ km}^2}{49,09 \text{ km}^2} = 0,827 \end{aligned}$$

Maka koefisien tiap stasiun sebagai berikut:

Koef. stasiun Kandangan	= 0,827
Koef. stasiun Gunungsari	= 0,070
Koef. stasiun Gubeng	= 0,001
Koef. stasiun Banyu Urip	= 0,102

Contoh perhitungan curah hujan maksimal :

Data curah hujan pada tahun 2003:

$R_{1\max}$ (Stasiun Kandangan) di tahun 2003 = 117 mm, terjadi pada tanggal 14 Februari 2003. Maka di tanggal yang sama, nilai hujan tiap stasiun adalah:

R_2 (Stasiun Gunungsari)	= 16 mm
R_3 (Stasiun Gubeng)	= 23.5 mm
R_4 (Stasiun Banyu Urip)	= 19 mm

$R_{2\max}$ (Stasiun Gunungsari) di tahun 2003 = 98 mm, terjadi pada tanggal 16 Maret 2003. Maka di tanggal yang sama, nilai hujan tiap stasiun adalah:

R_1 (Stasiun Kandangan)	= 45 mm
R_3 (Stasiun Gubeng)	= 14.5 mm
R_4 (Stasiun Banyu Urip)	= 166 mm

$R_{3\max}$ (Stasiun Gubeng) di tahun 2003 = 68 mm, terjadi pada tanggal 27 November 2003. Maka di tanggal yang sama, nilai hujan tiap stasiun adalah:

R_1 (Stasiun Kandangan)	= 20 mm
R_2 (Stasiun Gunungsari)	= 4 mm
R_4 (Stasiun Banyu Urip)	= 60 mm

$R_{4\max}$ (Stasiun Banyu Urip) di tahun 2003 = 174 mm, terjadi pada tanggal 28 November 2003. Maka di tanggal yang sama, nilai hujan tiap stasiun adalah:

R_1 (Stasiun Kandangan)	= 99 mm
R_2 (Stasiun Gunungsari)	= 76 mm
R_3 (Stasiun Gubeng)	= 33 mm

Curah hujan wilayah 14 Februari 2003 :

$$\bar{R} = (117 \text{ mm} \times 0,827) + (16 \text{ mm} \times 0,070) + (23,5 \text{ mm} \times 0,001) + (19 \text{ mm} \times 0,102)$$

$$\bar{R} = 99,85 \text{ mm}$$

Curah hujan wilayah 16 Maret 2003:

$$\bar{R} = (45 \text{ mm} \times 0,827) + (98 \text{ mm} \times 0,070) + (14,5 \text{ mm} \times 0,001) + (166 \text{ mm} \times 0,102)$$

$$\bar{R} = 60,98 \text{ mm}$$

Curah hujan wilayah 27 November 2003:

$$\bar{R} = (20 \text{ mm} \times 0,827) + (4 \text{ mm} \times 0,070) + (68 \text{ mm} \times 0,001) + (60 \text{ mm} \times 0,102)$$

$$\bar{R} = 23,03 \text{ mm}$$

Curah hujan wilayah 28 November 2003:

$$\bar{R} = (99 \text{ mm} \times 0,827) + (76 \text{ mm} \times 0,070) + (33 \text{ mm} \times 0,001) + (174 \text{ mm} \times 0,102)$$

$$\bar{R} = 104,95 \text{ mm}$$

Dari perhitungan curah hujan wilayah diatas, maka untuk mengetahui curah hujan wilayah pada tahun 2003 adalah dipilih yang terbesar yaitu 104,95 mm. Curah hujan wilayah tiap tahun bisa dilihat pada Tabel 4.2 .

Tabel 4.2 Curah Hujan Wilayah tiap Tahun di DAS Gunungsari

tahun	tanggal	Stasiun Kandangan	Stasiun Gunungsari	Stasiun Gubeng	Stasiun Banyu Urip	R	CH WILAYAH
	koefisien	0.827	0.070	0.001	0.102		
2003	14-Feb-03	117	16	23,5	19	99,85	104,95
2003	16-Mar-03	45	98	14,5	166	60,98	
2003	27-Nov-03	20	4	68	60	23,03	
2003	28-Nov-03	99	76	33	174	104,95	
2004	24-Dec-04	79	27	83	81	75,59	75,59
2004	5-Mar-04	62	103	0	152	73,94	
2004	27-Mar-04	67	16	86	74	64,19	
2004	5-Mar-04	62	103	67	152	74,03	
2005	24-Dec-05	79	0	0	0	65,34	65,34
2005	24-Nov-05	0	114	0	0	7,94	
2005	8-Mar-05	0	16	89	89	10,31	
2005	13-Dec-05	0	86	89	138	20,18	
2006	1-Jan-06	87	5	7	5	72,82	72,82
2006	7-Mar-06	29	110	60	57	37,54	
2006	14-Jan-06	22	54	106	70	29,24	
2006	22-Feb-06	9	34	5	132	23,27	

tahun	tanggal	Stasiun Kandangan	Stasiun Gunung Sari	Stasiun Gubeng	Stasiun Banyu Urip	R	CH WILAYAH
koefisien		0.000	0.000	0.000	0.000		
2007	8-Mar-07	97	63	56	89	93.76	93.76
2007	21-Mar-07	69	96	101	74	71.43	
2007	18-Dec-07	82	58	104	9	72.92	
2007	4-Dec-07	35	64	70	107	44.41	
2008	13-Dec-08	120	47	46	79	110.64	110.64
2008	28-Dec-08	57	81	48	67	59.68	
2008	14-Dec-08	37	9	98	42	35.65	
2008	17-Dec-08	26	58	32	87	34.45	
2009	17-Dec-08	78	22	57	97	76.01	79.27
2009	9-Jan-09	76	78	58	107	79.27	
2009	28-Nov-09	16	8	86	19	15.85	
2009	9-Jan-09	76	78	58	107	79.27	
2010	3-Dec-10	127	92	106	0	111.59	111.59
2010	1-Dec-10	9	114	19	0	15.41	
2010	3-Dec-10	127	92	106	0	111.59	
2010	25-Mar-10	83	73	20	89	82.83	
2012	30-Jan-12	82	89	57	67	80.92	80.92
2012	1-Jan-12	18	102	69	41	26.26	
2012	16-Jan-12	57	63	70	45	56.21	
2012	30-Jan-12	82	89	57	67	80.92	
2014	5-Mar-14	81	71	78	0	72.04	72.04
2014	19-Dec-14	33	86	109	78	41.38	
2014	19-Dec-14	33	86	109	70	40.57	
2014	6-Dec-14	0	44	61	78	11.10	

4.4 Perhitungan Parameter Dasar statistik

Perhitungan ini digunakan untuk menentukan distribusi frekuensi yang akan digunakan. Dalam perhitungan parameter dasar statistik ini akan dicari nilai C_s , C_k , C_v , Standar deviasi, dan $X_{rata-rata}$. Adapun perhitungan terlampir pada Tabel 4.3 .

Tabel 4.3 Parameter Dasar Statistik

Tahun	CH max	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
2003	104.95	18.26	333.35	6086.39	111125.27
2004	75.59	-11.10	123.25	-1368.37	15191.65
2005	65.34	-21.35	455.91	-9734.55	207852.02
2006	72.82	-13.87	192.43	-2669.42	37030.22
2007	93.76	7.07	49.96	353.09	2495.66
2008	110.64	23.95	573.51	13734.34	328909.94
2009	79.27	-7.42	55.09	-408.85	3034.48
2010	111.59	24.90	619.91	15434.53	384288.91
2012	80.92	-5.77	33.32	-192.30	1109.95
2014	72.04	-14.65	214.68	-3145.51	46087.98
jumlah	866.92		2651.41	18089.35	1137126.07
rata-rata	86.69				

$$n = 10$$

$$n-1 = 9$$

$$n-2 = 8$$

$$n-3 = 7$$

➤ Metode Normal dan Gumbel

Perhitungan Standar Deviasi

$$Sd = \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2651,41}{10}} = 17,16 \text{ mm}$$

➤ Perhitungan Nilai Koefisien *Skewness* (Cs)

$$Cs = \frac{n}{(n-1)(n-2)s^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3$$

$$Cs = \frac{10}{9 \times 8 \times 17,16^3} \times 18089,35 = 0,50$$

➤ Perhitungan Nilai Koefisien Kurtosis (Ck)

$$Ck = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)s^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4$$

$$Ck = \frac{100}{9 \times 8 \times 17,16^4} \times 1137126,07$$

$$Ck = 2,60$$

- Perhitungan Nilai Koefisien Variasi (Cv)

$$Cv = \frac{s}{\bar{x}}$$

$$Cv = \frac{17,16}{86,69} = 0,20$$

- Metode Log Normal

$$Cs = Cv^3 + 3(Cv)$$

$$Cs = 0,20^3 + 3(0,20)$$

$$Cs = 0,60$$

$$Ck = Cv^8 + 6Cv^6 + 15Cv^4 + 16Cv^2 + 3$$

$$Ck = 0,20^8 + 6(0,20^6) + 15(0,20^4) + 16(0,20^2) + 3$$

$$Ck = 3,65$$

Setiap distribusi memiliki syarat-syarat parameter statistik. Pada Tabel 4.4 akan dipaparkan penentuan distribusi hujan berdasarkan syarat-syarat parameter statistik.

Tabel 4.4 Penentuan Distribusi Curah Hujan

No	Distribusi	Persyaratan	Hasil Hitungan	keterangan
1	Normal	Cs = 0 Ck = 3	0,50 2,60	tidak diterima
2	Log Normal	Cs = Cv ³ +3Cv Ck = Cv ⁸ + 6Cv ⁶ + 15Cv ⁴ +16Cv ² + 3	0,60 3,65	tidak diterima
3	Gumbel	Cs = 1,14 Ck = 5,4	0,50 2,60	tidak diterima
4	<i>Log Pearson III</i>	Selain dari nilai diatas/flexibel		Diterima

sumber : *Triatmodjo, 2010*

Dari perhitungan parameter statistik diatas dan ditinjau dari persyaratannya, maka distribusi yang sesuai adalah distribusi *Log Pearson tipe III*.

4.5 Analisa Distribusi Frekuensi

Dari perhitungan parameter dasar statistik, distribusi frekuensi yang sesuai adalah distribusi *Log Pearson tipe III*. Dari perhitungan ini akan dihasilkan hujan rencana pada periode yang telah ditentukan.

Tabel 4.5 Perhitungan *Log Pearson tipe III*

No	Tahun	xi	Log xi	xi - x	(xi - x) ²	(xi-x) ³	(xi-x) ⁴
1	2010	111.59	2.05	0.1171	0.0137	0.00161	0.000188
2	2008	110.64	2.04	0.1134	0.0129	0.00146	0.000165
3	2003	104.95	2.02	0.0905	0.0082	0.00074	0.000067
4	2007	93.76	1.97	0.0415	0.0017	0.00007	0.000003
5	2012	80.92	1.91	-0.0225	0.0005	-0.00001	0.000000
6	2009	79.27	1.90	-0.0314	0.0010	-0.00003	0.000001
7	2004	75.59	1.88	-0.0521	0.0027	-0.00014	0.000007
8	2006	72.82	1.86	-0.0683	0.0047	-0.00032	0.000022
9	2014	72.04	1.86	-0.0729	0.0053	-0.00039	0.000028
10	2005	65.34	1.82	-0.1153	0.0133	-0.00153	0.000177
Jumlah			19.31	0.0000	0.0640	0.00145	0.000659
Rata-rata			1.93				

- o Perhitungan Standar Deviasi

$$\overline{S \log X} = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n-1}}$$

$$\overline{S \log x} = \sqrt{\frac{0.0640}{9}} = 0,08 \text{ mm}$$

- o Perhitungan koefisien *skewness* (Cs) untuk Log Pearson tipe III

$$Cs = \frac{n \sum (\log X - \overline{\log X})^3}{(n-1)(n-2)(\overline{S \log X})^3}$$

$$Cs = \frac{10 \times (0,00145)}{9 \times 8 \times 0,8^3}$$

$$Cs = 0,34 \approx 0,3$$

- o Perhitungan Curah Hujan Rencana

Berdasarkan nilai Cs = 0,3 , maka dapat ditentukan nilai k untuk setiap periode ulang, sehingga untuk periode ulang :

- 2 tahun :

$$\log X_2 = \log \bar{X} + k \cdot (\overline{S \log X})$$

$$\log X_2 = 1,93 + (-0,05) \times 0,08$$

$$X_2 = 84,39 \text{ mm}$$

- 5 tahun

$$\text{Log } X_5 = \overline{\text{Log } X} + k. (\overline{S. \text{Log } X})$$

$$\text{Log } X_5 = 1,93 + 0,824 \times 0,08$$

$$X_5 = 100 \text{ mm}$$

- 10 tahun

$$\text{Log } X_{10} = \overline{\text{Log } X} + k. (\overline{S. \text{Log } X})$$

$$\text{Log } X_{10} = 1,93 + 1,309 \times 0,08$$

$$X_{10} = 109,87 \text{ mm}$$

Untuk nilai k pada perhitungan curah hujan rencana, didapat dari tabel Nilai k Distribusi Pearson tipe III dan Log Pearson tipe III seperti pada gambar 4.4 berikut ini:

Tabel III - 3. Nilai k Distribusi Pearson tipe III dan Log Pearson ti

Kemencengan (CS)	Periode Ulang (tahun)							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang (%)							
	50	20	10	4	2	1	0,5	0,1
3,0	-0,360	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,970	7,250
2,5	-0,360	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,600
2,2	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,200
2,0	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,910
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,660
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,990	5,390
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,110
1,2	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149	3,661	4,820
1,0	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022	3,489	4,540
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,250
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,960
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,910	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615	2,949	3,670
0,3	-0,050	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,380
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,400	2,670	3,235
0,0	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,090
-0,1	0,017	0,836	1,270	1,761	2,000	2,252	2,482	3,950
-0,2	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178	2,388	2,810
-0,3	0,050	0,853	1,245	1,643	1,890	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,540
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,400
-0,6	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,150
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,660	1,749	1,910
-1,0	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,800
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,280
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,130
-2,0	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990	1,995	1,000
-2,2	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905	0,907	0,910
-2,5	0,360	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,800	0,802
-3,0	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

Sumber : Soewarno, 1995.

Gambar 4.4 Tabel Nilai k untuk Distribusi Log Pearson tipe III

4.6 Uji Kecocokan

Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk menguji apakah jenis distribusi yang dipilih sesuai dengan data yang ada, yaitu uji Chi-Kuadrat dan *Smirnov-Kolmogoro* (Bambang Triatmojo, 2010)

4.6.1 Uji Chi Kuadrat

Perhitungan Chi Kuadrat untuk Log Pearson III:

- Banyaknya data (n) = 10
- Derajat signifikan (α) = 5%
- Jumlah kelas/Sub Kelompok (G) = $1 + 3,322 \text{ Log } n$
= $1 + 3,322 \text{ Log } 10$
= $4,32 \sim 4$
- Derajat Kebebasan (DK) = $G - R - 1$
= $4 - 2 - 1 = 1$

Tabel 4.6 Perhitungan Chi-Kuadrat untuk *Log Pearson* tipe III

Tahun	Data CH	Peringkat	Peluang	(xi - x)	(xi - x) ²
	xi	m	P = m/(n+1)		
2010	2.05	1	9%	0.12	0.0137
2008	2.04	2	18%	0.11	0.0129
2003	2.02	3	27%	0.09	0.0082
2007	1.97	4	36%	0.04	0.0017
2012	1.91	5	45%	-0.02	0.0005
2009	1.90	6	55%	-0.03	0.0010
2004	1.88	7	64%	-0.05	0.0027
2006	1.86	8	73%	-0.07	0.0047
2014	1.86	9	82%	-0.07	0.0053
2005	1.82	10	91%	-0.12	0.0133
Σ	19.31			0.00	0.0640
rata-rata (x)	1.93				

- Menentukan nilai batas sub kelompok

Dari perhitungan diatas didapatkan ada 4 sub kelompok. Dari 4 sub kelompok tersebut ditentukan nilai batas tiap kelompok. Perhitungan nilai batas sub kelompok menggunakan rumus:

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

Nilai k didapat dari tabel variabel reduksi *Gauss*.

Tabel 4.7 Nilai Variabel Reduksi *Gauss*

Periode Ulang T (tahun)	Peluang (P)	k
1,001	0,999	-3,05
1,005	0,995	-2,58
1,01	0,99	-2,33
1,05	0,95	-1,64
1,11	0,9	-1,28
1,25	0,8	-0,84
1,33	0,75	-0,67
1,43	0,7	-0,52
1,67	0,6	-0,25
2	0,5	0
2,5	0,4	0,25
3,33	0,3	0,52
4	0,25	0,67
5	0,2	0,84
10	0,1	1,28
20	0,05	1,64
50	0,2	2,05
100	0,01	2,33
200	0,005	2,58
500	0,002	2,88
1000	0,001	3,09

Sumber : Soewarno, 1995.

- Untuk $P = 25\% \rightarrow k = 0,67$, $\text{Log } X_1 = \bar{X} + k.S$
 $\text{Log } X_1 = 1,93 \text{ mm} + (0,67 \times 0,08)$
 $\text{Log } X_1 = 1,99 \text{ mm}$
- Untuk $P = 50\% \rightarrow k = 0$, $\text{Log } X_2 = \bar{X} + k.S$
 $\text{Log } X_2 = 1,93 \text{ mm} + (0 \times 0,08)$
 $\text{Log } X_2 = 1,93 \text{ mm}$

- Untuk $P = 75\% \rightarrow k = 1,91$, $\text{Log } X_3 = \bar{X} + k.S$
 $\text{Log } X_3 = 1,93 \text{ mm} + (-0,67 \times 0,08)$
 $\text{Log } X_3 = 1,87 \text{ mm}$

Dari perhitungan diatas, batas sub kelompok bisa di tabelkan seperti Tabel 4.8 di bawah ini:

Tabel 4.8 Nilai Batas Tiap Kelompok

Kelompok	Nilai Batas
I =	$X \leq 1,87$
II =	$1,87 < X \leq 1,93$
III =	$1,93 < X \leq 1,99$
IV =	$X \geq 1,99$

- Menentukan E_i

E_i adalah frekuensi (banyak pengamatan) yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya (Bambang Triatmodjo, 2010). Maka, untuk mencari E_i menggunakan rumus :

$$E_i = \frac{\text{jumlah kelas } (G)}{\text{jumlah data } (n)}$$

$$E_i = \frac{10}{4} = 2,5$$

- Menentukan Chi-Kuadrat hitung (Xh^2)

Rumus untuk menentukan Chi-Kuadrat adalah :

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

Contoh perhitungan :

$$Xh^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(2 - 0,25)^2}{2,5}$$

$$Xh^2 = 0,10$$

Untuk perhitungan chi-kuadrat hitung bisa dilihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Perhitungan Chi-Kuadrat hitung

nilai batas	O _i	E _i	(O _i - E _i) ²	Xh ²
$X \leq 1,87$	3	2,5	0,25	0,10
$1,87 < X \leq 1,93$	3	2,5	0,25	0,10
$1,93 < X \leq 1,99$	1	2,5	2,25	0,90
$X \geq 1,99$	3	2,5	0,25	0,10
	10	10	nilai chi kuadrat =	1,20

Nilai Chi-Kuadrat hitung = 1,20
 Derajat Kebebasan (DK) = 1
 Derajat signifikan alpha = 5%
 Nilai Chi Teoritis = 3,841

Dari perhitungan Chi-Kuadrat untuk distribusi hujan dengan metode *Log Pearson tipe III*, diperoleh nilai Chi-Kuadrat hitung 1,20. Dengan derajat kebebasan (DK) 1, dan derajat signifikan α 5%, maka diperoleh Chi-Kuadrat teoritis 3,841 (sesuai pada Tabel 4.10)

Perhitungan akan diterima apabila nilai Chi-Kuadrat teoritis $>$ nilai Chi-Kuadrat hitung. Dari perhitungan diatas diperoleh nilai $3,841 > 1,20$, sehingga perhitungan diterima.

Tabel 4.10 Nilai Chi Kuadrat Teoritis

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	0,0100	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

dk	α derajat kepercayaan							
	0,995	0,99	0,975	0,95	0,05	0,025	0,01	0,005
12	3,074	3,571	4,404	5,226	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	30,144	32,582	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	31,410	34,170	37,566	39,997
21	8,034	8,897	10,283	11,591	32,671	35,479	38,932	41,401
22	8,643	9,542	10,982	12,338	33,924	36,781	40,289	42,796
23	9,260	10,196	11,689	13,091	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	10,520	11,524	13,120	14,611	37,652	40,646	44,314	46,928
26	11,160	12,198	13,844	15,379	38,885	41,923	45,642	48,290
27	11,808	12,879	14,573	16,151	40,113	43,194	46,963	49,645
28	12,461	13,565	15,308	16,928	41,337	44,461	48,278	50,993
29	13,121	14,256	16,047	17,708	42,557	45,722	49,588	52,336
30	13,787	14,953	16,791	18,493	43,773	46,979	50,892	53,672

Sumber : Soewarno, 1995

4.6.2 Uji Smirnov Kolmogorov

Uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorov*, sering juga disebut uji kecocokan non parametik (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu (Soewarno,1995).

Perhitungan uji *Smirnov-Kolmogorov* bisa dilihat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Perhitungan *Smirnov-Kolmogorov* untuk *Log Pearson Tipe III*

Tahun	xi	Peringkat (m)	$P = m/(n+1)$	$P(x<) = 1-P(x)$	$f(t)=(xi-x)/s$	$p'(x)$	$p'(x<)$	D
2010	2.05	1	0.09	0.91	1.39	0.0823	0.9177	0.0086
2008	2.04	2	0.18	0.82	1.35	0.0885	0.9115	0.0933
2003	2.02	3	0.27	0.73	1.07	0.1423	0.8577	0.1304
2007	1.97	4	0.36	0.64	0.49	0.3121	0.6879	0.0515
2012	1.91	5	0.45	0.55	-0.27	0.6064	0.3936	-0.1519
2009	1.90	6	0.55	0.45	-0.37	0.6443	0.3557	-0.0988
2004	1.88	7	0.64	0.36	-0.62	0.7324	0.2676	-0.0960
2006	1.86	8	0.73	0.27	-0.81	0.7910	0.2090	-0.0637
2014	1.86	9	0.82	0.18	-0.87	0.8078	0.1922	0.0104
2005	1.82	10	0.91	0.09	-1.37	0.9147	0.0853	-0.0056
Σ	19.31						Dmax =	0.1304
rata-rata (x)	1.93							

Banyaknya data (n)	= 10
Dmax	= 0,1304
Derajat kepercayaan	= 5%
Do	= 0,41

Dari perhitungan pada tabel 4.11 diperoleh nilai Dmax = 0,1258 pada peringkat (m) = 3. Dengan derajat kepercayaan = 5% dan banyaknya data = 10, maka diperoleh nilai Do=0,41 (sesuai pada Tabel 4.12). Karena nilai Dmax < Do (0,1304<0,41), maka persamaan distribusi *Log Pearson Tipe III* diterima.

Tabel 4.12 Nilai Kritis Do untuk Uji *Smirnov-Kolmogorov*

N	α (derajat kepercayaan)			
	0,2	0,1	0,05	0,01
5	0,45	0,51	0,56	0,67
10	0,32	0,37	0,41	0,49
15	0,27	0,3	0,34	0,4
20	0,23	0,26	0,29	0,36
25	0,21	0,24	0,27	0,32
30	0,19	0,22	0,24	0,29
35	0,18	0,2	0,23	0,27
40	0,17	0,19	0,21	0,25
45	0,16	0,18	0,2	0,24
50	0,15	0,17	0,19	0,23

Sumber : Soewarno, 1995

Kesimpulan yang didapat dari perhitungan diatas, bahwa jenis distribusi yang dapat digunakan untuk perhitungan hujan rencana adalah distribusi Log Pearson tipe III. Hal ini dikarenakan distribusi tersebut memenuhi dari Uji Chi Square maupun Kolmogorov. Jadi curah hujan yang digunakan adalah:

- Periode ulang 2 th dengan curah hujan = 84,39 mm
- Periode ulang 5 th dengan curah hujan = 100 mm
- Periode ulang 10 th dengan curah hujan = 109,87 mm

Kemudian akan dihitung tinggi hujan pada jam ke-t (R_t') sebagai input di HEC HMS. Jam ke-t yang digunakan adalah 4 jam, karena lama hujan yang terjadi di Surabaya tidak kurang dari 4 jam. Rumus perhitungan R_t' sebagai berikut:

$$R_t = \frac{R_{24}}{t} \times \left(\frac{t}{t_{ke} - n} \right)^{2/3}$$

$$R_t' = t \cdot R_t - (t - 1) \cdot (R_{(t-1)})$$

Dimana :

R_{24} : Tinggi hujan hasil perhitungan *log pearson* tipe III (mm)

R_t : Tinggi hujan pada waktu ke -t (mm)

R_t' : Tinggi hujan pada waktu ke-t yang digunakan sebagai input pada HMS (mm)

t : Waktu yang digunakan = 4 jam (karena lama hujan di Surabaya paling lama adalah 4 jam)

Sumber : Power Point Hidrologi

Contoh perhitungan PUH 10 tahun pada jam ke-2 :

$$R_{10} = \frac{109,87 \text{ mm}}{4} \times \left(\frac{4}{2} \right)^{2/3} = 43,60 \text{ mm}$$

$$R_2' = 2 \text{ jam} \times 43,60 \text{ mm} - (2 - 1) \cdot (69,21) = 17,99 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan tinggi hujan pada jam ke-t dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 4.13 Tinggi Hujan pada Jam ke-t

Rt	PUH			Rt'	PUH		
	2	5	10		2	5	10
jam	mm			jam	mm		
1	53,16	62,99	69,21	1	53,16	62,99	69,21
2	26,79	39,68	43,60	2	0,42	16,37	17,99
3	25,56	30,28	33,27	3	23,09	11,49	12,62
4	21,10	25,00	27,47	4	7,72	9,14	10,05

4.7 Analisa Debit Banjir Rencana

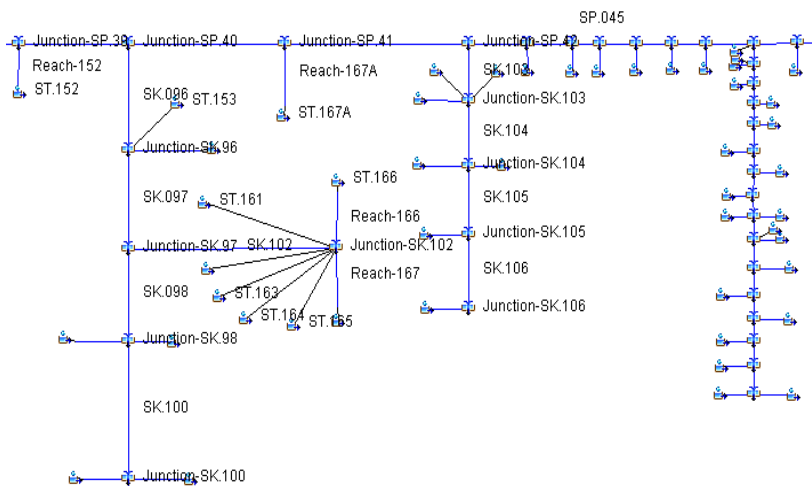
Setelah diketahui nilai hujan per jam, selanjutnya adalah perhitungan analisa debit. Analisa debit dimaksudkan untuk menghitung besarnya debit banjir rencana yang terjadi yang nantinya akan digunakan untuk perencanaan kapasitas saluran.

Pada perencanaan ini debit banjir rencana dihitung menggunakan metode *US-SCS (Soil Conservation Service)* dengan program bantu HEC-HMS.

4.7.1 Skema Jaringan

Dalam menggunakan cara SCS pada HEC-HMS, *runoff* dari sebuah daerah aliran (*catchment*) yang kejatuhan air hujan ditentukan berdasarkan ciri-ciri *catchment*-nya, yang diukur dari peta atau penilaian pada saat pengamatan lapangan. Kunci parameter dari *catchment* yang bersangkutan adalah luas, panjang dan kemiringan dari tapak aliran, serta tata guna lahan, sehingga bisa dibuat skema jaringan.


Skema jaringan DAS Gunungsari pada HEC-HMS bisa dilihat pada gambar 4.5 :

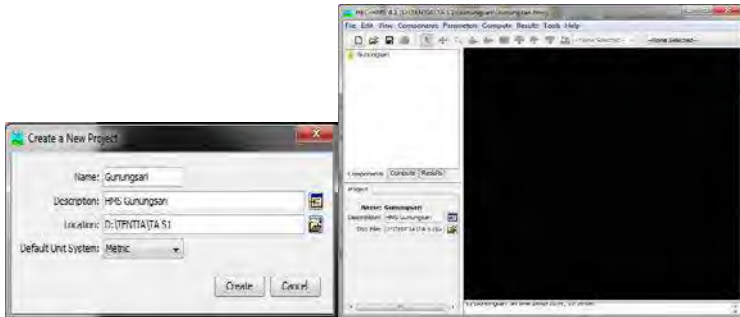


Gambar 4.5 Skema Jaringan DAS Gunungsari

Langkah-langkah untuk membuat skema jaringan seperti diatas :

1. Membuat project baru

Untuk memulai project baru maka pilih menu **File** → **New** → **Create a New Project** atau dapat juga meng-klik 

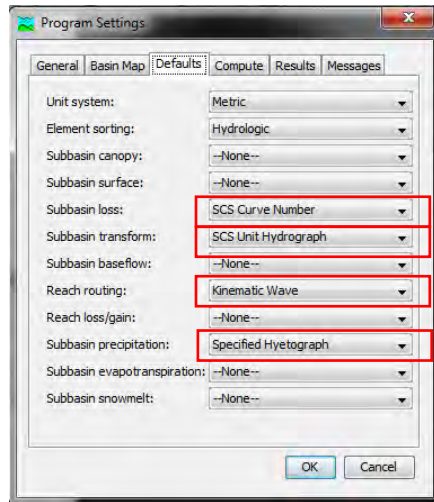


Gambar 4.6 Membuat Project Baru pada HMS

Kemudian isikan Gunungsari pada *Name* dan HMS Gunungsari pada *Description* seperti yang ditunjukkan dalam gambar diatas. Menggunakan isian tersebut, maka file project akan tersimpan dalam folder Gunungsari. Atur *Default Unit Sytem* menjadi *metric* dan klik tombol *Create* untuk membuat project.

2. Atur pilihan project sebelum membuat komponen-komponen model. Pilih menu **Tools** → **Program Settings**. Atur *Loss* menjadi *SCS Curve Number*, *Transform* menjadi *SCS Unit Hydrograph*, *Baseflow* menjadi *None*, *Routing* menjadi *Kinematic Wave*, *Gain Loss* menjadi *None*, *Precipitation* menjadi *Specified Hyeterograph*, *Evaporation* menjadi *None*, dan *Snowmelt*

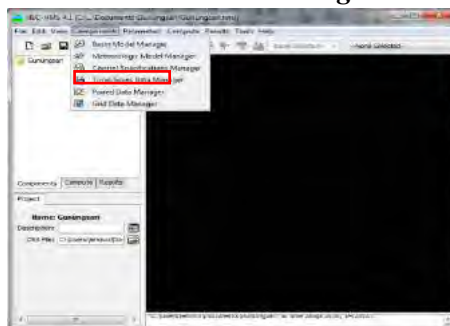
menjadi *None*. Klik tombol OK untuk menyimpan dan menutup Program Settings.



Gambar 4.7 Pengisian Komponen-Komponen Model pada Program Setting

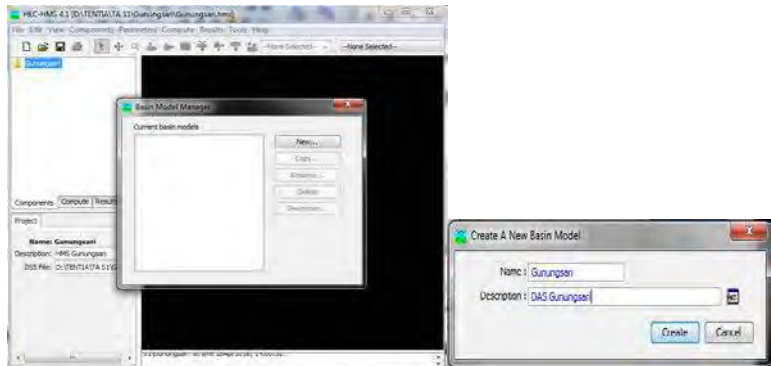
3. Pembuatan *Basin Model*

Pembuatan basin model langkahnya adalah pilih menu : ***Component*** → ***Basin*** → ***Model Manager***



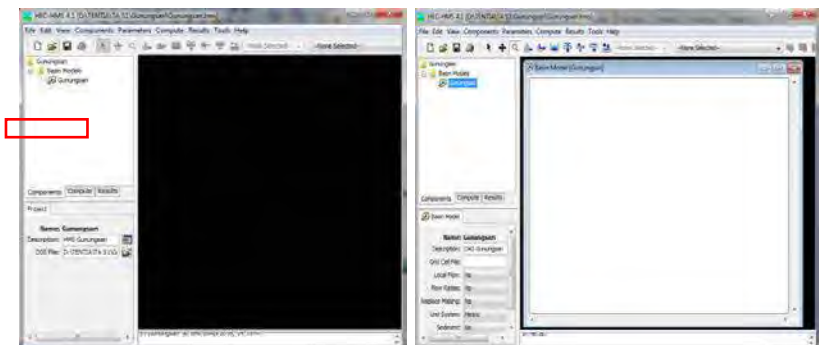
Gambar 4.8 Membuat *Basin Model*

Klik **New** pada layar akan muncul **Create A New Basin Model** editor. Isikan nama Basin Model beserta deskripsinya seperti gambar berikut.



Gambar 4.9 Membuat Nama *Basin Model*

Setelah pengisian nama basin dan deskripsi maka click **Create**, sehingga akan muncul **Basin Model Manager** beserta nama basin yang telah dimasukkan tadi. Selanjutnya tutup editor tersebut dan pada layar akan muncul tampilan seperti berikut.

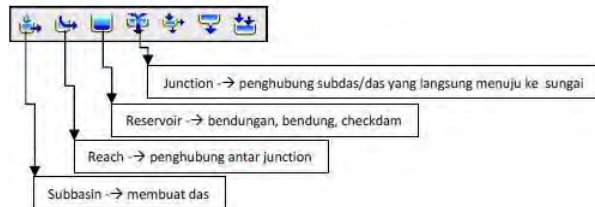


Gambar 4.10 *Basin Model* pada HMS

Kemudian untuk menggambarkan skema jaringan, klik dua kali pada kotak merah, maka akan muncul tampilan layar putih (*desktop*)

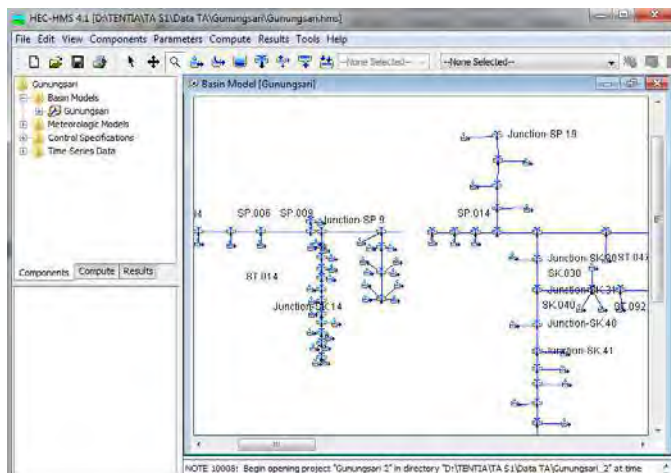
4. Membuat Skema Jaringan

Untuk membuat skema jaringan, tampilan pada HEC HMS harus seperti pada gambar 4.10 yang sudah muncul tampilan *desktop*. Kemudian gunakan ikon-ikon yang ada pada toolbar.



Gambar 4.11 Ikon – Ikon dan Fungsinya

Dengan ikon-ikon tersebut, skema jaringan bisa dimodelkan seperti berikut.



Gambar 4.12 Skema Jaringan pada HMS

Untuk luas, panjang dan kemiringan pada DAS Gunungsari dapat diukur dari peta dalam bentuk CAD yang didapat dari SDMP Surabaya.

Panjang rata-rata dari aliran permukaan dan kemiringan lahan dapat dihitung dari peta. Panjang aliran permukaan untuk catchment simetrik dapat dihitung dengan persamaan:

$$Panjang = \frac{Luas}{2 \times panjang\ saluran}$$

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Panjang saluran catchment ST.10} &= \frac{1.049.307\ m^2}{2 \times (632\ m + 2065\ m)} \\ &= 194,53\ m \end{aligned}$$

Sedangkan untuk daerah aliran satu sisi, panjang aliran permukaan dapat dihitung :

$$Panjang = \frac{Luas}{panjang\ saluran}$$

Contoh perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Panjang saluran catchment ST.1} &= \frac{45.678\ m^2}{102\ m} \\ &= 447,82\ m \end{aligned}$$

Sumber : Modul Hidrologi 8

Perhitungan luas, panjang dan kemiringan pada DAS Gunungsari terlampir pada bab lampiran.

4.7.2 Nilai Tata Guna Lahan

Parameter tata guna lahan meliputi neraca antara komponen-komponen yang kedap dan meresap air serta jenis dari komponen yang meresap. Tata guna lahan pada DAS Gunungsari seperti pada gambar 4.13:



Gambar 4.13 Peta Tata Guna Lahan DAS Gunungsari

Sumber : *Surabaya Drainage Master Plan 2000*

Penggunaan lahan yang ada telah diinterpretasikan sesuai dengan kelompok-kelompok penggunaan lahan dengan karakteristik air limpasan yang berbeda, sebagai berikut :

Tabel 4.14 Harga CN yang disesuaikan dengan DAS di Indonesia

Kelompok Penggunaan Lahan untuk Pematasan	Kedap Air %	Serap Air CN
<u>Areal pemukiman (dengan kepadatan penduduk):</u>		
50 - 150 orang/ha (kawasan perumahan baru)	85	74
50 - 150 orang/ha (kawasan perumahan lama)	70	74
150 - 250 orang/ha	85	79
250 - 350 orang/ha	90	84
Lebih dari 350 orang/ha	95	88
<u>Lahan terbuka:</u>		
Rerumputan (>75%)	0	74

Kelompok Penggunaan Lahan untuk Pematusan	Kedap Air %	Serap Air CN
Campuran (wilayah rerumputan 25-75%)	0	79
<u>Lain-lain:</u>		
Industri, bisnis dan perdagangan	95	88
Fasilitas umum/kampus	70	79
Jalan utama, areal parkir mobil dsb.	100	

Sumber : Surabaya Drainage Master Plan Report

Pada DAS Gunungsari tata guna lahan yang digunakan adalah:

- Pemukiman (150 – 250 orang/ha) : nilai Kedap air (*Impervious*) = 85, CN = 79
- Industri, bisnis dan perdagangan : nilai IM = 95, CN = 88
- Fasilitas Umum/kampus : nilai IM = 70, CN = 79
- Jalan utama,areal parkir mobil : nilai IM = 100, CN = 0
- Pergudangan : nilai IM = 95, CN = 88
- Lahan terbuka rerumputan (>75%) : nilai IM = 0, CN = 74

Untuk perhitungan nilai IM dan CN tiap *catchment* dihitung menggunakan prosentase dengan nilai-nilai tata guna lahan DAS Gunungsari.

Contoh perhitungan :

Pada *catchment* ST.1 dari peta tata guna lahan didapatkan prosentase:

- Pemukiman : 78%
- Industri : 4 %
- Fasilitas umum : 4%
- Lahan terbuka : 4%
- Jalan : 10%
- Pergudangan : 0%

Nilai *impervious* (IM) *catchment* ST.1 =

$$= (78\% \times 85\%) + (4\% \times 95\%) + (4\% \times 70\%) + (4\% \times 0) + (10\% \times 100\%) + (0\% \times 95\%)$$

$$= 82,9$$

$$\begin{aligned} & \text{Nilai Curve Number (CN) catchment ST.1} = \\ & = (78\% \times 79\%) + (4\% \times 88\%) + (4\% \times 79\%) + (4\% \times 74\%) + (10\% \times 0\%) + (0\% \times 99\%) \\ & = 71,2 \end{aligned}$$

Perhitungan nilai IM dan CN tiap catchment akan disajikan dalam lampiran.

4.7.3 Perhitungan Time Lag (t_L)

Time Lag adalah waktu antara datangnya hujan dengan waktu terjadinya debit puncak. *Time Lag* merupakan salah satu faktor yang harus di input di program HEC-HMS untuk running debit banjir rencana. Waktu t_L dapat dihitung dengan :

$$t_L = \frac{L^{0,8} \times (S + 1)^{0,7}}{1900 \times Y^{0,5}}$$

Dimana :

L = panjang over land flow (ft) / panjang saluran

S = retensi maksimum (inchi)

$$S = 1000/\text{CN} - 10$$

Y = kemiringan rata-rata lahan (%)

CN = *Curve Number*, yang berisi pengaruh dari tanah, tata guna lahan, kondisi hidrologi dan *soil moisture*

Sumber : Modul Hidrologi 8

Contoh perhitungan pada catchment ST.1 :

$$L = 1469,22 \text{ ft}$$

$$Y = 0,4\%$$

$$\text{CN} = 71,26$$

$$S = 1000/71,26 - 10$$

$$= 4,03$$

$$t_L = \frac{L^{0,8} \times (S + 1)^{0,7}}{1900 \times Y^{0,5}}$$

$$t_L = \frac{1469,22^{0,8} \times (4,03 + 1)^{0,7}}{1900 \times 0,4^{0,5}}$$

$$t_L = 0,844 \text{ jam} = 50,69 \text{ menit}$$

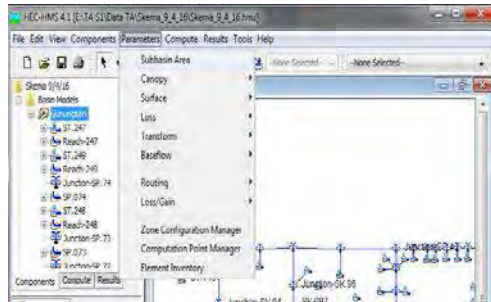
Perhitungan t_L tiap catchment akan dilampirkan.

4.7.4 Pengisian Parameter pada HEC HMS

Beberapa parameter harus dimasukkan dalam HEC HMS untuk mendapatkan data debit. Parameter yang dimasukkan antara lain:

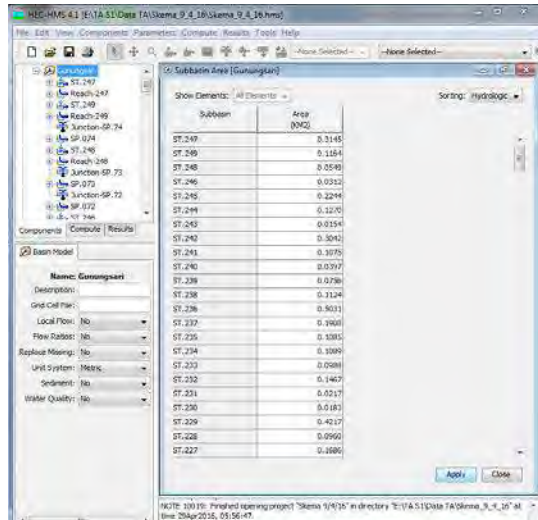
1. Luas *Catchment Area*

Luas *catchment area* tersier, sekunder, dan primer didapatkan dari perhitungan autocad yang diperoleh dari SDMP Surabaya. Untuk memasukkan data perhitungan kedalam HEC HMS yaitu pilih menu **Parameter** → **Subbasin area**. Pengisian dapat dilihat seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.14 Cara Mengisi Data *Subbasin Area*

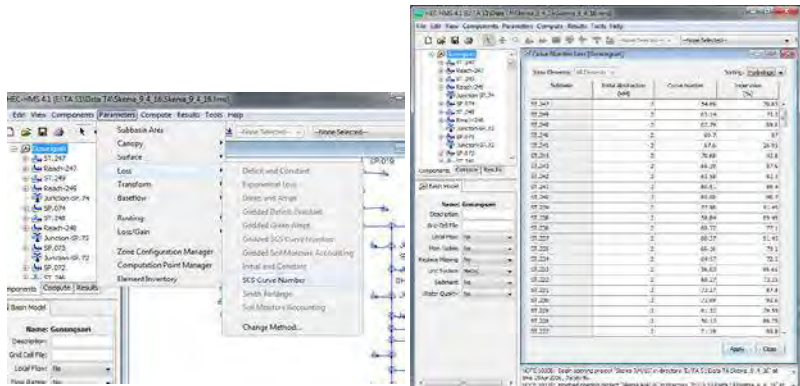
Isikan luas dalam satuan km pada tabel seperti gambar 4.15 dan sesuaikan dengan nama catchment yang tertera pada subbasin. Kemudian klik **apply**→**close**. Dengan begitu luas tiap catchment sudah terisi.



Gambar 4.15 Pengisian Data *Subbasin Area*

2. Nilai *Impervious*, *Curve Number*, dan *Initial Abstraction*
 Nilai-nilai tersebut didapatkan dari perhitungan tata guna lahan. *Impervious* adalah nilai kedap air, *Curve Number* adalah nilai serap air. Sedangkan *Initial Abstraction* adalah nilai limpasan awal yang dapat diperkirakan dari efek tangkapan oleh pepohonan dan genangan pada daerah-daerah rendah. Menurut SDMP Surabaya nilai *Initial Abstraction* disarankan bernilai 2 mm.

Untuk pengisian pada HEC HMS klik **Parameter**→**Loss**→**SCS Curve Number** seperti pada gambar berikut.

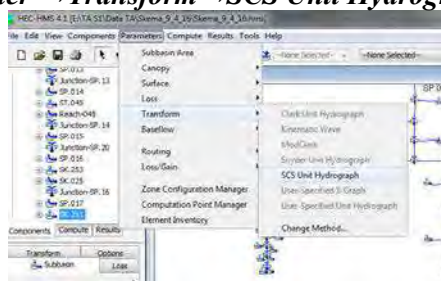


Gambar 4.16 Pengisian Data IM,CN, dan *Initial Abstraction*

Isikan nilai *Impervious*, *Curve Number*, dan *Initial Abstraction* tabel seperti gambar 4.16 dan sesuaikan dengan nama catchment yang tertera pada subbasin. Kemudian klik *apply*→*close*.

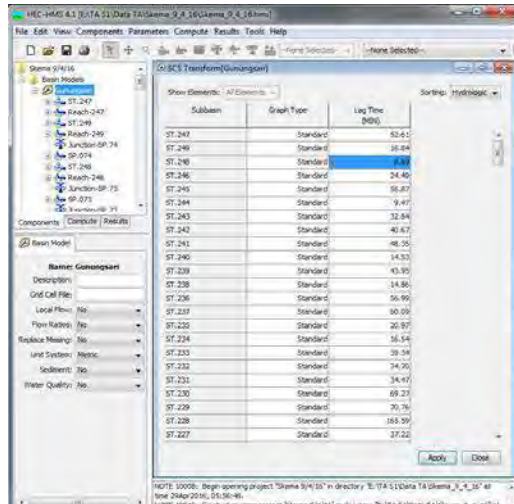
3. Lag Time (t_L)

Time Lag adalah waktu antara datangnya hujan dengan waktu terjadinya debit puncak. Untuk memasukkan data perhitungan kedalam HEC HMS yaitu pilih menu *Parameter* → *Transform* → *SCS Unit Hydrograph*.



Gambar 4.17 Cara Mengisi Data pada *Transform*

Isikan nilai *Lag Time* dalam satuan menit pada tabel seperti gambar 4.18, untuk *Graph Type* pilih *standard* dan sesuaikan dengan nama catchment yang tertera pada subbasin. Kemudian klik *apply*→*close*.



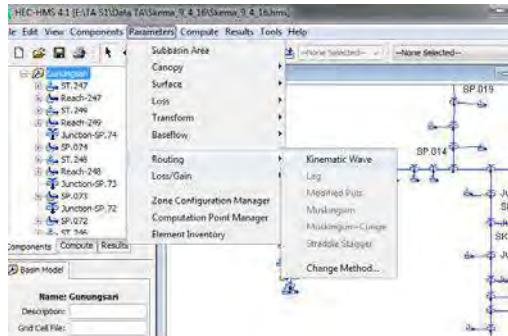
Gambar 4.18 Pengisian Data *Lag Time*

4. Kinematic Wave

Pada *kinematic wave* terdapat beberapa parameter yang harus diisi antara lain:

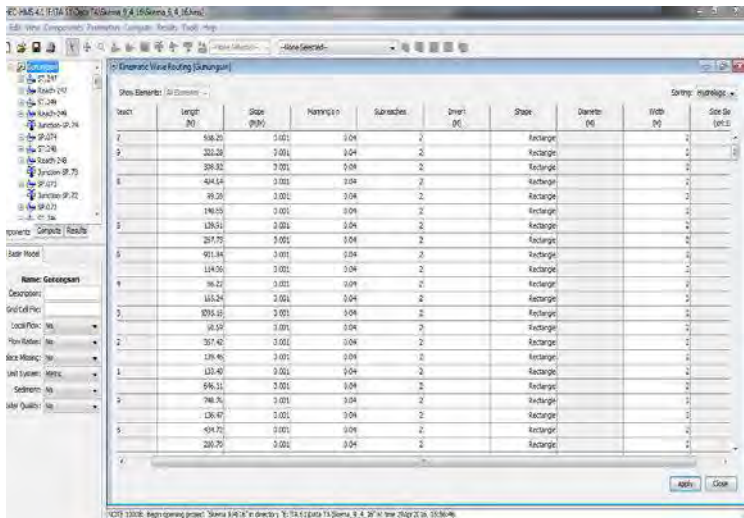
- *Length* : panjang saluran pada tiap *catchment*
- *Slope* :kemiringan lahan, dipakai 0,001 karena saluran daerah DAS Gunungsari relatif landai
- *Manning's n* :koefisien kekasaran, dipakai 0,04 karena saluran dari beton
- *Subreaches* : jarak dan waktu routing = 2
- *Shape* :diisi dengan bentuk penampang saluran
- *Width* : lebar saluran, untuk tersier 2 m, sekunder 5 m, primer 7 m

Pengisian pada HEC HMS yaitu pilih menu **Parameter** → **Routing** → **Kinematic Wave**.



Gambar 4.19 Cara Mengisi Data pada *Routing*

Kemudian isikan nilai setiap parameter pada *kinematic wave* seperti pada gambar 4.20 dan sesuaikan dengan nama catchment yang tertera pada subbasin. Kemudian klik **apply** → **close**.



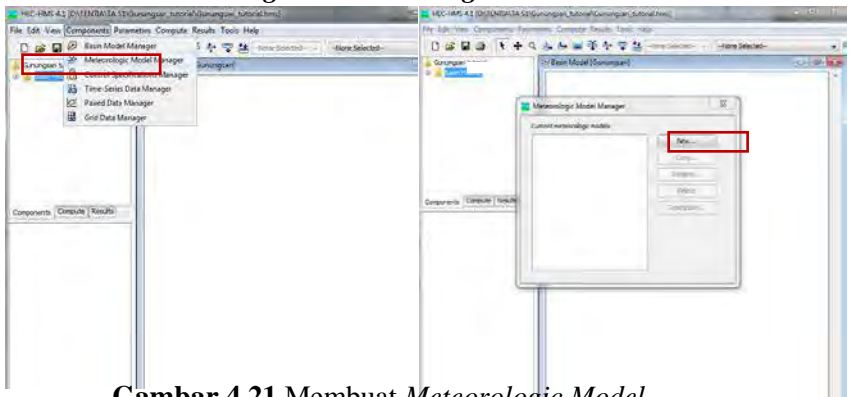
Gambar 4.20 Pengisian Data pada *Kinematic Wave*

4.7.5 Membuat HMS *Component Models*

HMS model components terdiri dari *basin model*, *meteorologic model*, *control specifications*, dan *time series data*. Pembuatan *basin model* sudah dijelaskan pada sub bab 4.7.1.

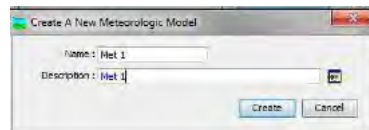
4.7.5.1 Pembuatan *Meteorologic Model (Model Data Curah Hujan)*

Meteorologic model dapat dibuat dengan prosedur yang sama seperti pembuatan *basin model* yaitu dengan cara pilih menu **Component** → **Meteorologic Model Manager**.



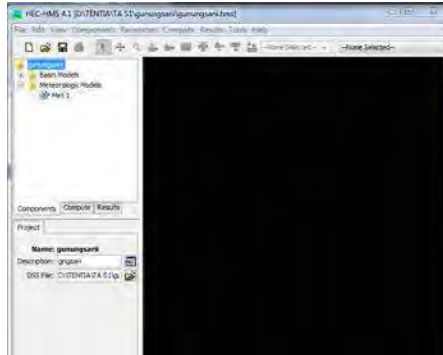
Gambar 4.21 Membuat *Meteorologic Model*

Klik **New** pada layar akan muncul **Create A New Meteorologic Model** editor. Isikan nama *Meteorologic Model* beserta deskripsinya seperti gambar berikut.



Gambar 4.22 Pengisian nama pada *Meteorologic Model*

Setelah pengisian nama dan deskripsi maka klik **Create**, sehingga akan muncul *Meteorologic Model Manager* beserta nama yang telah dimasukkan tadi. Selanjutnya tutup editor tersebut dan pada layar akan muncul tampilan seperti berikut.

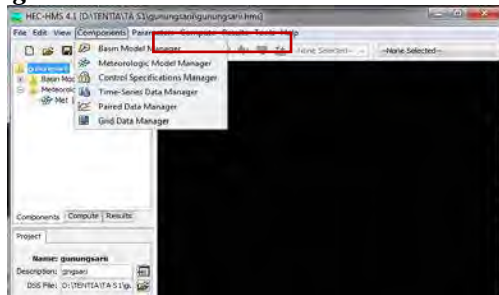


Gambar 4.23 Tampilan pada *Meteorologic Model*

4.7.5.2 Pembuatan *Control Specifications*

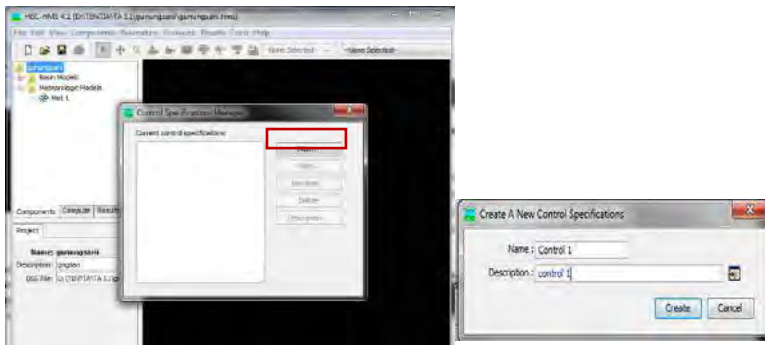
Control Specifications memuat input waktu kapan dimulai dan berakhirnya eksekusi (*running*) dari program serta interval waktu yang diinginkan (15 menit, 1 jam, atau 1 hari). Pada studi ini interval waktu yang dipakai adalah 1 jam.

Prosedur yang digunakan yaitu dengan cara pilih menu **Component** → **Control Specifications Manager**.



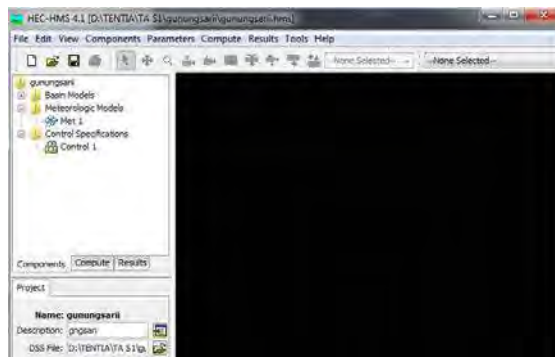
Gambar 4.24 Membuat *Control Specifications*

Klik *New* pada layar akan muncul *Create A New Control Specifications* editor. Isikan nama beserta deskripsinya seperti gambar berikut.



Gambar 4.25 Pengisian Nama pada *Control Specifications*

Setelah pengisian nama dan deskripsi maka klik *Create*, sehingga akan muncul *Control Specifications* beserta nama yang telah dimasukkan tadi. Selanjutnya tutup editor tersebut dan pada layar akan muncul tampilan seperti berikut.

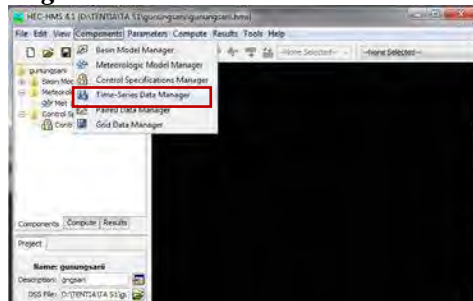


Gambar 4.26 Tampilan pada *Control Specifications*

4.7.5.3 Pembuatan *Time-Series Data*

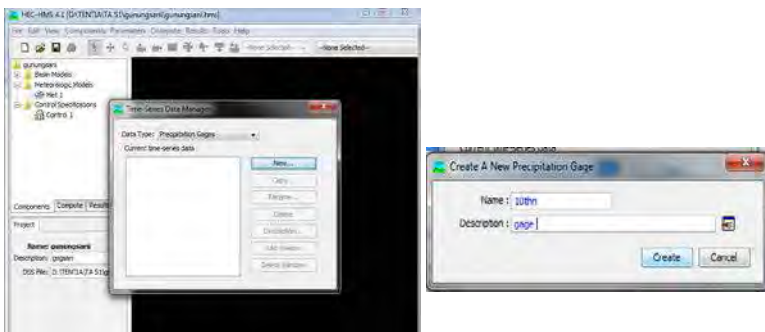
Melalui *Time-Series Data Manager* beberapa tipe data yang akan digunakan dalam aplikasi model HEC-HMS dapat dibuat. Diantaranya adalah data hujan dan data debit.

Prosedur yang digunakan yaitu dengan cara pilih menu *Component* → *Time-Series Data Manager*.



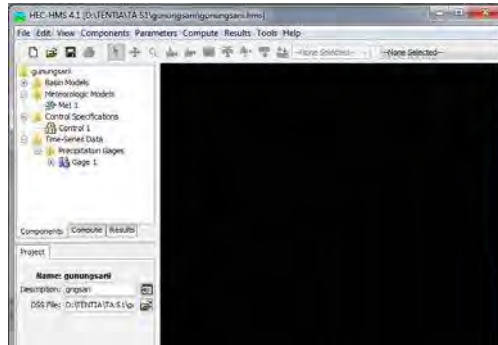
Gambar 4.27 Membuat *Time-Series Data*

Klik *New* pada layar akan muncul *Create A New Precipitation Gage* editor. Isikan nama beserta deskripsinya seperti gambar berikut.



Gambar 4.28 Pengisian Nama pada *Time-Series Data*

Setelah pengisian nama dan deskripsi maka klik **Create**, sehingga akan muncul *Time-Series Data* beserta nama yang telah dimasukkan tadi. Selanjutnya tutup editor tersebut dan pada layar akan muncul tampilan seperti berikut.



Gambar 4.29 Tampilan pada *Time-Series Data*

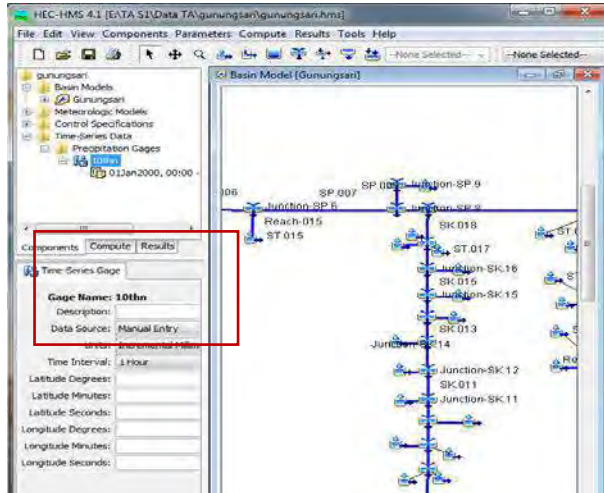
4.7.6 Pengisian Data Pada HMS *Component Models*

Setelah membuat beberapa *component models* antara lain *meteorologic model*, *Control Specifications*, dan *Time-Series Data*. Setiap *component models* tersebut ada beberapa data yang harus diisi sebelum dilakukan simulasi (*running*).

4.7.6.1 Pengisian Data Pada *Time-Series Data*

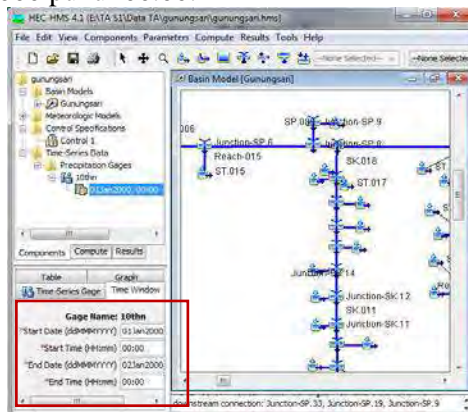
Prosedur dalam pengisian data yaitu klik **Time Series Data** → **Precipitation Gages** → **10thn** (nama dari gage yang dibuat). Klik 10thn sampai dia berwarna biru. Akan muncul editor *Time Series Gage* di bawahnya.

Isikan *Data Source* dan *Units* seperti pada gambar 4.28. Untuk *Time Interval* diisikan 1 hour, karena pada studi ini direncanakan menggunakan *time interval* 1 jam.



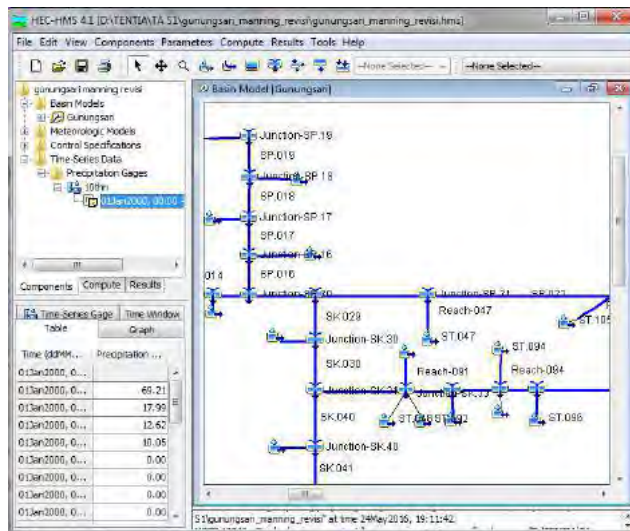
Gambar 4.30 Pengisian Data pada *Time-Series Gage*

Setelah itu klik tulisan 01 Jan 2000 yang tertera di bawah 10thn. Maka akan muncul editor *Time Window*, isikan data seperti pada gambar 4.29. Waktu yang digunakan pada studi ini adalah 1 hari, dari tanggal 01 Januari 2000 pukul 00:00 sampai dengan tanggal 02 Januari 2000 pukul 00:00.



Gambar 4.31 Pengisian Data pada *Time Window*

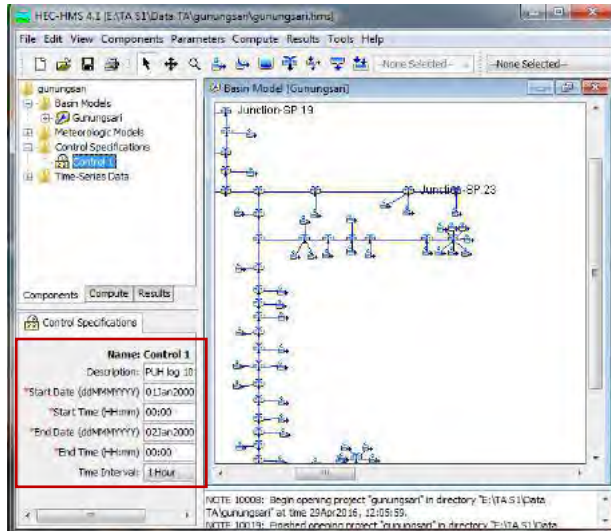
Kemudian klik *Table* pada kotak editor yang sama. Isikan data hujan PUH yang sudah dihitung pada pembahasan sub bab 4.6.2. Pada studi ini PUH yang digunakan adalah PUH 10 tahun karena objek yang ditinjau adalah saluran primer Gunungsari. Isikan data PUH 4 jam di kotak editor *Table* pada 4 jam pertama, untuk jam berikutnya isikan dengan angka 0.



Gambar 4.32 Pengisian Data pada *Table*

4.7.6.2 Pengisian Data Pada *Control Specification*

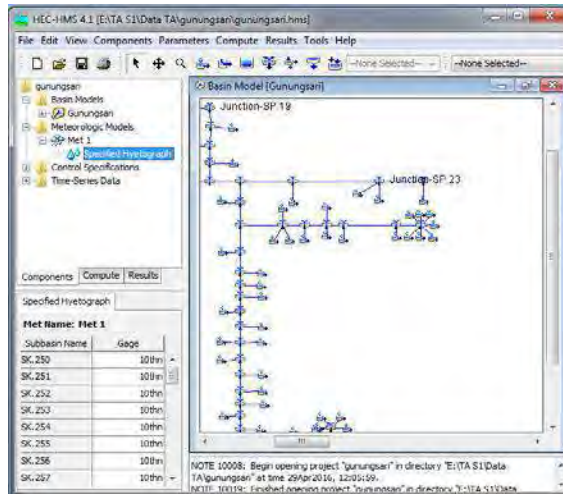
Untuk mengisi data yaitu klik *Control Specification* → *Control 1*. Kemudian akan ada kotak editor dibawahnya. Isikan data kotak editor tersebut seperti pada *time-series data* seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.33 Pengisian Data pada *Control Spesification*

4.7.6.3 Pengisian Data Pada *Meteorologic Models*

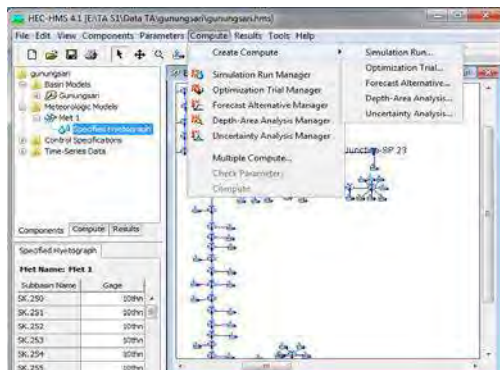
Untuk mengisi data yaitu klik *Meteorologic models* → *Met 1* → *Specified Hyterograph*. Kemudian akan muncul kotak editor seperti pada gambar 4.32. Pada kotak *gage* isikan dengan 10thn pada setiap *subbasin*. Ini dimaksudkan bahwa data hujan yang digunakan setiap *subbasin* adalah data hujan periode ulang 10 tahun yang sudah diisikan pada *time-series data*.



Gambar 4.34 Pengisian Data pada *Meteorologic models*

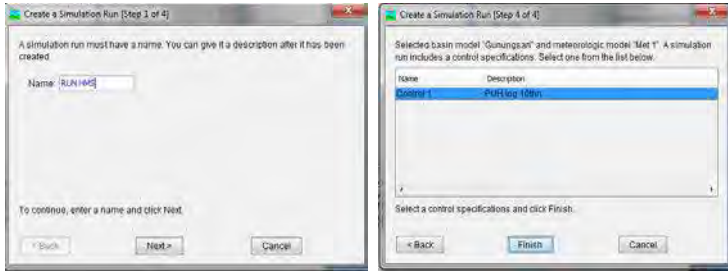
4.7.7 Simulasi HMS

Setelah semua parameter dan data terisi, maka HMS bisa di simulasi (*running*) untuk mendapatkan data debit pada saluran tersier, sekunder, dan primer. Untuk simulasi, klik **Compute** → **Create Compute** → **Simulation Run**, Seperti pada gambar berikut.




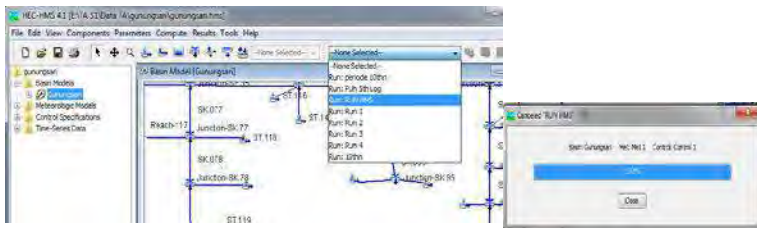
Gambar 4.35 Langkah-langkah Simulasi HMS

Akan muncul *Create a Simulation Run*, isikan nama untuk simulasi HMS kemudian klik *next* hingga *finish*.



Gambar 4.36 Langkah-Langkah Simulasi HMS

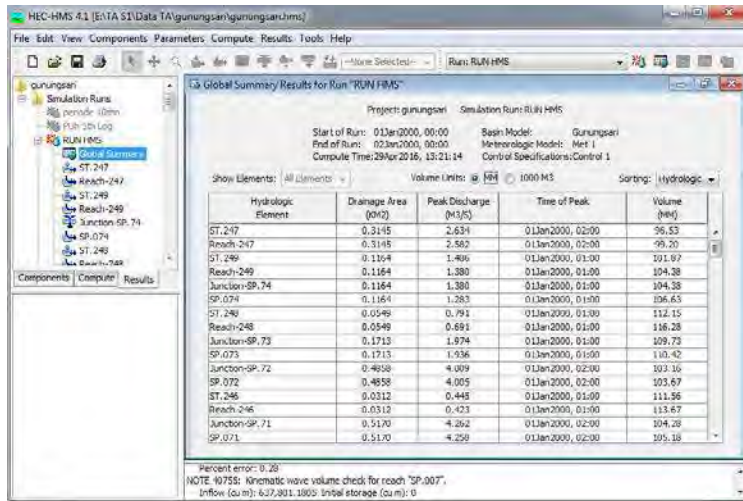
Setelah itu klik RUN HMS (nama yang telah dibuat untuk simulasi tadi), kemudian klik simbol . Maka HMS akan melakukan simulasi. Jika sudah 100% maka klik *close*.



Gambar 4.37 Langkah-Langkah Simulasi HMS

Untuk mengetahui hasil simulasi HMS yaitu dengan cara klik *result* → *simulation run* → *RUN HMS*. Akan ditampilkan *global summary* yang isinya berupa data debit, data volume, dan luas daerah drainase tiap *catchment*. Data tersebut yang nantinya akan digunakan

untuk simulasi HEC-RAS. Hasil simulasi seperti pada gambar 4.38. Dan untuk hasil simulasi tiap *catchment* akan dilampirkan.



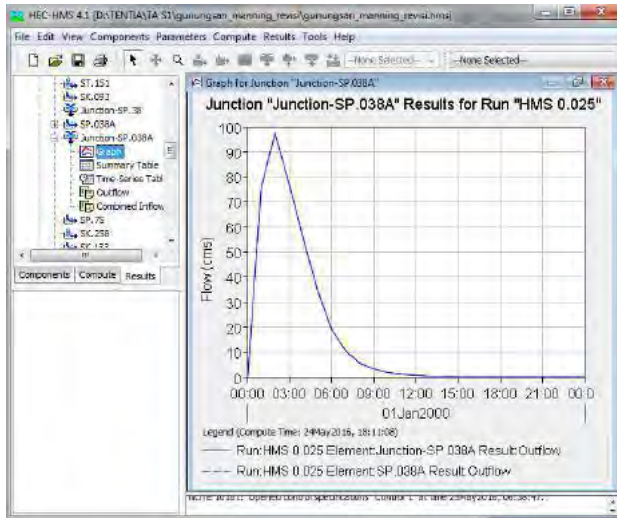
Gambar 4.38 Hasil Simulasi HMS

4.8 Kontrol Debit dengan Hidrograf

Hasil simulasi pada HMS memberikan hasil berupa inflow dan outflow pada tiap *catchment area*. Untuk mengetahui permodelan dengan HMS benar apa tidak, maka perlu di kontrol debit dengan hidrograf, kemudian dari data debit tersebut diolah menjadi volume dan curah hujan efektif. Jika hasil curah hujan efektif sama atau hampir mendekati dengan penjumlahan curah hujan pada PUH selama 4 jam, maka permodelan HMS benar.

Cara untuk kontrol hidrograf ini adalah, klik **result**, kemudian cari saluran yang akan di kontrol debitnya, misal kontrol debit pada *Junction SP. 38 A*. *Junction SP.38 A* ini

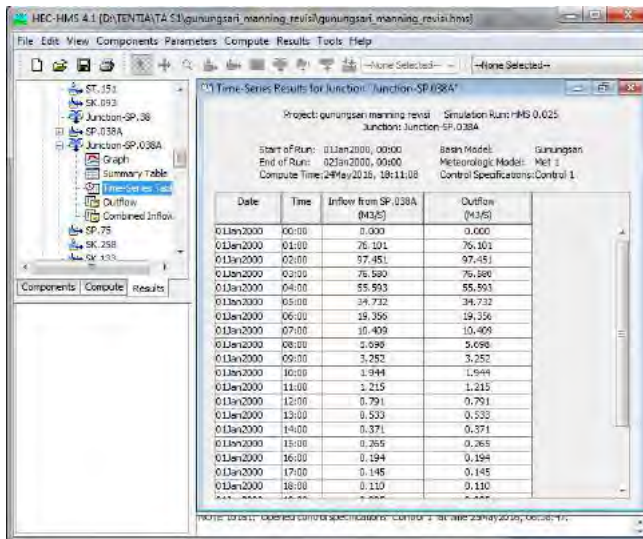
adalah debit yang akan masuk ke saluran primer Margomulyo. Kemudian klik **Graph**, maka akan muncul grafik hidrograf dari *junction* sp. 38 A. Seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.39 Grafik Hidrograf *Junction* SP.38A

Dari grafik tersebut, bisa kita hitung volume tiap jam dengan cara mencari luasan dari debit pada tiap jam. Untuk perhitungan luasnya disesuaikan dengan bentuk grafik tersebut. Pada jam ke 00:00 sampai pada jam ke 01:00 bentuk grafik adalah segitiga. Maka luasan dihitung menggunakan rumus segitiga, dengan jam sebagai alas, dan debit sebagai tinggi. Untuk jam ke 01:00 sampai dengan jam ke 02:00 bentuk grafik adalah trapesium, maka luasan dihitung menggunakan trapesium. Begitu seterusnya sampai jam ke 24:00, karena pemodelan pada simulasi adalah 24 jam.

Untuk mengetahui debit pada tiap jam dari grafik hidrograf tersebut klik **Time Series Table**. Sehingga muncul debit pada *junction* sp.38A seperti pada gambar berikut.



Gambar 4.40 Waktu dan Debit pada *Junction* SP.38A

Perhitungan kontrol debit seperti di bawah ini :

Tabel 4.15 Tabel Perhitungan Volume Hidrograf

jam	debit (m ³ /dt)	Vol (m ³)
0:00	0	0
1:00	76,101	136981,8
2:00	97,451	312393,6
3:00	76,580	313255,8
4:00	55,593	237911,4
5:00	34,732	162585,0
6:00	19,356	97358,4
7:00	10,409	53577,0
8:00	5,698	28992,6
9:00	3,252	16110,0
10:00	1,944	9352,8
11:00	1,215	5686,2
12:00	0,791	3610,8

jam	debit (m ³ /dt)	Vol (m ³)
13:00	0,533	2383,2
14:00	0,371	1627,2
15:00	0,265	1144,8
16:00	0,194	826,2
17:00	0,145	610,2
18:00	0,110	459,0
19:00	0,085	351,0
20:00	0,067	273,6
21:00	0,053	216,0
22:00	0,042	171,0
23:00	0,034	136,8
0:00	0,028	111,6
Total volume	1386126 m ³	
R eff	109.41 mm	

Contoh perhitungan pada jam ke-00:00 sampai jam ke 01:00 :
Bentuk grafik adalah segitiga, dengan alas 1 jam dan debit 76,101 m³/dt. Maka volume pada jam ke 01:00 adalah :

$$volume = 0,5 \times 3600 \text{ dt} \times 76,101 \frac{m^3}{dt} = 136.981,8 \text{ m}^3$$

Diketahui:

$$\text{Total volume} = 1.386.126 \text{ m}^3$$

luas *catchment area junction* sp. 38 A adalah = 12.668.620,07 m²

maka, curah hujan efektif (R eff) =

$$R \text{ eff} = (1.386.126 \text{ m}^3 : 12.668.620,07 \text{ m}^2 \times 1000$$

$$R \text{ eff} = 109,41 \text{ mm}$$

Didapatkan hasil R eff adalah 109,41 mm . Kemudian di bandingkan dengan penjumlahan PUH selama 4 jam periode ulang 10 tahun. Pada perhitungan PUH pada tabel 4.13 didapatkan data hujan sebagai berikut :

Tabel 4.16 Tabel PUH Periode Ulang 10 Tahun

jam	R (mm)
1	69.21
2	17.99
3	12.62
4	10.05
Total	109.87

Hasil penjumlahan PUH periode ulang 10 tahun adalah 109,87 mm, sedangkan hasil perhitungan R efektif pada hidrograf adalah 109,41 mm. Nilai curah hujan tersebut mendekati, maka permodelan HEC HMS benar, dan data debit hasil simulasi bisa digunakan sebagai input pada HEC RAS.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

ANALISA HIDROLIKA

5.1 Tinjauan Umum

Analisa hidrolika bertujuan untuk mengetahui kemampuan penampang dalam menampung debit rencana. Dalam studi ini perhitungan kapasitas saluran drainase menggunakan pemodelan HEC-RAS 4.0. Dengan analisa ini dapat diketahui elevasi muka air pada penampang saat suatu debit air melalui saluran drainase tersebut.

Data-data yang diperlukan dalam analisa penampang sungai dengan bantuan *software* HEC-RAS adalah:

1. Penampang memanjang sungai
2. Potongan melintang sungai
3. Data debit yang melalui sungai
4. Angka *manning* penampang sungai

Analisa hidrolika ini terdiri dari analisa penampang eksisting sungai dan analisa penampang rencana.

5.2 Analisa Penampang Eksisting

Analisa penampang eksisting dengan menggunakan HEC-RAS bertujuan untuk mengetahui kondisi dari saluran primer Margomulyo, Kali Balong, Kali Kandangan, dan Kali Sememi saat ini (eksisting). Dengan menggunakan modul aliran *steady flow data* maka dapat diketahui profil dari muka air saat terjadi banjir.

Untuk membuat model aliran eksisting, input data yang digunakan untuk analisa ini adalah :

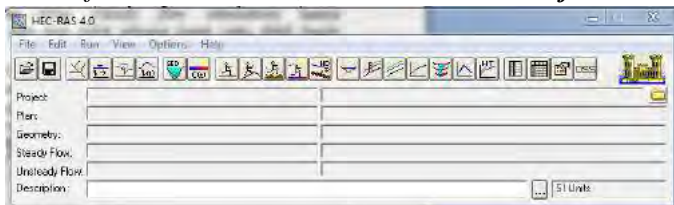
1. Data Geometri
 - a. Skema alur saluran primer Margomulyo, Kali Balong, Kali Kandangan, dan Kali Sememi.
Skema eksisting 4 saluran primer dimulai dari hulu (saluran primer Gunungsari) dan hilirnya yang bermuara ke Selat Madura.
 - b. Data penampang memanjang dan melintang sungai

2. Data debit yang masuk ke setiap saluran.
Data debit ini dari pemodelan menggunakan HEC-HMS
3. Data Hidrolika
Yaitu koefisien *mannig* (n) merupakan parameter yang menunjukkan kekasaran dasar saluran dan tanggul kanan kiri.

Pada analisa penampang eksisting dengan menggunakan simulasi aliran tetap (*steady flow simulation*) hanya menggunakan satu data debit sebagai input yaitu debit banjir rencana maksimal.

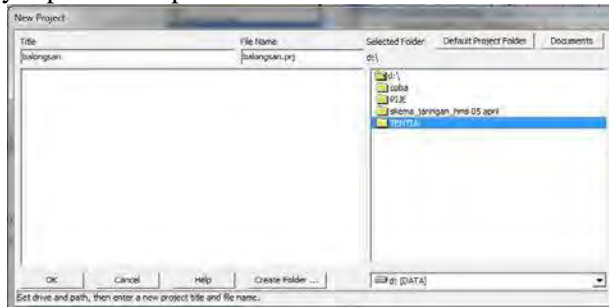
Berikut ini adalah langkah-langkah yang harus dilakukan untuk analisa penampang eksisting:

1. Membuat *project* baru
Buka *software* HEC-RAS, klik **File** → **New Project**



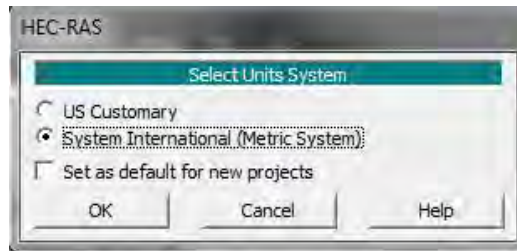
Gambar 5.1 Tampilan HEC-RAS

Masukkan nama *project*, kemudian pilih lokasi penyimpanan file pemodelan HEC-RAS tersebut.



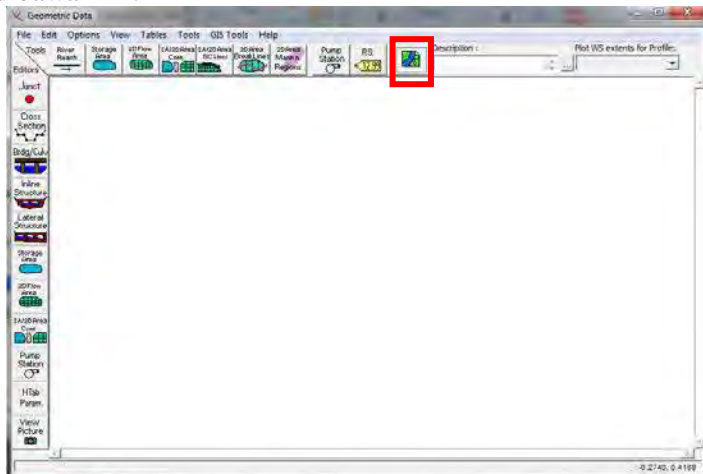
Gambar 5.2 Tampilan Input *New Project*

2. Pilih **Options** → **Unit System** pilih sistem Internasional untuk membuat data dalam satuan SI, kemudian klik OK.



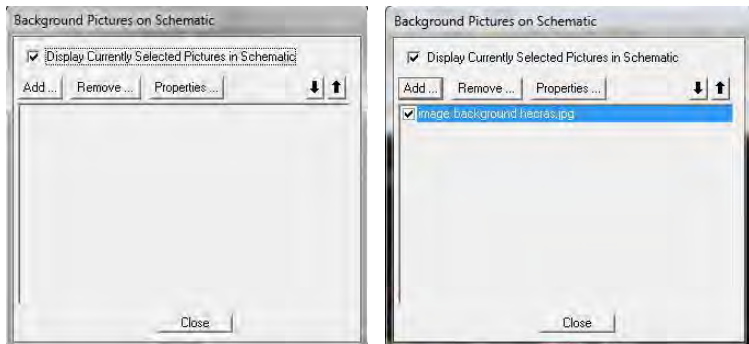
Gambar 5.3 Tampilan *Unit System*

3. Membuat sket saluran yang ditinjau
 Untuk membuat sket saluran yang ditinjau, pilih **Edit** → **Geometric Data**. Maka akan muncul seperti gambar dibawah ini:



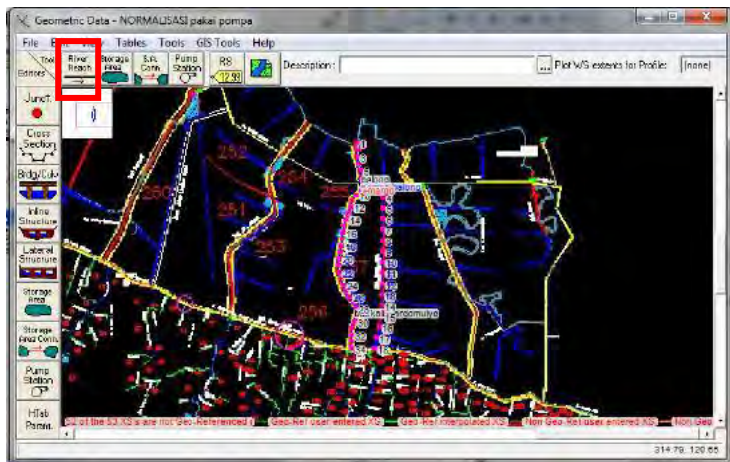
Gambar 5.4 Tampilan *Geometric Data*

Klik ikon pada kotak berwarna merah pada gambar 5.4. Kemudian akan muncul kotak pada gambar 5.5. Klik **Display Currently Selected Picture in Schematic** → **Add** kemudian pilih gambar peta saluran yang ditinjau → **OK** → gambar yang akan ditinjau → **Close**.



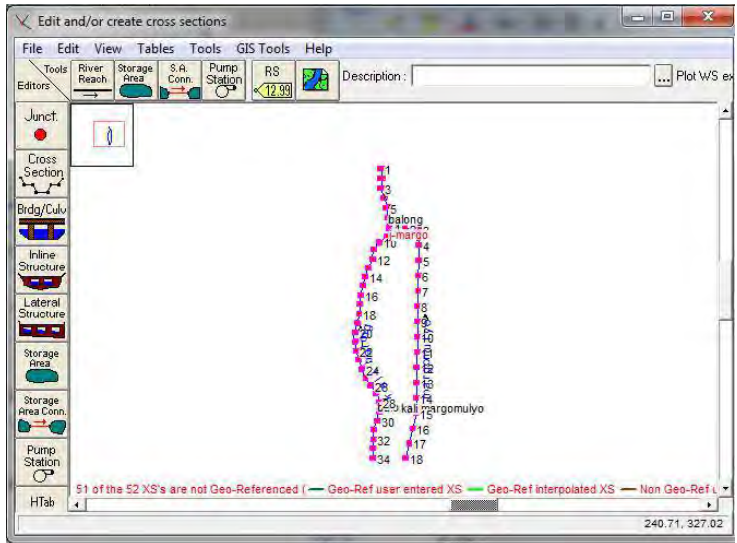
Gambar 5.5 Tampilan *Background Picture on Schematic*

Setelah muncul background pada layar *Geometric Data*, bisa digambar sket saluran yang ditinjau dengan menggunakan menu *River Reach*.

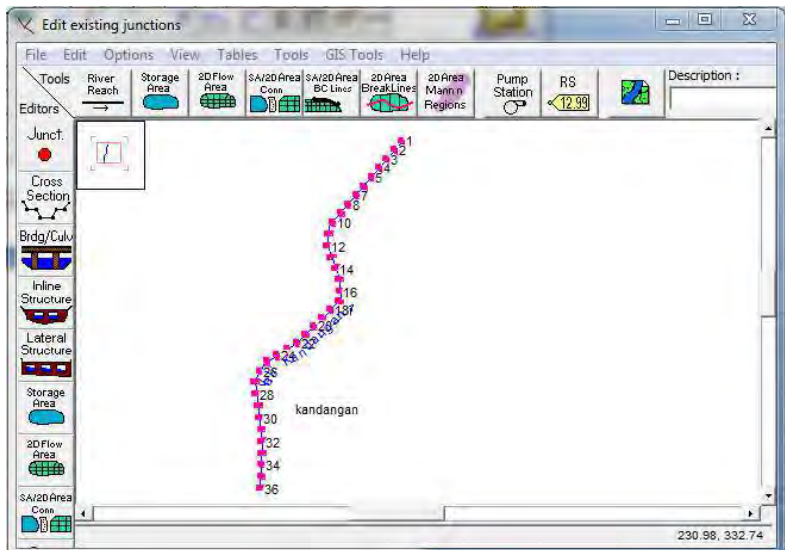


Gambar 5.6 Tampilan *Background Picture*

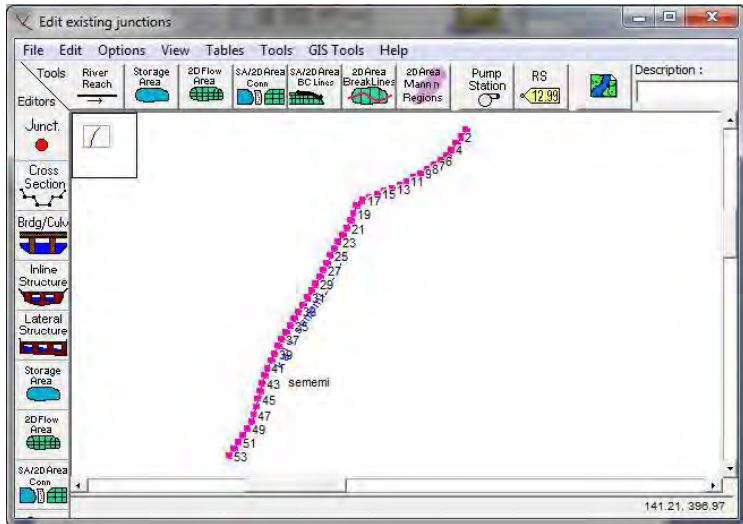
Setelah menggambar sket saluran yang ditinjau, background bisa dihilangkan dengan cara hilangkan tanda centang pada kotak editor *Background Picture on Schematic*.



Gambar 5.7 Tampilan Hasil Sket Kali Balong dan Saluran Primer Margomulyo



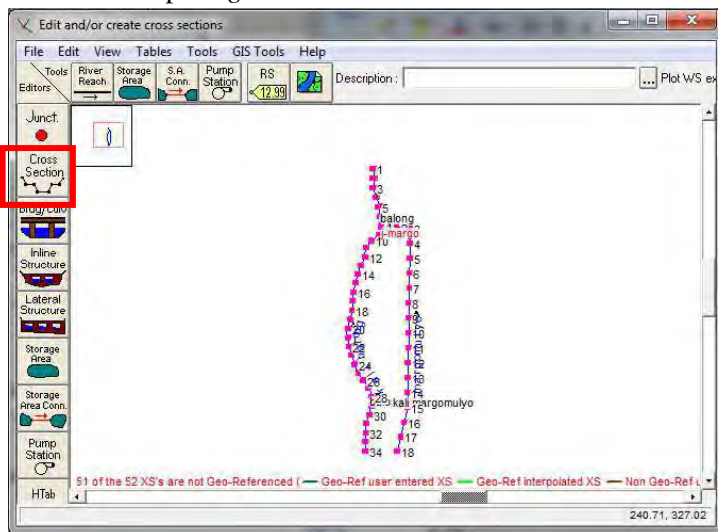
Gambar 5.8 Tampilan Hasil Sket Kali Kandangan



Gambar 5.9 Tampilan Hasil Sket Kali Sememi

4. Input data *cross section* saluran

Untuk memasukkan data *cross section* tiap saluran, klik *cross section* pada *geometric data*

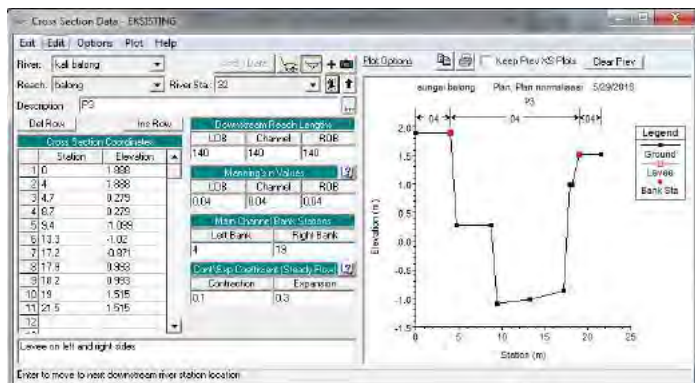


Gambar 5.10 Tampilan Edit *Cross Section*

Pilih *Cross Section*→*Options*→*Add new cross section*. Masukkan data untuk masing-masing cross section yang meliputi:

- River Sta** : Nama potongan melintang, diisi dengan angka yang berurutan.
- Station** : Jarak kumulatif antara titik elevasi potongan dari titik paling pinggir yang bernilai 0.
- Elevation** : Elevasi titik pada *station*.
- Downstream reach length** : Jarak tiap potongan melintang sungai dengan potongan melintang sebelumnya.
- Manning's value** : Nilai angka manning saluran.
- Main Channel Bank Station** : Station titik saluran utama sungai.
- Cont/Exp Coeficients** : Koefisien kontraksi dan ekspansi (otomatis akan mengisi sendiri).

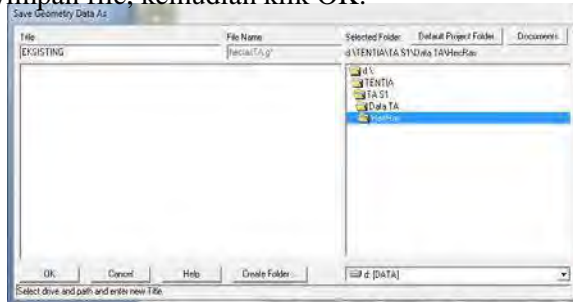
Dalam tugas akhir ini, untuk penomoran *River Sta* angka 1 dimulai dari hilir, dan angka terbesar menunjukkan daerah hulu. Setelah semua data diisi, klik *apply data*. Kemudian akan muncul bentuk penampang sesuai dengan data *cross section* yang dimasukkan.



Gambar 5.11 Tampilan *Cross Section Data*

5. Menyimpan data *cross section* saluran

Jika semua penampang *cross section* sudah dibuat, Klik **Exit**. Kemudian akan kembali ke layar editor *Geometric Data* seperti pada gambar 5.4. Kemudian klik **File**→**Save Geometry Data**. Isikan nama pada *Title*. Pilih tempat menyimpan file, kemudian klik OK.

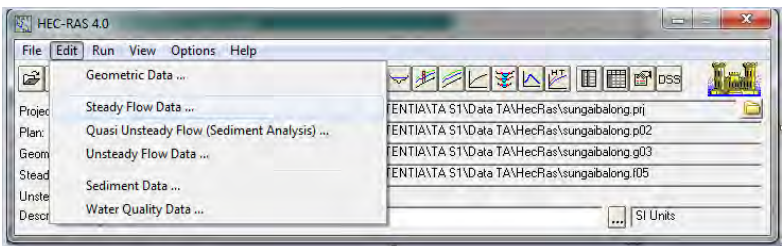


Gambar 5.12 Tampilan Penyimpanan *Cross Section*

6. Input data debit (*Steady Flow Data*)

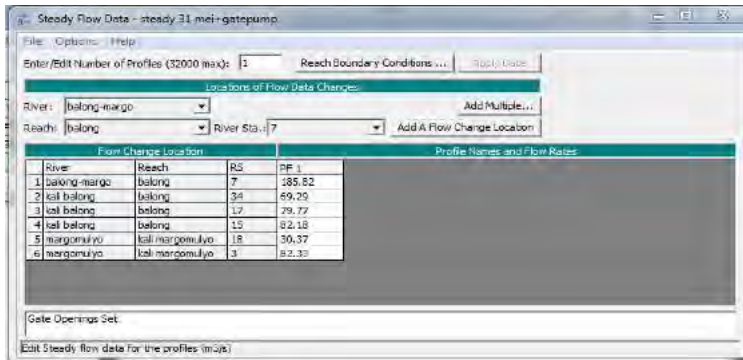
Data debit diperoleh dari pemodelan HEC-HMS. Debit yang dimasukkan pada HEC-RAS adalah debit maksimal yang masuk ke tiap saluran primer dan lateral inflow yang terdapat pada saluran primer tersebut.

Untuk memasukkan data debit pilih menu **Edit**→**Steady Flow Data**.



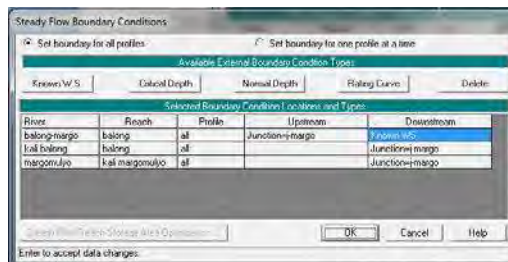
Gambar 5.13 Memilih *Steady Flow Data*

Isikan data debit pada kotak PF. Untuk memasukkan lateral inflow perlu menambah kolom debit lagi, maka caranya pilih *River Sta* tempat lateral inflow masuk, kemudian klik **Add Flow Change Location**.

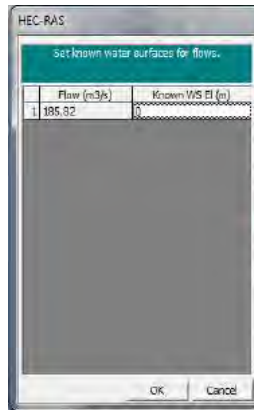


Gambar 5.14 Debit yang Masuk pada Kali Balong dan Saluran Primer Margomulyo

Kemudian pilih **Reach Boundary Condition** → **Known WS** pada *downstream*, untuk mengisikan *boundary hilir* pada tiap saluran. Karena muara sungai merupakan Selat Madura maka akan terpengaruh pasang surut air laut. Pada Kali Balong, Kali Kandangan, dan Kali Sememi nilai pasangnyanya pada elevasi 0 menurut SDMP Surabaya.

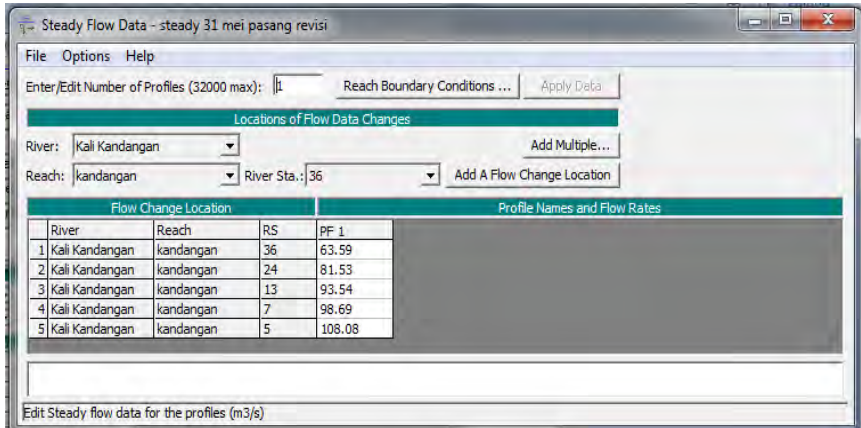


Gambar 5.15 Tampilan *Reach Boundary Condition*

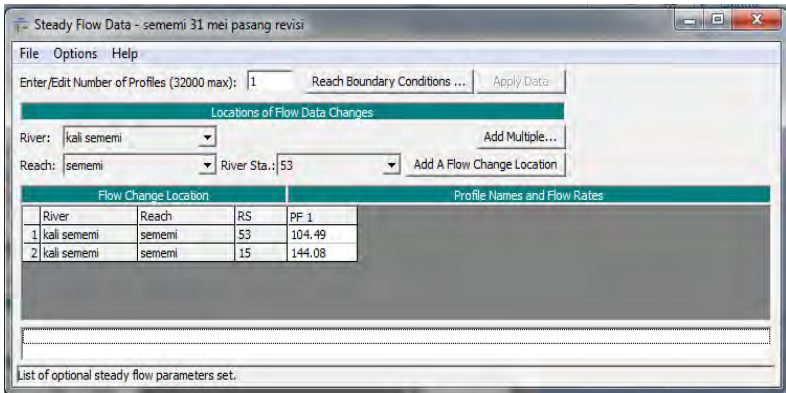


Gambar 5.16 Tampilan *Known WS*

Berikut debit yang diisikan pada saluran primer Kandangan dan saluran primer Sememi.



Gambar 5.17 Debit yang Masuk pada Kali Kandangan

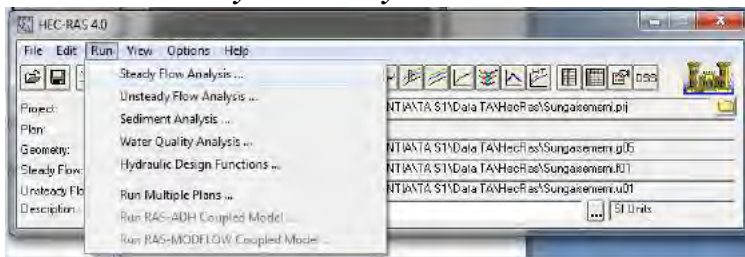


Gambar 5.18 Debit yang Masuk pada Kali Sememi

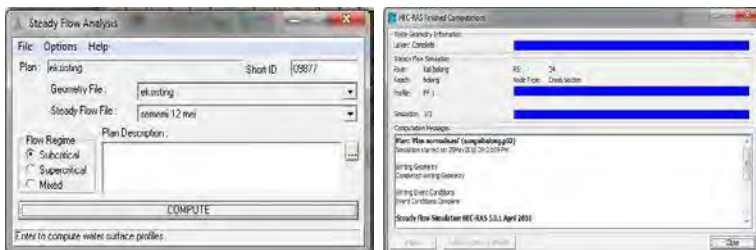
7. Run program Eksisting

Setelah semua data selesai dimasukkan, pilih

Run → **Steady Flow Analysis**.



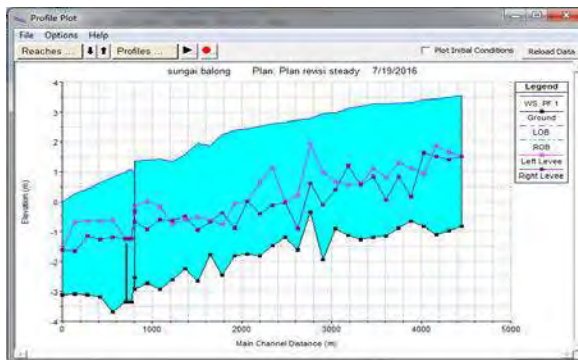
Gambar 5.19 Memilih *Run Steady Flow Analysis*



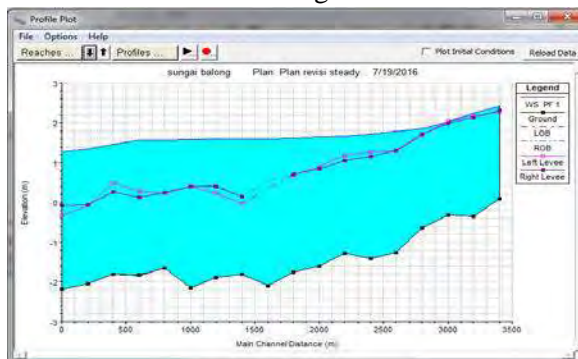
Gambar 5.20 Tampilan *Run Steady Flow Analysis*

Pada gambar 5.20 pilih *Compute*, dan program akan menghitung data yang sudah kita input. Output yang dihasilkan yaitu profil muka air, kecepatan aliran, dan kapasitas tampungan sungai, sehingga kita dapat mengetahui daerah-daerah yang mengalami banjir.

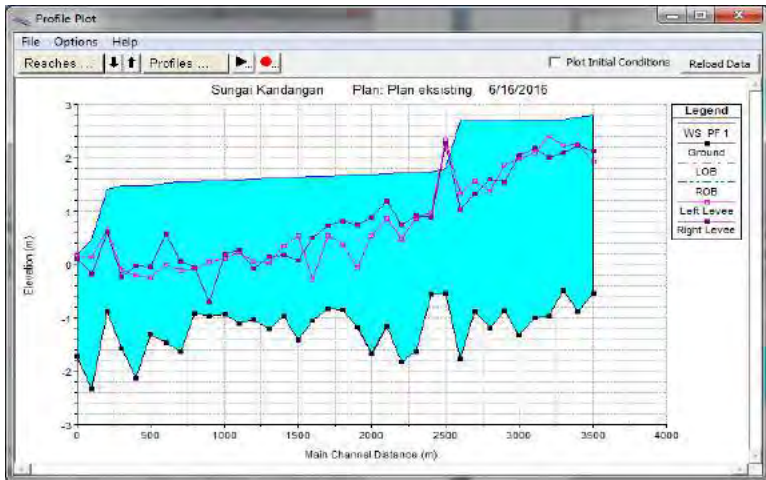
8. *Output* data
 - a. Profil penampang memanjang



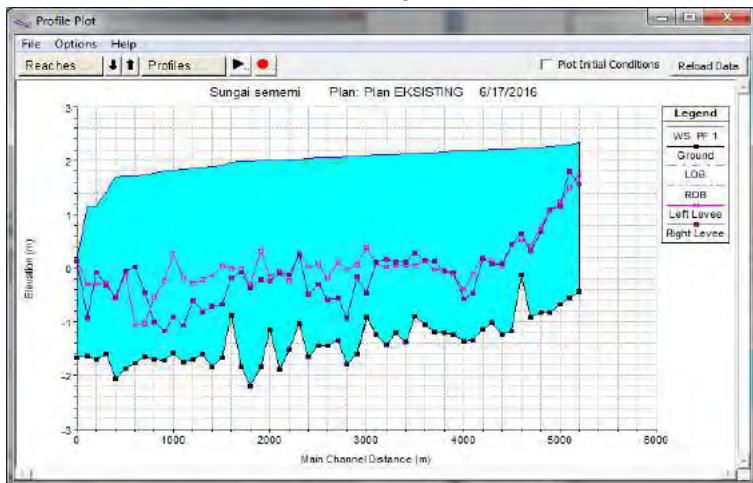
Gambar 5.21 Hasil *Running* Penampang Memanjang Kali Balong



Gambar 5.22 Hasil *Running* Penampang Memanjang Saluran Primer Margomulyo

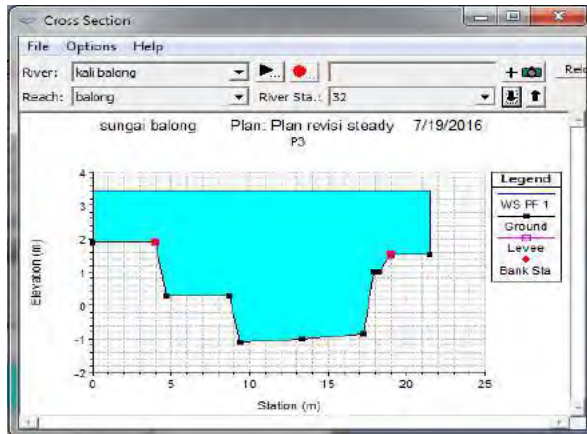


Gambar 5.23 Hasil *Running* Penampang Memanjang Kali Kandangan

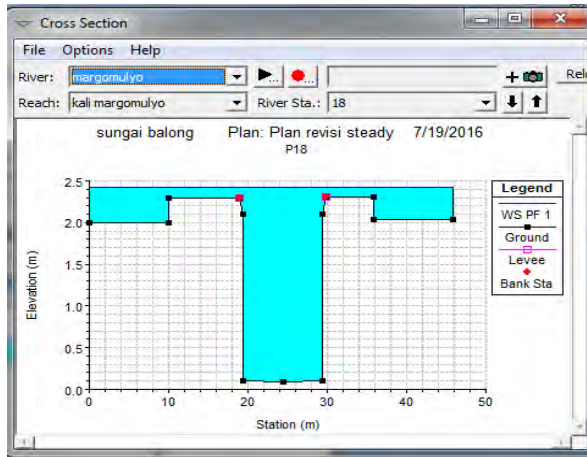


Gambar 5.24 Hasil *Running* Penampang Memanjang Kali Sememi

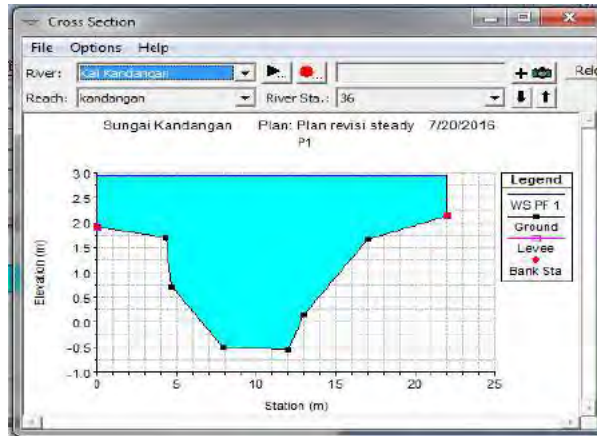
- b. Profil penampang melintang (*cross section*)
Untuk profil melintang tiap *cross section* akan dilampirkan.



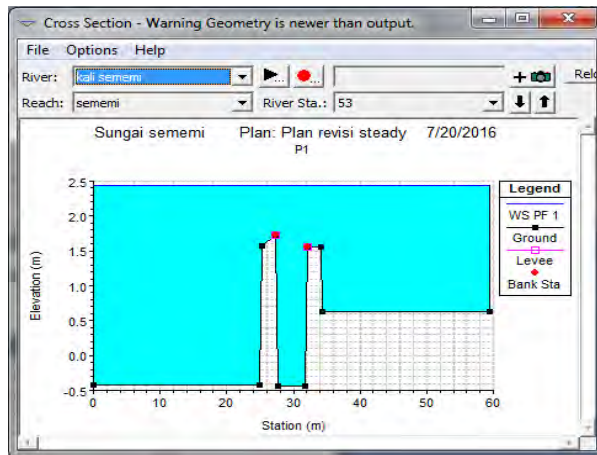
Gambar 5.25 Profil Penampang Melintang Kali Balong RS 32



Gambar 5.26 Profil Penampang Melintang Saluran Primer Margomulyo RS 18



Gambar 5.27 Profil Penampang Melintang Kali Kandangan
RS 36



Gambar 5.28 Profil Penampang Melintang Kali Sememi RS 53

Setelah dilakukan *running* program HEC-RAS ternyata penampang eksisting sungai tidak dapat menampung debit banjir yang ada, maka direncanakan normalisasi sungai. Normalisasi

sungai dilakukan untuk mengatasi banjir di saluran primer Margomulyo, Kali Balong, Kali Kandangan, dan Kali Sememi yaitu dengan cara memperbesar atau mendesain ulang penampang.

5.3 Analisa Penampang Rencana

Normalisasi pada saluran primer Margomulyo, Kali Balong, Kali Kandangan, dan Kali Sememi didasarkan pada hasil analisa kondisi eksisting sungai dengan program HEC RAS dimana ada beberapa titik penampang yang tidak mampu menampung debit rencana Q_{10} yang mengalir.

Normalisasi pada saluran primer Margomulyo direncanakan dengan penampang persegi dan tepi saluran terbuat dari pasangan batu kosong seperti kondisi eksisting yang ada. Sedangkan untuk Kali Balong, Kali Kandangan, dan Kali Sememi merupakan saluran alam, sehingga untuk normalisasi ini bentuk penampang akan di buat trapesium dan juga persegi sesuai dengan lahan yang tersedia di lapangan. Langkah-langkah untuk normalisasi yaitu:

5.3.1 Perencanaan kemiringan dasar saluran (I rencana)

Dari hasil profil memanjang simulasi HEC-RAS pada pembahasan sebelumnya bisa dilihat I eksisting sangat tidak beraturan. Kemiringan dasar saluran yang tidak beraturan tersebut bisa saja diakibatkan sedimentasi yang mengendap di dasar saluran. Pada kenyataannya kemiringan dasar saluran sangat berpengaruh pada kecepatan dan debit yang mengalir, oleh karena itu salah satu upaya normalisasi penampang adalah dengan memperbaiki kemiringan dasar saluran.

Memperbaiki kemiringan dasar saluran ini adalah dengan cara mencari rata-rata dari kemiringan eksisting, kemudian digunakan sebagai patokan membuat elevasi dasar saluran baru

dengan mengeruk atau menimbun dasar saluran. Sehingga dari elevasi baru tersebut bisa didapatkan kemiringan rencana.

Rumus perhitungan kemiringan sebagai berikut:

$$I = \frac{t1 - t2}{L}$$

Dimana :

I = kemiringan dasar saluran

t1 = elevasi di titik awal/bagian tinggi (m)

t2 = elevasi di bagian akhir/bagian rendah (m)

L = panjang saluran dari titik awal ke akhir (m)

Contoh perhitungan kemiringan di saluran primer Margomulyo:

Diketahui data elevasi rencana *river sta* 1 = -2,65 , elevasi rencana *river sta* 2 = -2,70. Jarak antar *river sta* = 200 m, maka kemiringan rencana adalah:

$$I_{rencana} = \frac{-2,65 - (-2,70)}{200}$$

$$I_{rencana} = 0,0003$$

Data elevasi rencana akan disajikan dalam tabel sebagai berikut:

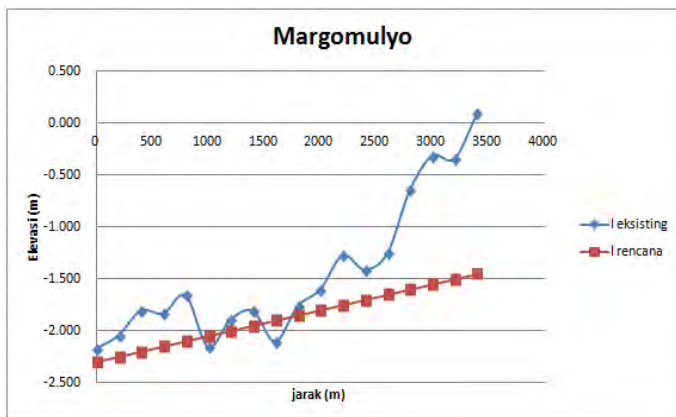
- a) Saluran primer Margomulyo direncanakan dengan kemiringan 0,0003

Tabel 5.1 Data Elevasi Saluran Primer Margomulyo

River Sta	jarak (m)	elevasi eksisting	elevasi rencana
1	0	-2.171	-2.30
2	200	-2.040	-2.25
3	400	-1.803	-2.20
4	600	-1.829	-2.15
5	800	-1.657	-2.10
6	1000	-2.152	-2.05
7	1200	-1.888	-2.00
8	1400	-1.806	-1.95
9	1600	-2.101	-1.90
10	1800	-1.758	-1.85
11	2000	-1.601	-1.80
12	2200	-1.272	-1.75

River Sta	jarak (m)	elevasi eksisting	elevasi rencana
13	2400	-1.410	-1.70
14	2600	-1.252	-1.65
15	2800	-0.647	-1.60
16	3000	-0.316	-1.55
17	3200	-0.343	-1.50
18	3400	0.090	-1.45

Dari tabel tersebut, bisa dibuat grafik dari hulu ke hilir untuk mengetahui penurunan elevasi dan kemiringan rencana.



Grafik 5.1 Kemiringan Rencana Saluran Primer Margomulyo

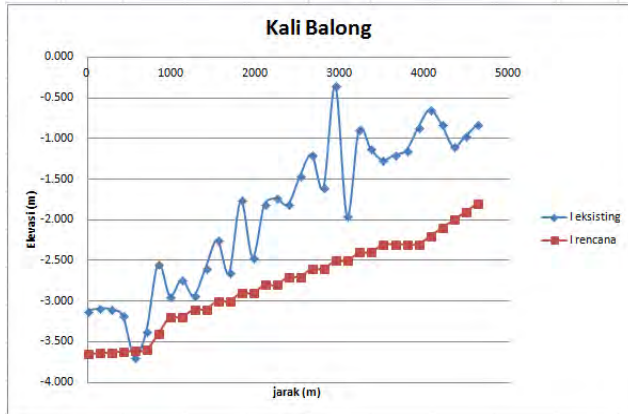
b) Kali Balong direncanakan dengan kemiringan 0,0007

Tabel 5.2 Data Elevasi Kali Balong

River Sta	jarak (m)	elevasi eksisting	elevasi rencana
1	0	-3.119	-3.65
2	140	-3.090	-3.64
3	280	-3.100	-3.63
4	420	-3.180	-3.62
5	560	-3.690	-3.61
6	700	-3.372	-3.60
7	840	-2.539	-3.40

River Sta	jarak (m)	elevasi eksisting	elevasi rencana
8	980	-2.940	-3.20
9	1120	-2.733	-3.20
10	1260	-2.934	-3.10
11	1400	-2.600	-3.10
12	1540	-2.250	-3.00
13	1680	-2.652	-3.00
14	1820	-1.760	-2.90
15	1960	-2.460	-2.90
16	2100	-1.809	-2.80
17	2240	-1.736	-2.80
18	2380	-1.810	-2.70
19	2520	-1.463	-2.70
20	2660	-1.195	-2.60
21	2800	-1.602	-2.60
22	2940	-0.348	-2.50
23	3080	-1.955	-2.50
24	3220	-0.890	-2.40
25	3360	-1.127	-2.40
26	3500	-1.265	-2.30
27	3640	-1.200	-2.30
28	3780	-1.144	-2.30
29	3920	-0.870	-2.30
30	4060	-0.644	-2.20
31	4200	-0.826	-2.10
32	4340	-1.099	-2.00
33	4480	-0.973	-1.90
34	4620	-0.830	-1.80

Dari tabel tersebut, bisa dibuat grafik dari hulu ke hilir untuk mengetahui penurunan elevasi dan kemiringan rencana.



Grafik 5.2 Kemiringan Rencana Kali Balong

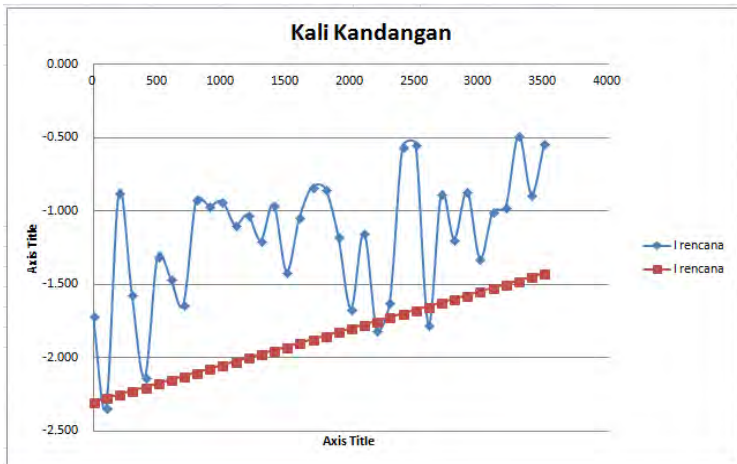
c) Kali Kandangan direncanakan dengan kemiringan 0,0003

Tabel 5.3 Data Elevasi Kali Kandangan

River Sta	jarak (m)	elevasi eksisting	elevasi rencana
1	0	-1.717	-2.30
2	100	-2.336	-2.28
3	200	-0.875	-2.25
4	300	-1.566	-2.23
5	400	-2.135	-2.20
6	500	-1.308	-2.18
7	600	-1.460	-2.15
8	700	-1.637	-2.13
9	800	-0.919	-2.10
10	900	-0.970	-2.08
11	1000	-0.936	-2.05
12	1100	-1.096	-2.03
13	1200	-1.030	-2.00
14	1300	-1.202	-1.98
15	1400	-0.960	-1.95
16	1500	-1.414	-1.93
17	1600	-1.046	-1.90
18	1700	-0.837	-1.88
19	1800	-0.850	-1.85
20	1900	-1.172	-1.83
21	2000	-1.668	-1.80

River Sta	jarak (m)	elevasi eksisting	elevasi rencana
22	2100	-1.147	-1.78
23	2200	-1.815	-1.75
24	2300	-1.625	-1.73
25	2400	-0.561	-1.70
26	2500	-0.545	-1.68
27	2600	-1.775	-1.65
28	2700	-0.885	-1.63
29	2800	-1.194	-1.60
30	2900	-0.869	-1.58
31	3000	-1.328	-1.55
32	3100	-1.004	-1.53
33	3200	-0.973	-1.50
34	3300	-0.486	-1.48
35	3400	-0.888	-1.45
36	3500	-0.540	-1.43

Dari tabel tersebut, bisa dibuat grafik dari hulu ke hilir untuk mengetahui penurunan elevasi dan kemiringan rencana.



Grafik 5.3 Kemiringan Rencana Kali Kandangan

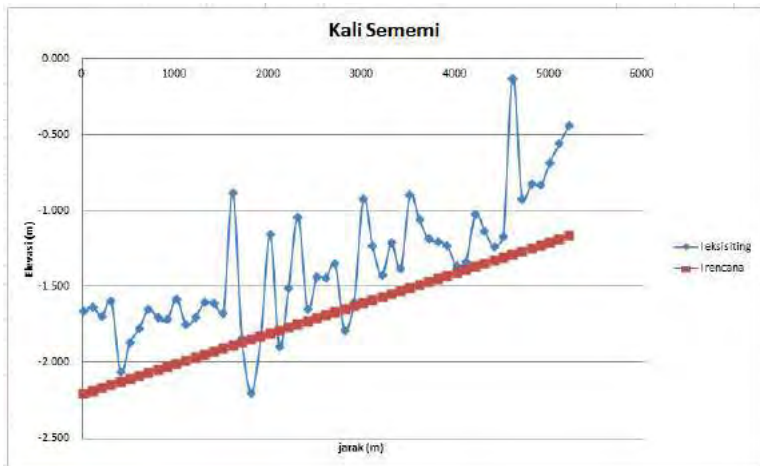
d) Kali Sememi direncanakan dengan kemiringan 0,0002

Tabel 5.4 Data Elevasi Kali Sememi

River Sta	jarak (m)	elevasi eksisting	elevasi rencana
1	0	-1.662	-2.20
2	100	-1.633	-2.18
3	200	-1.695	-2.16
4	300	-1.594	-2.14
5	400	-2.061	-2.12
6	500	-1.866	-2.10
7	600	-1.772	-2.08
8	700	-1.647	-2.06
9	800	-1.704	-2.04
10	900	-1.717	-2.02
11	1000	-1.582	-2.00
12	1100	-1.750	-1.98
13	1200	-1.700	-1.96
14	1300	-1.603	-1.94
15	1400	-1.610	-1.92
16	1500	-1.671	-1.90
17	1600	-0.879	-1.88
18	1700	-1.841	-1.86
19	1800	-2.202	-1.84
20	1900	-1.830	-1.82
21	2000	-1.153	-1.80
22	2100	-1.892	-1.78
23	2200	-1.510	-1.76
24	2300	-1.040	-1.74
25	2400	-1.645	-1.72
26	2500	-1.436	-1.70
27	2600	-1.438	-1.68
28	2700	-1.350	-1.66
29	2800	-1.785	-1.64
30	2900	-1.603	-1.62
31	3000	-0.921	-1.60
32	3100	-1.231	-1.58
33	3200	-1.423	-1.56
34	3300	-1.209	-1.54
35	3400	-1.380	-1.52
36	3500	-0.897	-1.50
37	3600	-1.054	-1.48

River Sta	jarak (m)	elevasi eksisting	elevasi rencana
38	3700	-1.184	-1.46
39	3800	-1.198	-1.44
40	3900	-1.231	-1.42
41	4000	-1.364	-1.40
42	4100	-1.335	-1.38
43	4200	-1.021	-1.36
44	4300	-1.133	-1.34
45	4400	-1.235	-1.32
46	4500	-1.165	-1.30
47	4600	-0.132	-1.28
48	4700	-0.921	-1.26
49	4800	-0.821	-1.24
50	4900	-0.831	-1.22
51	5000	-0.679	-1.20
52	5100	-0.555	-1.18
53	5200	-0.438	-1.16

Dari tabel tersebut, bisa dibuat grafik dari hulu ke hilir untuk mengetahui penurunan elevasi dan kemiringan rencana.



Grafik 5.4 Kemiringan Rencana Kali Sememi

5.3.2 Perhitungan Dimensi Rencana

Setelah perencanaan kemiringan saluran, langkah selanjutnya adalah perhitungan dimensi rencana. Bertujuan untuk mendapatkan dimensi penampang yang dapat menampung debit yang mengalir.

Normalisasi saluran primer Margomulyo, Kali Balong, Kali Kandangan dan Kali Sememi direncanakan dengan bantuan rumus *manning* dengan debit banjir Q 10 th. Debit yang masuk terdapat pada point 6 pada sub bab 5.2. Untuk bentuk penampang direncanakan sesuai dengan kondisi eksisting. Saluran primer Margomulyo direncanakan dengan bentuk penampang persegi. Pada saluran primer Margomulyo untuk *River Sta* 18- *River Sta* 3 sisi penampang terbuat dari pasangan batu kali, sedangkan untuk *River Sta* 2- *River Sta* 1 sisi penampang terbuat dari beton. Untuk dasar saluran terbuat dari tanah. Sedangkan untuk Kali Balong, Kali Kandangan, dan Kali Sememi direncanakan dengan bentuk penampang trapesium dan persegi sesuai kondisi eksisting, karena saluran tersebut merupakan saluran alam.

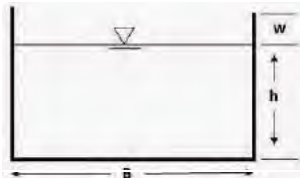
Contoh perhitungan rumus *manning* sebagai berikut:

$$\text{Rumus } \textit{manning}: Q = \frac{1}{n} x I^{1/2} x R^{2/3} x A$$

Dimana :

- Q : Debit aliran (m^3/s)
- A : Luas penampang basah (m^2)
- n : Koefisien kekasaran *manning*
- R : Jari-jari hidrolis sungai (m)
- I : Kemiringan hidraulik sungai

1. Contoh perhitungan pada saluran primer Margomulyo



Gambar 5.29 Saluran Penampang Persegi untuk Ruas Hulu Saluran Primer Margomulyo

Dengan $Q_{hidrologi} = 30,37 \text{ m}^3/\text{dt}$

$B = 10 \text{ m}$ (sesuai eksisting)

$h = 3,43 \text{ m}$

$m = 1$

$I = 0,0003$

$A = b \times h$
 $= 10 \times 3,43$
 $= 34,3 \text{ m}^2$

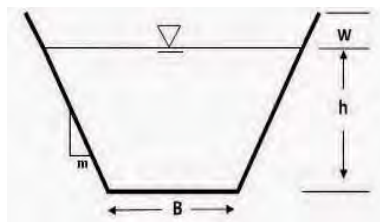
$P = b + 2h$
 $= 10 + (2 \times 3,43)$
 $= 16,9 \text{ m}$

$R = A/P$
 $= 34,3/16,9 = 2,03 \text{ m}$

$$\begin{aligned} Q_{hidrolika} &= \frac{1}{n} \times I^{1/2} \times R^{2/3} \times A \\ &= \frac{1}{0,025} \times 0,0003^{1/2} \times 2,03^{2/3} \times 34,3 \\ &= 34,83 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

$Q_{hidrolika} = 34,83 \text{ m}^3/\text{dt} > Q_{hidrologi} = 30,37 \text{ m}^3/\text{dt}$ (Aman)

2. Contoh perhitungan pada Kali Kandangan



Gambar 5.30 Saluran Penampang Trapesium untuk Ruas Hulu Kali Kandangan

Dengan $Q_{hidrologi} = 63,59 \text{ m}^3/\text{dt}$

$$B = 20 \text{ m (coba-coba)}$$

$$h = 3,12 \text{ m}$$

$$m = 1$$

$$I = 0,0003$$

$$n = 0,0025$$

$$A = (B + m \times H) H$$

$$= (20 + 1 \times 3,12) 3,12$$

$$= 72 \text{ m}^2$$

$$P = B + 2H \sqrt{1 + m^2}$$

$$= 20 + 2 \times 3,12 \sqrt{1 + 1^2}$$

$$= 28,81 \text{ m}$$

$$R = A/P$$

$$= 72/28,81 = 2,5 \text{ m}$$

$$Q_{hidrolika} = \frac{1}{n} \times I^{1/2} \times R^{2/3} \times A$$

$$= \frac{1}{0,025} \times 0,0003^{1/2} \times 2,5^{2/3} \times 72$$

$$= 91,87 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$Q_{hidrolika} = 91,87 \text{ m}^3/\text{dt} > Q_{hidrologi} = 63,59 \text{ m}^3/\text{dt}$ (Aman).

Untuk perhitungan dimensi rencana pada setiap *River Sta*, akan di tabelkan sebagai berikut.

Tabel 5.5 Perencanaan Dimensi Saluran Primer Margomulyo

River Sta	b	h	m	A	P	R	i	n	Q hidrolika	Q hidrologi	Ket
	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)			(m/dt)	(m/dt)	
18	10.00	3.43	1	34.3	16.9	2.03	0.0003	0.025	34.83	30.37	OK
17	10.00	3.42	1	34.2	16.8	2.03	0.0003	0.025	34.69	30.37	OK
16	10.00	3.41	1	34.1	16.8	2.03	0.0003	0.025	34.55	30.37	OK
15	10.00	3.40	1	34.0	16.8	2.02	0.0003	0.025	34.41	30.37	OK
14	10.00	3.39	1	33.9	16.8	2.02	0.0003	0.025	34.26	30.37	OK
13	10.00	3.38	1	33.8	16.8	2.02	0.0003	0.025	34.12	30.37	OK
12	10.00	3.37	1	33.7	16.7	2.01	0.0003	0.025	33.98	30.37	OK
11	10.00	3.37	1	31.6	16.7	1.89	0.0003	0.025	30.46	30.37	OK
10	10.00	3.37	1	31.5	16.7	1.88	0.0003	0.025	30.38	30.37	OK
9	10.00	3.36	1	31.5	16.7	1.89	0.0003	0.025	30.39	30.37	OK
8	10.00	3.36	1	31.5	16.7	1.88	0.0003	0.025	30.40	30.37	OK
7	10.00	3.36	1	32.8	16.7	1.96	0.0003	0.025	32.51	30.37	OK
6	10.00	3.36	1	32.8	16.7	1.96	0.0003	0.025	32.43	30.37	OK
5	10.00	3.36	1	32.7	16.7	1.96	0.0003	0.025	32.34	30.37	OK
4	10.00	3.36	1	32.6	16.7	1.95	0.0003	0.025	32.18	30.37	OK
3	10.00	3.36	1	32.5	16.7	1.94	0.0003	0.025	32.01	30.37	OK
2	15.00	3.13	1	52.2	21.3	2.46	0.0003	0.018	83.45	82.33	OK
1	15.00	3.13	1	52.1	21.3	2.45	0.0003	0.018	83.19	82.33	OK

Tabel 5.6 Perencanaan Dimensi Kali Balong

River Sta	b	h	m	A	P	R	i	n	Q hidrolika	Q hidrologi	Ket
	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)			(m/dt)	(m/dt)	
34	20	3.36	1	78.5	29.5	2.66	0.0007	0.025	161.10	69.29	OK
33	20	3.39	1	79.3	29.6	2.68	0.0007	0.025	163.54	69.29	OK
32	20	3.44	1	80.6	29.7	2.71	0.0007	0.035	119.75	69.29	OK
31	20	3.48	1	81.7	29.8	2.74	0.0007	0.035	122.12	69.29	OK
30	20	3.52	1	82.8	30.0	2.76	0.0007	0.035	124.50	69.29	OK
29	20	3.57	1	84.1	30.1	2.80	0.0007	0.035	127.51	69.29	OK
28	20	3.52	1	82.8	30.0	2.76	0.0007	0.035	124.50	69.29	OK
27	20	3.46	1	81.2	29.8	2.73	0.0007	0.035	120.93	69.29	OK
26	20	3.41	1	79.8	29.6	2.69	0.0007	0.035	117.99	69.29	OK
25	20	3.45	1	80.9	29.8	2.72	0.0007	0.035	120.34	69.29	OK

River Sta	b	h	m	A	P	R	i	n	Q hidrolika	Q hidrologi	Ket
	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)			(m/dt)	(m/dt)	
24	32	3.44	1	121.9	41.7	2.92	0.0007	0.035	190.25	69.29	OK
23	32	3.52	1	125.0	42.0	2.98	0.0007	0.035	197.71	69.29	OK
22	32	3.50	1	124.3	41.9	2.97	0.0007	0.035	195.83	69.29	OK
21	32	3.59	1	127.8	42.2	3.03	0.0007	0.035	204.34	69.29	OK
20	32	3.57	1	127.0	42.1	3.02	0.0007	0.035	202.43	69.29	OK
19	32	3.66	1	130.5	42.4	3.08	0.0007	0.035	211.05	69.29	OK
18	32	3.64	1	129.7	42.3	3.07	0.0007	0.035	209.12	69.29	OK
17	32	3.73	1	133.3	42.6	3.13	0.0007	0.035	217.86	79.77	OK
16	40	3.71	1	162.2	50.5	3.21	0.0007	0.035	269.55	79.77	OK
15	40	3.80	1	166.4	50.7	3.28	0.0007	0.035	280.56	82.18	OK
14	40	3.79	1	166.0	50.7	3.27	0.0007	0.035	279.32	82.18	OK
13	40	3.88	1	170.3	51.0	3.34	0.0007	0.035	290.49	82.18	OK
12	40	3.87	1	169.8	50.9	3.33	0.0007	0.035	289.24	82.18	OK
11	40	3.96	1	174.1	51.2	3.40	0.0007	0.035	300.57	82.18	OK
10	40	3.95	1	173.6	51.2	3.39	0.0007	0.035	299.30	82.18	OK
9	40	4.04	1	177.9	51.4	3.46	0.0007	0.035	310.78	82.18	OK
8	40	4.03	1	177.4	51.4	3.45	0.0007	0.035	309.50	82.18	OK
7	48	4.23	1	220.9	60.0	3.68	0.0007	0.035	402.45	185.82	OK
6	48	4.06	1	211.4	59.5	3.55	0.0007	0.035	375.83	185.82	OK
5	48	4.05	1	210.8	59.5	3.55	0.0007	0.035	374.28	185.82	OK
4	48	3.90	1	202.4	59.0	3.43	0.0007	0.035	351.45	185.82	OK
3	48	3.82	1	198.0	58.8	3.37	0.0007	0.035	339.52	185.82	OK
2	48	3.74	1	193.5	58.6	3.30	0.0007	0.035	327.75	185.82	OK
1	48	3.65	1	188.5	58.3	3.23	0.0007	0.035	314.71	185.82	OK

Tabel 5.7 Perencanaan Dimensi Kali Kandangan

River Sta	b	h	m	A	P	R	i	n	Q hidrolika	Q hidrologi	Ket
	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)			(m/dt)	(m/dt)	
36	20	3.12	1	72.00	28.81	2.50	0.0003	0.025	91.87	63.59	OK
35	15	3.04	1	54.84	23.60	2.32	0.0003	0.025	66.66	63.59	OK
34	19	3.04	1	71.89	27.58	2.61	0.0003	0.035	67.38	63.59	OK
33	20	3.03	1	71.67	28.57	2.51	0.0003	0.035	65.48	63.59	OK
32	20	3.01	1	71.45	28.50	2.51	0.0003	0.035	65.25	63.59	OK
31	20	2.99	1	71.23	28.46	2.50	0.0003	0.035	64.98	63.59	OK
30	25	3.00	1	83.85	33.47	2.50	0.0003	0.035	76.53	63.59	OK
29	25	3.00	1	84.00	33.49	2.51	0.0003	0.035	76.75	63.59	OK
28	25	3.00	1	83.85	33.47	2.50	0.0003	0.035	76.53	63.59	OK
27	25	3.00	1	84.00	33.49	2.51	0.0003	0.035	76.75	63.59	OK
26	25	3.00	1	83.85	33.47	2.50	0.0003	0.035	76.53	63.59	OK

River Sta	b	h	m	A	P	R	i	n	Q hidrolika	Q hidrologi	Ket
	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)			(m/dt)	(m/dt)	
25	25	2.99	1	83.69	33.46	2.50	0.0003	0.035	76.32	63.59	OK
24	28	3.01	1	93.17	36.50	2.55	0.0003	0.035	86.12	81.53	OK
23	28	2.97	1	91.98	36.40	2.53	0.0003	0.035	84.45	81.53	OK
22	28	2.96	1	91.47	36.36	2.52	0.0003	0.035	83.73	81.53	OK
21	28	2.95	1	91.30	36.34	2.51	0.0003	0.035	83.50	81.53	OK
20	28	2.95	1	91.13	36.33	2.51	0.0003	0.035	83.26	81.53	OK
19	28	2.93	1	90.62	36.29	2.50	0.0003	0.035	82.55	81.53	OK
18	28	2.93	1	90.46	36.27	2.49	0.0003	0.035	82.32	81.53	OK
17	28	2.91	1	89.95	36.23	2.48	0.0003	0.035	81.61	81.53	OK
16	28	2.91	1	89.78	36.22	2.48	0.0003	0.035	81.65	81.53	OK
15	28	2.89	1	89.27	36.17	2.47	0.0003	0.035	81.68	81.53	OK
14	28	2.88	1	88.77	36.13	2.46	0.0003	0.035	81.72	81.53	OK
13	28	2.87	1	98.73	36.12	2.73	0.0003	0.035	95.52	93.54	OK
12	28	2.83	1	98.41	35.99	2.73	0.0003	0.035	95.23	93.54	OK
11	28	2.80	1	98.09	35.92	2.73	0.0003	0.035	94.84	93.54	OK
10	28	2.78	1	97.77	35.85	2.73	0.0003	0.035	94.45	93.54	OK
9	28	2.74	1	97.45	35.75	2.73	0.0003	0.035	94.10	93.54	OK
8	28	2.72	1	97.24	35.68	2.73	0.0003	0.035	93.89	93.54	OK
7	28	2.68	1	100.54	35.58	2.83	0.0003	0.035	99.45	98.69	OK
6	28	2.63	1	100.33	35.42	2.83	0.0003	0.035	99.39	98.69	OK
5	30	2.60	1	108.35	37.35	2.90	0.0003	0.035	109.06	108.08	OK
4	30	2.52	1	108.23	37.11	2.92	0.0003	0.035	109.32	108.08	OK
3	30	2.45	1	108.11	36.93	2.93	0.0003	0.035	109.48	108.08	OK
2	30	2.39	1	107.99	36.75	2.94	0.0003	0.035	109.65	108.08	OK
1	30	2.30	1	107.87	36.51	2.95	0.0003	0.035	109.92	108.08	OK

Tabel 5.8 Perencanaan Dimensi Kali Sememi

River Sta	b	h	m	A	P	R	i	n	Q hidrolika	Q hidrologi	Ket
	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)			(m/dt)	(m/dt)	
53	20	3.92	1	93.8	31.1	3.02	0.0002	0.025	156.60	104.49	OK
52	20	3.89	1	92.9	31.0	3.00	0.0002	0.025	154.56	104.49	OK
51	20	3.86	1	92.1	30.9	2.98	0.0002	0.025	152.54	104.49	OK
50	20	3.83	1	91.3	30.8	2.96	0.0002	0.025	150.53	104.49	OK
49	20	3.79	1	90.2	30.7	2.94	0.0002	0.025	147.87	104.49	OK
48	20	3.76	1	89.3	30.6	2.92	0.0002	0.025	145.88	104.49	OK
47	20	3.73	1	88.5	30.6	2.90	0.0002	0.025	143.91	104.49	OK
46	20	3.68	1	87.1	30.4	2.87	0.0002	0.025	140.65	104.49	OK
45	25	3.68	1	105.5	35.4	2.98	0.0002	0.025	174.88	104.49	OK
44	25	3.65	1	104.6	35.3	2.96	0.0002	0.035	123.20	104.49	OK
43	25	3.62	1	103.6	35.2	2.94	0.0002	0.035	121.50	104.49	OK

River Sta	b	h	m	A	P	R	i	n	Q hidrolika	Q hidrologi	Ket
	(m)	(m)		(m)	(m)	(m)		(m ³ /dt)	(m ³ /dt)		
42	25	3.59	1	102.6	35.2	2.92	0.0002	0.035	119.81	104.49	OK
41	25	3.56	1	101.7	35.1	2.90	0.0002	0.035	118.13	104.49	OK
40	25	3.52	1	100.4	35.0	2.87	0.0002	0.035	115.90	104.49	OK
39	25	3.49	1	99.4	34.9	2.85	0.0002	0.035	114.25	104.49	OK
38	25	3.46	1	98.5	34.8	2.83	0.0002	0.035	112.60	104.49	OK
37	25	3.43	1	97.5	34.7	2.81	0.0002	0.035	110.96	104.49	OK
36	25	3.40	1	96.6	34.6	2.79	0.0002	0.035	109.34	104.49	OK
35	25	3.38	1	95.9	34.6	2.78	0.0002	0.035	108.26	104.49	OK
34	25	3.35	1	95.0	34.5	2.75	0.0002	0.035	106.65	104.49	OK
33	25	3.33	1	94.3	34.4	2.74	0.0002	0.035	105.32	104.49	OK
32	25	3.30	1	93.4	34.3	2.72	0.0002	0.035	105.21	104.49	OK
31	25	3.27	1	92.4	34.2	2.70	0.0002	0.035	104.98	104.49	OK
30	25	3.24	1	91.8	34.2	2.69	0.0002	0.035	104.87	104.49	OK
29	25	3.22	1	91.8	34.1	2.69	0.0002	0.035	104.75	104.49	OK
28	25	3.19	1	91.7	34.0	2.69	0.0002	0.035	104.69	104.49	OK
27	25	3.15	1	91.7	33.9	2.70	0.0002	0.035	104.67	104.49	OK
26	25	3.11	1	91.5	33.8	2.71	0.0002	0.035	104.56	104.49	OK
25	30	3.10	1	102.6	38.8	2.65	0.0002	0.035	112.19	104.49	OK
24	30	3.09	1	102.2	38.7	2.64	0.0002	0.035	111.59	104.49	OK
23	30	3.07	1	101.5	38.7	2.62	0.0002	0.035	110.38	104.49	OK
22	30	3.05	1	100.8	38.6	2.61	0.0002	0.035	109.18	104.49	OK
21	30	3.03	1	100.1	38.6	2.59	0.0002	0.035	107.99	104.49	OK
20	30	3.02	1	99.7	38.5	2.59	0.0002	0.035	107.39	104.49	OK
19	30	3.00	1	99.0	38.5	2.57	0.0002	0.035	106.21	104.49	OK
18	30	2.99	1	98.6	38.5	2.56	0.0002	0.035	105.62	104.49	OK
17	30	2.97	1	97.9	38.4	2.55	0.0002	0.035	104.56	104.49	OK
16	30	2.95	1	97.2	38.3	2.54	0.0002	0.035	104.89	104.49	OK
15	38	2.96	1	129.9	46.4	2.80	0.0002	0.035	147.45	144.08	OK
14	38	2.88	1	129.8	46.1	2.81	0.0002	0.035	147.70	144.08	OK
13	38	2.85	1	129.6	46.1	2.81	0.0002	0.035	147.66	144.08	OK
12	38	2.81	1	129.5	45.9	2.82	0.0002	0.035	147.67	144.08	OK
11	38	2.77	1	129.4	45.8	2.82	0.0002	0.035	147.68	144.08	OK
10	38	2.73	1	129.3	45.7	2.83	0.0002	0.035	147.70	144.08	OK
9	38	2.69	1	129.2	45.6	2.83	0.0002	0.035	147.71	144.08	OK
8	38	2.64	1	129.0	45.5	2.84	0.0002	0.035	147.79	144.08	OK
7	38	2.59	1	128.9	45.3	2.84	0.0002	0.035	147.87	144.08	OK
6	38	2.54	1	128.8	45.2	2.85	0.0002	0.035	147.95	144.08	OK
5	38	2.49	1	128.7	45.0	2.86	0.0002	0.035	148.03	144.08	OK
4	38	2.43	1	128.6	44.9	2.86	0.0002	0.035	148.17	144.08	OK
3	38	2.36	1	128.4	44.7	2.87	0.0002	0.035	148.38	144.08	OK
2	38	2.29	1	128.3	44.5	2.88	0.0002	0.035	148.58	144.08	OK
1	38	2.20	1	128.2	44.2	2.90	0.0002	0.035	148.92	144.08	OK

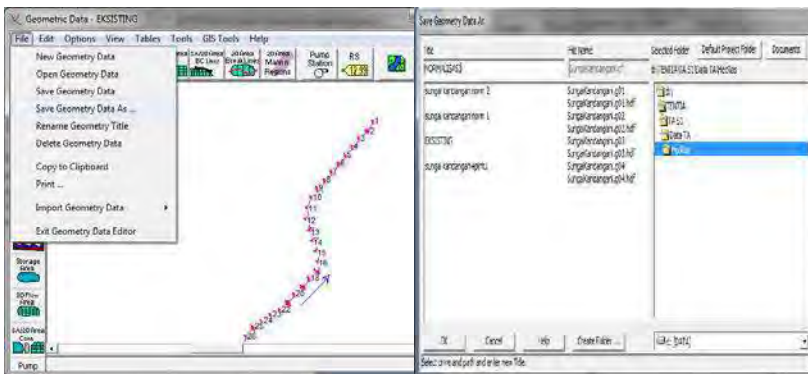
5.3.3 Pemodelan Pada HEC-RAS

Dari perencanaan dimensi saluran, bisa diketahui berapa dimensi yang bisa menampung debit yang mengalir. Kemudian dari dimensi dan kemiringan dasar saluran yang sudah direncanakan bisa dimodelkan pada HEC-RAS.

Proses tahapan dalam memasukkan data dimensi rencana pada HEC-RAS sama seperti pada saat *input* data kondisi eksisting. Akan tetapi pada normalisasi metode aliran yang digunakan adalah *unsteady flow data*. Berikut ini adalah langkah-langkah yang harus dilakukan untuk analisa penampang rencana:

1. *Save as geometry data*

Pada *geometry data* kondisi eksisting sket saluran yang ditinjau telah dibuat, agar tidak membuat sket lagi maka *geometry data* perlu di *save as* dan disimpan dengan nama yang berbeda, dengan cara klik **File** → **Save Geometry Data As** → **Isikan nama file pada Title** → **OK**.

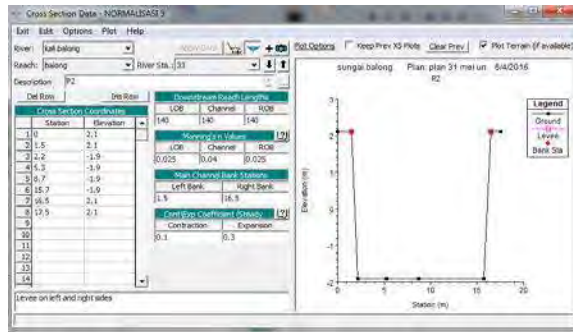


Gambar 5.31 Tampilan *Save Geometry Data As*

2. *Input data dimensi penampang rencana*

Sama seperti tahapan pada pengisian data pada kondisi eksisting, klik **cross section** pada *geometric data*. Pilih **Cross Section** → **Options** → **Add new cross section**. Isikan data-data perencanaan. Setelah semua data diisi, klik **apply data**.

Kemudian akan muncul bentuk penampang sesuai dengan data *cross section* yang dimasukkan.

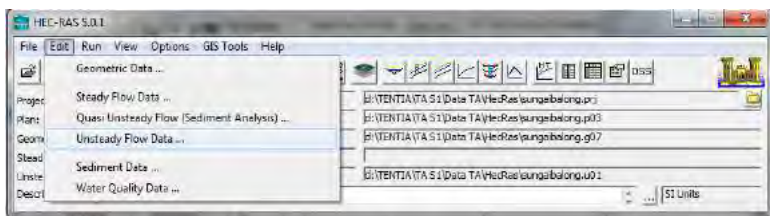


Gambar 5.32 Tampilan *Cross Section* Dimensi Rencana

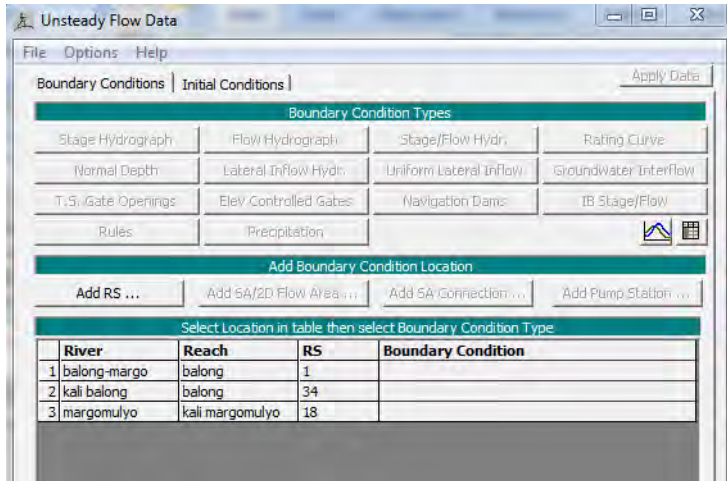
3. *Input data debit (Unsteady Flow Data)*

Pada analisa penampang rencana, metode aliran yang digunakan adalah *unsteady flow data*. Data debit diperoleh dari pemodelan HEC-HMS. Debit yang dimasukkan pada HEC-RAS adalah debit jam-jaman atau debit yang berupa *unit hydrograph* yang masuk ke tiap saluran primer dan lateral inflow yang terdapat pada saluran primer tersebut.

Untuk memasukkan data debit pilih menu **Edit** → **Unsteady Flow Data**.



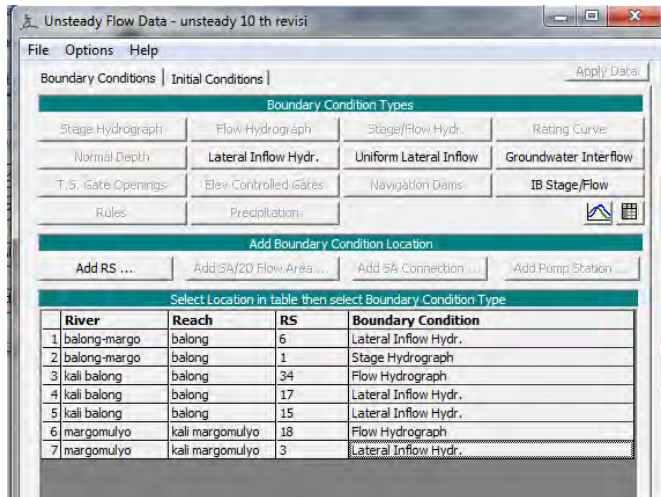
Gambar 5.33 Memilih *Unsteady Flow Data*



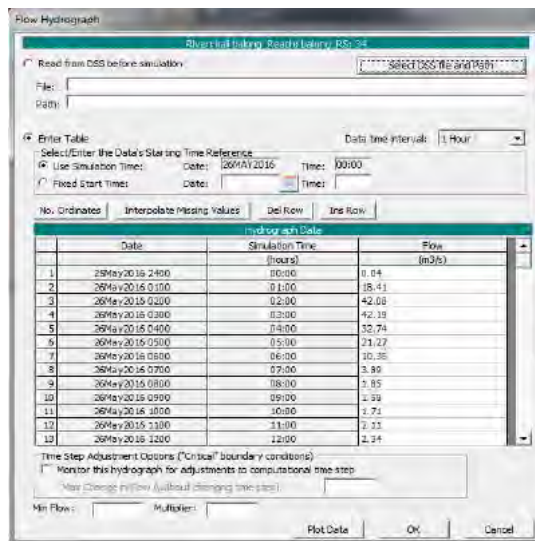
Gambar 5.34 Tampilan *Unsteady Flow Data*

Pada *boundary condition* klik *flow hydrograph* untuk debit yang masuk ke hulu. Pada gambar 5.29 RS (*River Sta*) 34 adalah hulu dari Kali Balong, sedangkan RS 18 adalah hulu dari saluran primer Margomulyo. Untuk RS 1 pada gambar diatas merupakan hilir dari Kali Balong. Karena hilir Kali Balong bermuara ke laut maka akan terpengaruh oleh pasang surut air laut. Untuk pengaruh pasang surut air laut klik *stage hydrograph*.

Lateral Inflow Hydrograph merupakan debit yang masuk ke saluran primer, akan tetapi RS tidak otomatis keluar pada tabel seperti gambar 5.29. RS dapat dimunculkan dengan klik **Add RS** → **pilih RS mana yang akan ditampilkan** → **OK**. Setelah RS muncul, klik *lateral inflow hydrograph*.



Gambar 5.35 Tampilan *Unsteady Flow Data* Saluran Primer Margomulyo dan Kali Balong



Gambar 5.36 Tampilan *Input Flow/Lateral Inflow Hydrograph*

Karena muara sungai merupakan Selat Madura maka akan terpengaruh pasang surut air laut. Menurut SDMP Surabaya nilai pasang pada Kali Balong, Kali Kandangan, dan Kali Sememi adalah pada elevasi 0 m. Data yang dimasukkan dalam TA ini hanya dalam kondisi pasang, karena sebagai kondisi tertinggi dari hilir. Berikut tampilan pengisian data pada *stage hydrograph*.

Stage Hydrograph
River: balong-mpng, Reach: balong (R1: 1)

Read from DSS before simulation:

File:
Path:

Enter Table: Data time interval: 1 Hour
Select/Enter the Date's Starting Time Reference:
Date: 23Jan2007 Time: 00:00
 Use Simulation Time: Date: Time:
 Fixed Start Time: Date: Time:

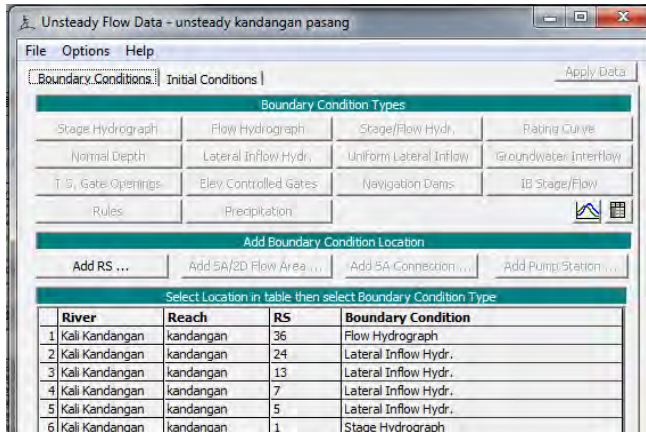
No. Ordinates | Interpolate Missing Values | Del Row | Ins Row

Hydrograph Data			
	Date	Simulation Time (Hours)	Stage (m)
1	22Jan2007 2400	00:00	0.0
2	23Jan2007 0100	01:00	0.0
3	23Jan2007 0200	02:00	0.0
4	23Jan2007 0300	03:00	0.0
5	23Jan2007 0400	04:00	0.0
6	23Jan2007 0500	05:00	0.0
7	23Jan2007 0600	06:00	0.0
8	23Jan2007 0700	07:00	0.0
9	23Jan2007 0800	08:00	0.0
10	23Jan2007 0900	09:00	0.0
11	23Jan2007 1000	10:00	0.0
12	23Jan2007 1100	11:00	0.0
13	23Jan2007 1200	12:00	0.0
14	23Jan2007 1300	13:00	0.0
15	23Jan2007 1400	14:00	0.0
16	23Jan2007 1500	15:00	0.0
17	23Jan2007 1600	16:00	0.0
18	23Jan2007 1700	17:00	0.0

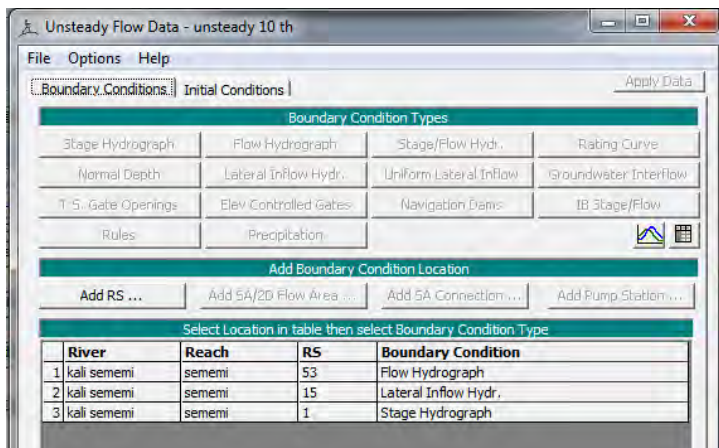
Plot Data OK Cancel

Gambar 5.37 Tampilan *Stage Hydrograph*

Berikut tampilan *unsteady flow data* yang diisikan pada saluran primer Kandangan dan saluran primer Sememi



Gambar 5.38 Tampilan *Unsteady Flow data* pada Kali Kandangan



Gambar 5.39 Tampilan *Unsteady Flow Data* pada Kali Sememi

Untuk debit yang dimasukkan pada *flow hydrograph* dan *Lateral Inflow Hydrograf* akan dilampirkan.

4. Pemodelan Pintu Air pada Kali Balong

Karena kondisi eksisting pada Kali Balong terdapat pintu air pada hilirnya. Maka pada perencanaan normalisasi juga akan direncanakan pintu air. Langkah-langkah pemodelan pintu sabagai berikut:

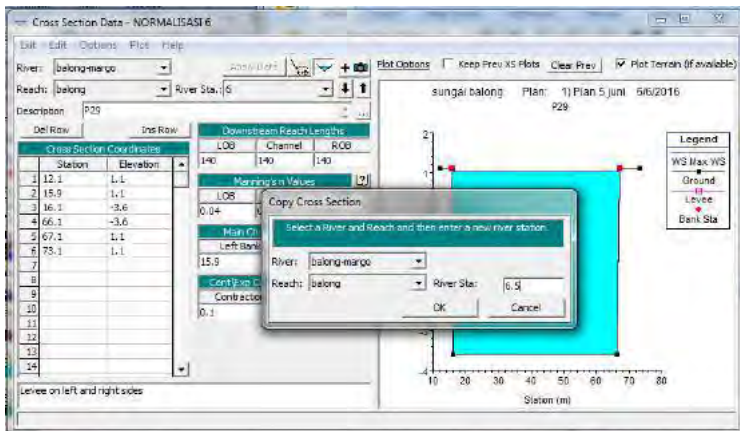
a. *Save as geometry data* normalisasi

Agar tidak *input* data dari awal, maka perlu *save as geometry data* hasil normalisasi. klik **File** → **Save Geometry Data As** → **Isikan nama file pada Title** → **OK**.

b. Menentukan letak pintu air

Tentukan *cross section* yang akan dipasang pintu air kemudian buat *cross section* baru. Contoh pada Kali Balong, direncanakan letak pintu air akan diletakkan diantara *river sta. 6* dan *river sta.7* . Maka perlu membuat *cross section* baru diantara *river sta* tersebut.

Pada *geometry data* klik *cross section* → **cari cross section 6** → **Options** → **Copy current cross section** → **ketik nama RS pada kolom River Sta.**



Gambar 5.40 Tampilan *Copy Current Cross Section*

Untuk *cross section* 6.5 karena terletak diantara *River Sta* 6 dan *River Sta* 7 maka jarak LOB, *Channel*, dan ROB yang semula 140 m, menjadi 70 m. Begitu juga untuk *river sta* 7 jaraknya menjadi 70 m.

c. *Inline Structure*

Setelah membuat *cross section* baru klik *inline structure* pada *editor geometric data*. Kemudian klik *Options* → *Add an Inline Structure*.

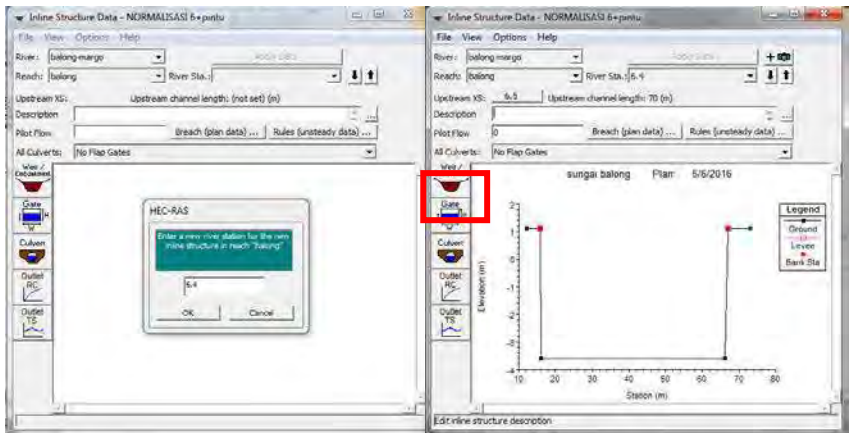


Gambar 5.41 Memilih *Inline Structure* pada *Geometric Data*



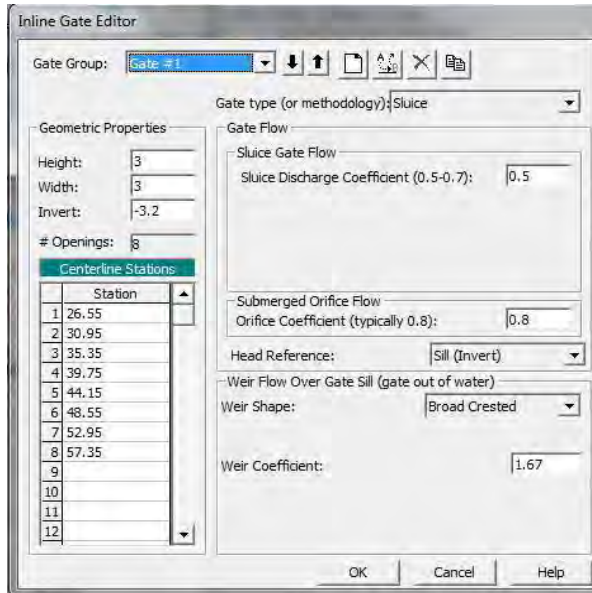
Gambar 5.42 Memilih *Add an Inline Structure*.

Akan keluar *enter a new river for the new inline steucture in reach balong*. Masukkan *river sta* yang akan direncanakan pintu air. Ketikkan 6.4 maka otomatis HEC-RAS akan membaca bahwa pintu air diletakkan di *river sta* 6.5 .



Gambar 5.43 *Input River Sta* tempat diletakkan pintu air.

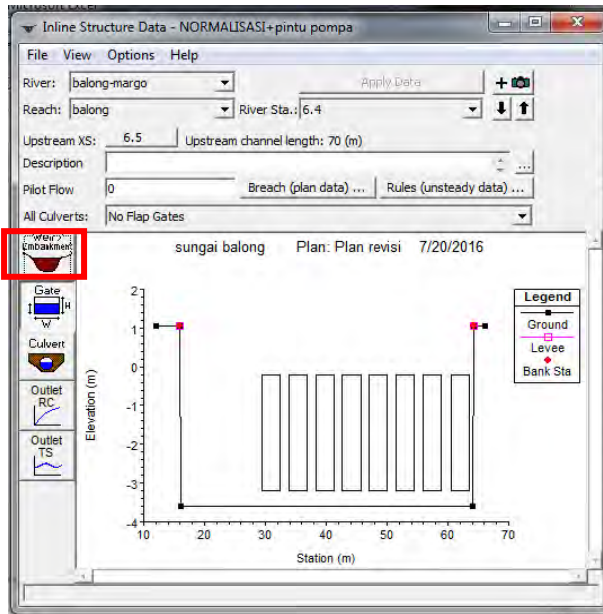
Klik *Gate*, kemudian isikan berapa tinggi dan lebar pintu rencana. Pada Kali Balong akan di rencanakan tinggi pintu air 3 m dan lebar pintu air 3 m. Untuk *invert* tuliskan elevasi terendah dari pintu. Karena dasar saluran terletak pada -3,6 maka akan direncanakan *invert* pada elevasi -3,2 m.



Gambar 5.44 Tampilan *Inline Gate Editor*

Station pada gambar diatas diisi jarak titik berat dari pintu 1 ke pintu selanjutnya. Pada Kali Balong direncanakan 8 pintu dengan lebar pintu 3 m dan lebar pilar 1,1 m. Jadi jarak titik berat antara pintu 1 ke pintu selanjutnya adalah 4,4 m.

Untuk *sluce discharge coefficient* isikan 0,5 itu adalah koefisien untuk debit pintu air. Nilai koefisien antara 0,5 – 0,7. Sedangkan untuk *orifice coefficient* dan *weir coefficient* tidak perlu diisi karena HEC-RAS akan mengisi secara otomatis. Kemudian klik OK dan akan keluar tampilan seperti berikut:



Gambar 5.45 Tampilan Pemodelan Pintu

Pada gambar 5.45 jumlah pintu ada 8 buah, kemudian ada ruang di sebelah kiri pintu dengan lebar 9 m. Ruang tersebut nantinya akan digunakan sebagai pondasi rumah pompa balong.

Kemudian klik *weir/embankment*, ini bertujuan untuk memodelkan struktur beton di sekitar pintu air. Pada *distance* isikan jarak dari *river sta* ke lokasi pintu air. Pada Kali Balong direncanakan jarak ke pintu air adalah 10 m. Sedangkan *width* adalah tebal pintu air, direncanakan 0,2 m. *Weir Coef* akan otomatis mengisi sendiri.

Untuk *station* dan *elevation* isikan jarak dan elevasi tanggul pada *river sta* lokasi pintu air.

Inline Structure Weir Station Elevation Editor

Distance	Width	Weir Coef
10	0.2	1.4

Clear Del Row Ins Row Filter...

Edit Station and Elevation coordinates

	Station	Elevation
1	15.9	0.46
2	64.3	0.46
3		
4		
5		
6		
7		
8		

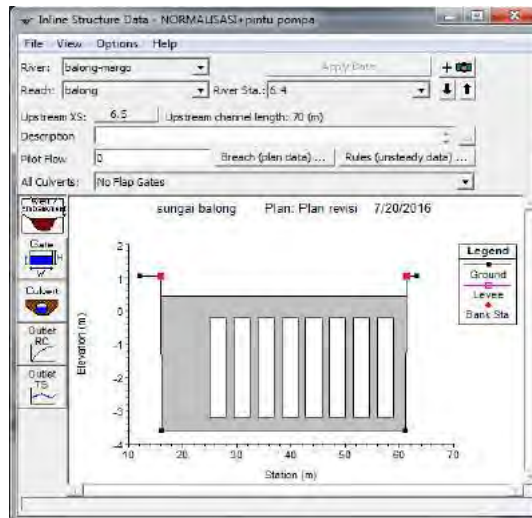
U.S Embankment SS D.S Embankment SS

Weir Data
 Weir Crest Shape
 Broad Crested
 Ogee

OK Cancel

Enter distance between upstream cross section and deck/roadway. (m)

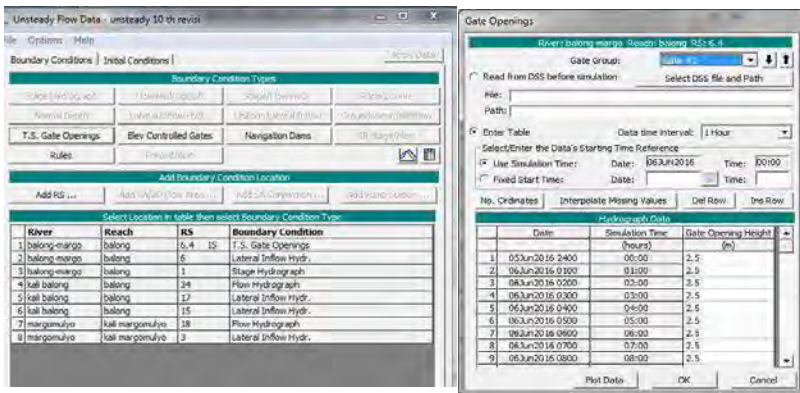
Gambar 5.46 Tampilan *Inline Structure Weir Station Elevation Editor*



Gambar 5.47 Tampilan Konstruksi Pintu

d. Pengisian *unsteady flow data*

Setelah pemodelan pintu selesai langkah selanjutnya adalah mengatur tinggi bukaan pintu. Untuk mengatur tinggi bukaan pintu klik menu **Edit** → **Unsteady Flow Data**. Kemudian akan ada RS 6.4 letak pintu air. Pada *boundary condition* klik **T.S Gate Openings**. Isikan tinggi bukaan pintu. Pada Kali Balong tinggi bukaan dianggap sama tiap jam yaitu 2,5 m.



Gambar 5.48 Pengaturan Tinggi Bukaan Pintu Air

5. Pemodelan pompa pada Kali Balong

Karena kondisi eksisting pada Kali Balong terdapat pompa air pada hilirnya. Maka pada perencanaan normalisasi juga akan direncanakan pompa. Langkah-langkah pemodelan pintu sabagai berikut:

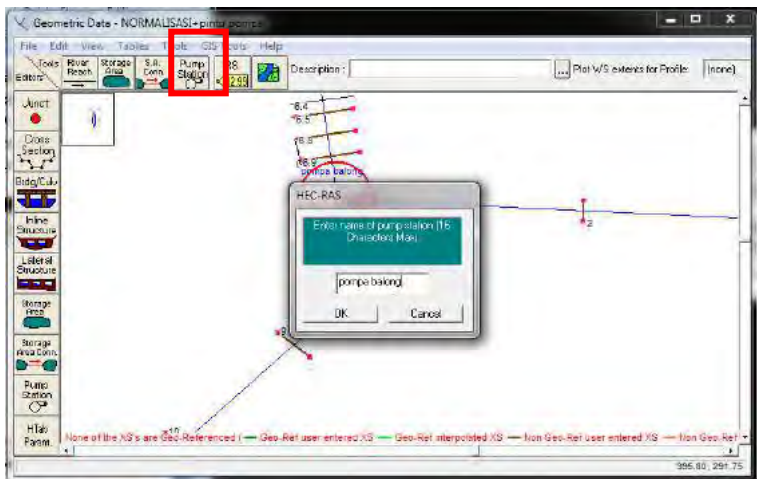
a. Menentukan letak pompa

Tentukan *cross section* yang akan dipasang pompa kemudian buat *cross section* baru. Pada Kali Balong, letak pompa eksisting berdekatan dengan lokasi pintu air, sehingga direncanakan pompa akan diletakkan diantara *river sta. 6* dan *river sta.7* . Maka perlu membuat *cross section*

baru diantara *river sta* tersebut. Namun *cross section* yang baru ini berbeda dengan *cross section* yang dibuat untuk perencanaan pintu.

Pengerjaan seperti pada membuat *cross section* baru pada perencanaan pintu dengan klik *cross section* → **cari cross section 7** → *Options* → **Copy current cross section** → **ketik nama RS pada kolom River Sta.** Pada tugas akhir ini *cross section* yan baru adalah *cross section* 6.8 dan 6.9.

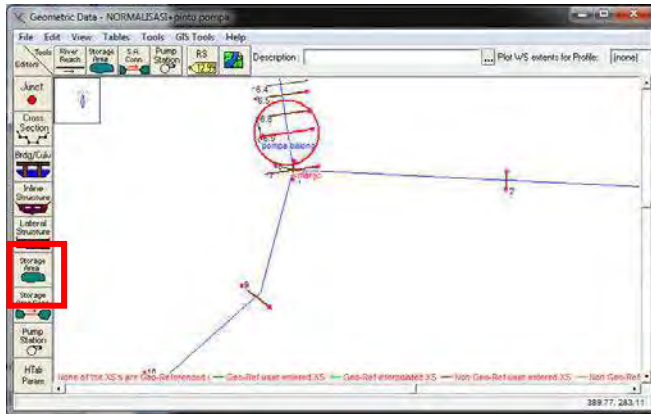
Setelah itu klik *pump station* pada *geometric data*. Letakkan *pump station* pada *cross section* baru yang telah dibuat. Pada tugas akhir ini di letakkan di *cross section* 6.9. kemudian beri nama pompa.



Gambar 5.49 Menentukan Letak Pompa

b. Operasional pompa

Pada *geometric data* klik *pump station* pada kotak merah. Kemudian isikan data pada *pump station data editor*.



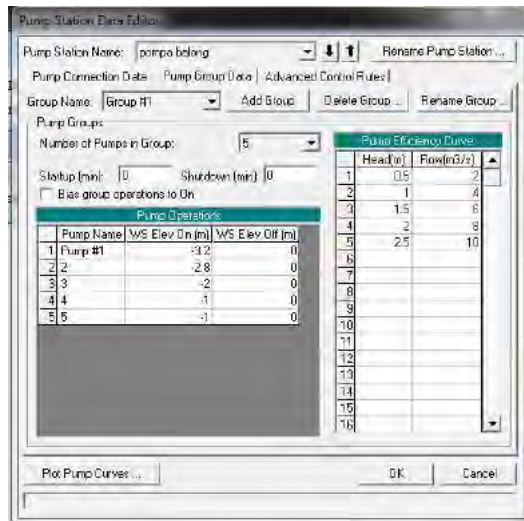
Gambar 5.50 Editor Pengisian Data Pompa

Pada kotak editor, untuk *pump from* isikan letak *cross section* dimana letak pompa memompa dari. Untuk *pump to* isikan *cross section* tujuan pompa. Untuk *distance*, isikan jarak *upstream* ke pompa. Sedangkan untuk *highest elevation in pump* isikan nilai elevasi tertinggi letak pompa. Pada Kali Balong, data yang diisi seperti di bawah ini.



Gambar 5.51 Pengisian Data pada *Pump Station Data Editor*

Setelah itu isikan data pada *pump group data*. Tampilan seperti gambar berikut.



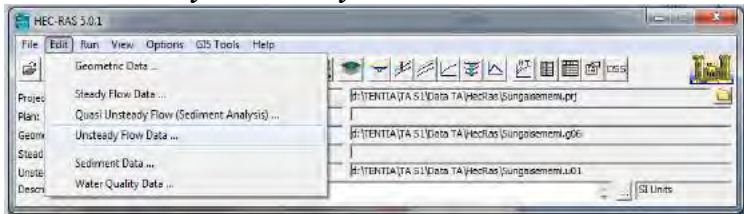
Gambar 5.52 Pengisian Data Operasional Pompa

Karena pada Kali Balong ada 5 pompa yang beroperasi, maka pada *number of pumps in group* pilih angka 5. Kemudian pada *pump operation* terdapat *WS Elev On* (m) dan *WS Elev Off* (m). Itu digunakan untuk mengatur di elevasi berapa pompa akan mulai menyala dan kapan pompa akan berhenti beroperasi.

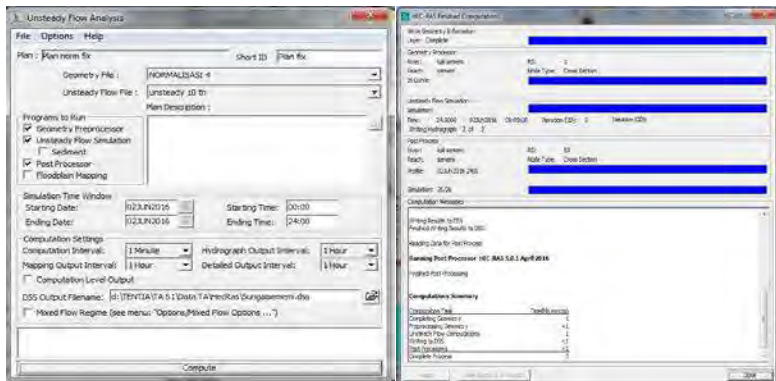
Kemudian pada tabel *pump efficiency curve* terdapat *head* (m) dan *flow* (m³/s). *Head* adalah perbedaan elevasi dari *pump from* ke *pump to*. Sedangkan untuk *flow* adalah kapasitas pompa. Kapasitas 1 unit pompa di Kali Balong adalah 2 m³/s, maka total kapasitas keseluruhan adalah 10 m³/s. Setelah data terisi klik OK dan simulasi program.

6. Simulasi Program

Setelah semua data selesai dimasukkan, pilih **Run** → **Unsteady Flow Analysis**.



Gambar 5.53 Memilih Run *Unsteady Flow Analysis*

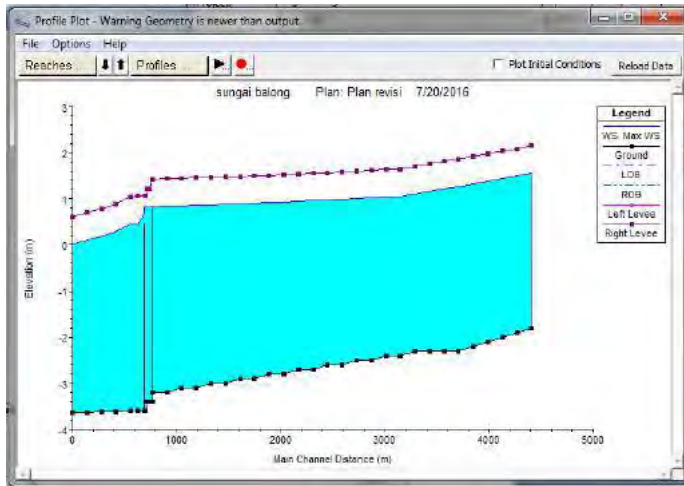


Gambar 5.54 Tampilan Run *Unsteady Flow Analysis*

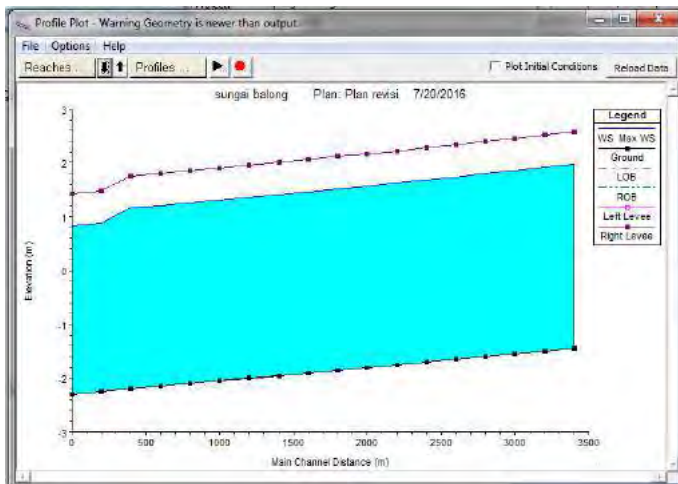
Pada gambar 5.53 klik **File** → **New Plan** → **Isikan nama plan pada Title** → **OK**. Centang pada **Geometry Preprocessor**, **Unsteady Flow Simulation** dan **Post Processor** untuk program to run. Kemudian isikan tanggal dan waktu pada **Simulation Time Window**. Pilih **Compute** dan program akan menghitung data yang sudah kita input.

7. Output data

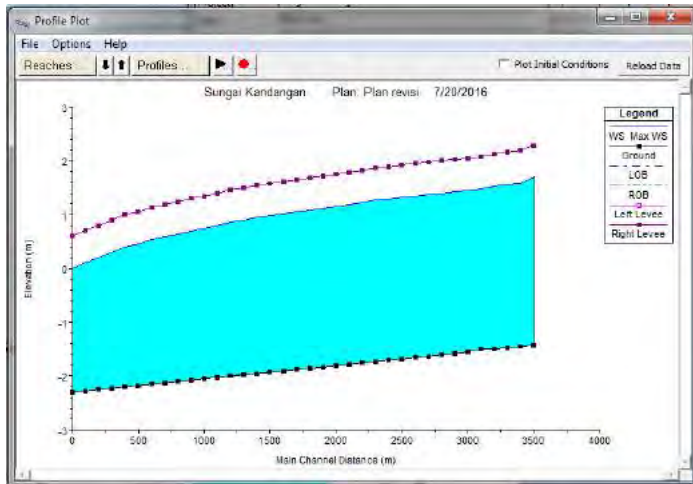
a) Profil penampang memanjang



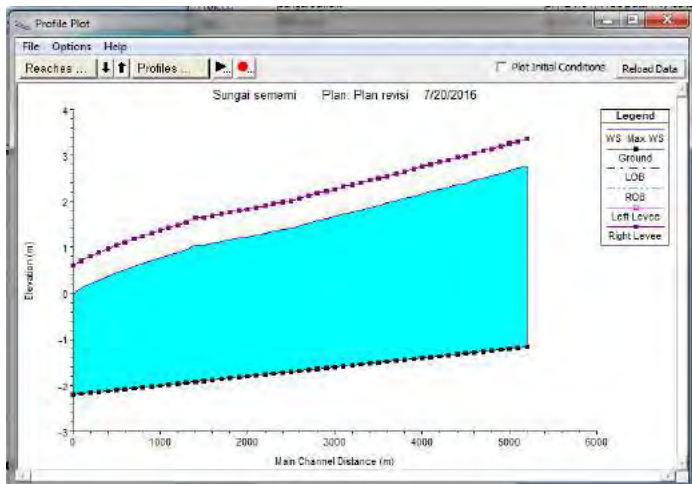
Gambar 5.55 Profil Muka Air Kali Balong Setelah Normalisasi



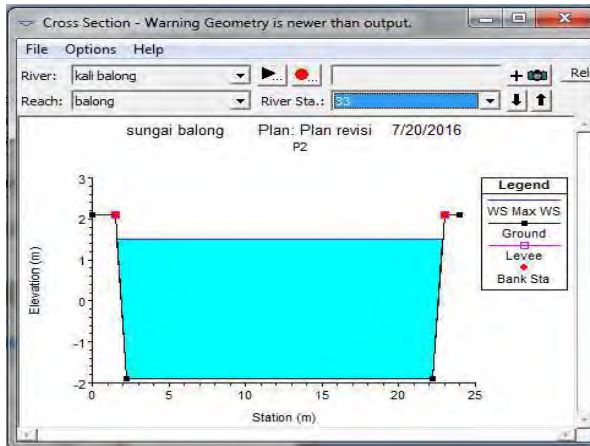
Gambar 5.56 Profil Muka Air Saluran Primer Margomulyo Setelah Normalisasi



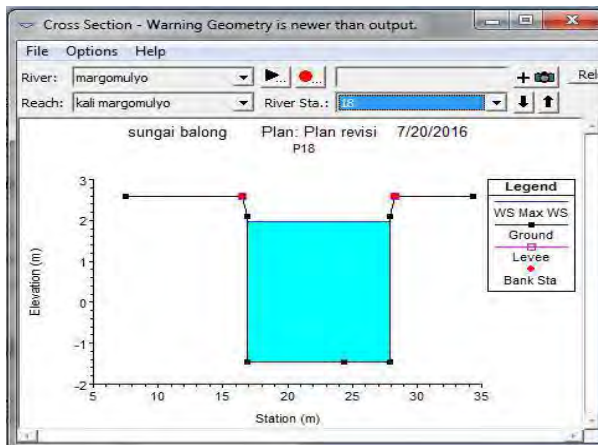
Gambar 5.57 Profil Muka Air Saluran Kali Kandangan Setelah Normalisasi



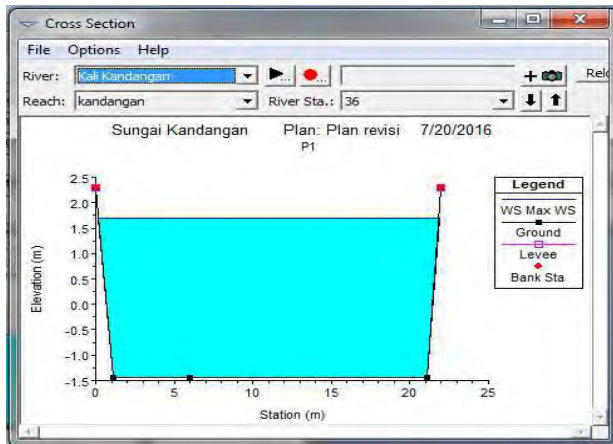
Gambar 5.58 Profil Muka Air Saluran Kali Sememi Setelah Normalisasi

b) Profil penampang melintang (*cross section*)

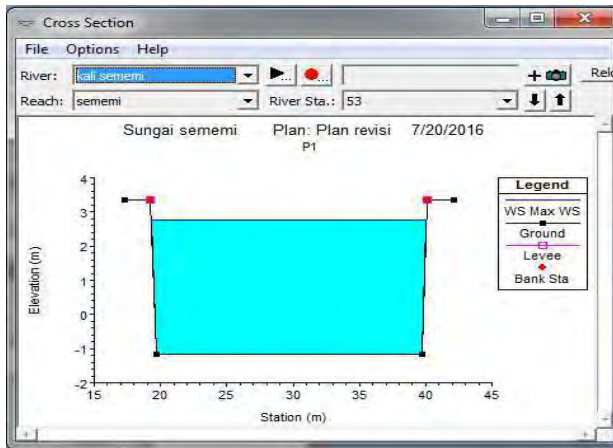
Gambar 5.59 Profil Penampang Melintang Kali Balong RS 33 setelah normalisasi



Gambar 5.60 Profil Penampang Melintang Saluran Primer Margomulyo RS 18 setelah normalisasi



Gambar 5.61 Profil Penampang Melintang Kali Kandangan RS 36 setelah normalisasi



Gambar 5.62 Profil Penampang Melintang Kali Sememi RS 53 setelah normalisasi

Dari profil muka air setelah normalisasi diatas menunjukkan bahwa penampang dimensi rencana mampu menampung debit yang mengalir.

5.4 Analisa Backwater

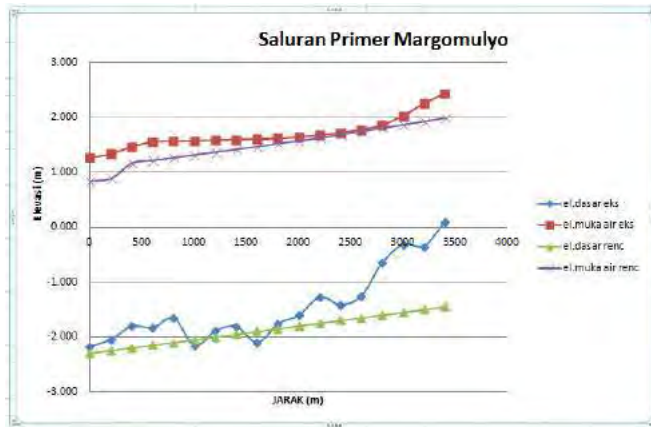
Backwater terjadi karena ada pengaruh pasang surut air laut. Dengan adanya *backwater* bisa menyebabkan aliran air berbalik dari laut menuju sungai sehingga akan terjadi banjir di hilir sungai. Akan tetapi karena nilai pasang pada Kali Balong, Kali Kandangan, dan Kali Sememi tidak terlalu tinggi dimana nilai pasang di elevasi 0 m , maka dari itu salah satu upaya pencegahan adanya *backwater* ini adalah dengan membuat tanggul di hilir.

Tinggi tanggul yang direncanakan untuk Kali Balong, Kali Kandangan, dan Kali Sememi adalah 0,6 m.

5.5 Perbandingan Profil Muka Air Penampang Eksisting dan Setelah Normalisasi

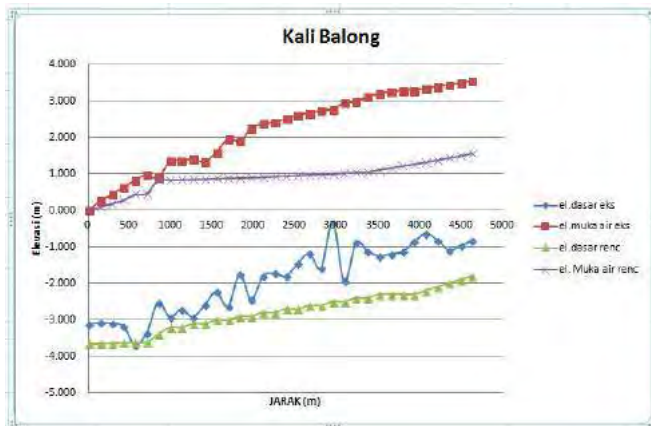
Dari hasil analisa penampang eksisting dan analisa penampang rencana didapatkan profil muka air yang berbeda, yang dimaksud adalah tinggi elevasi muka air dan elevasi dasar saluran seperti grafik dibawah ini:

a) Saluran primer Margomulyo



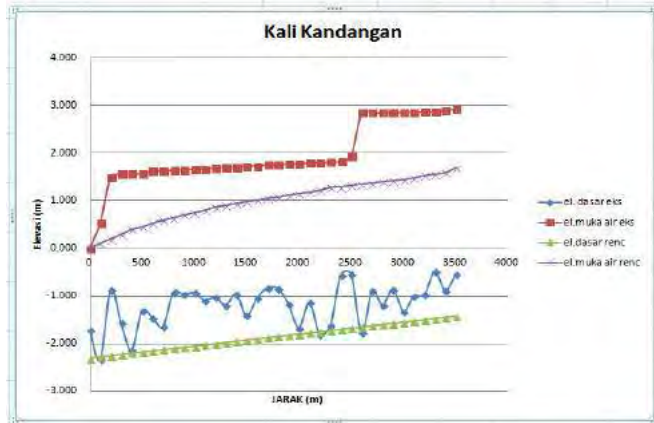
Grafik 5.5 Perbandingan Profil Muka Air Saluran Eksisting dan Perencanaan Saluran Primer Margomulyo

b) Kali Balong



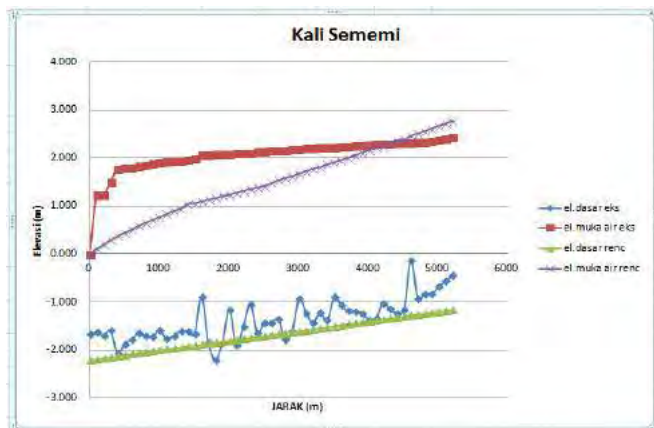
Grafik 5.6 Perbandingan Profil Muka Air Eksisting dan Perencanaan Kali Balong

c) Kali Kandangan



Grafik 5.7 Perbandingan Profil Muka Air Saluran Eksisting dan Perencanaan Kali Kandangan

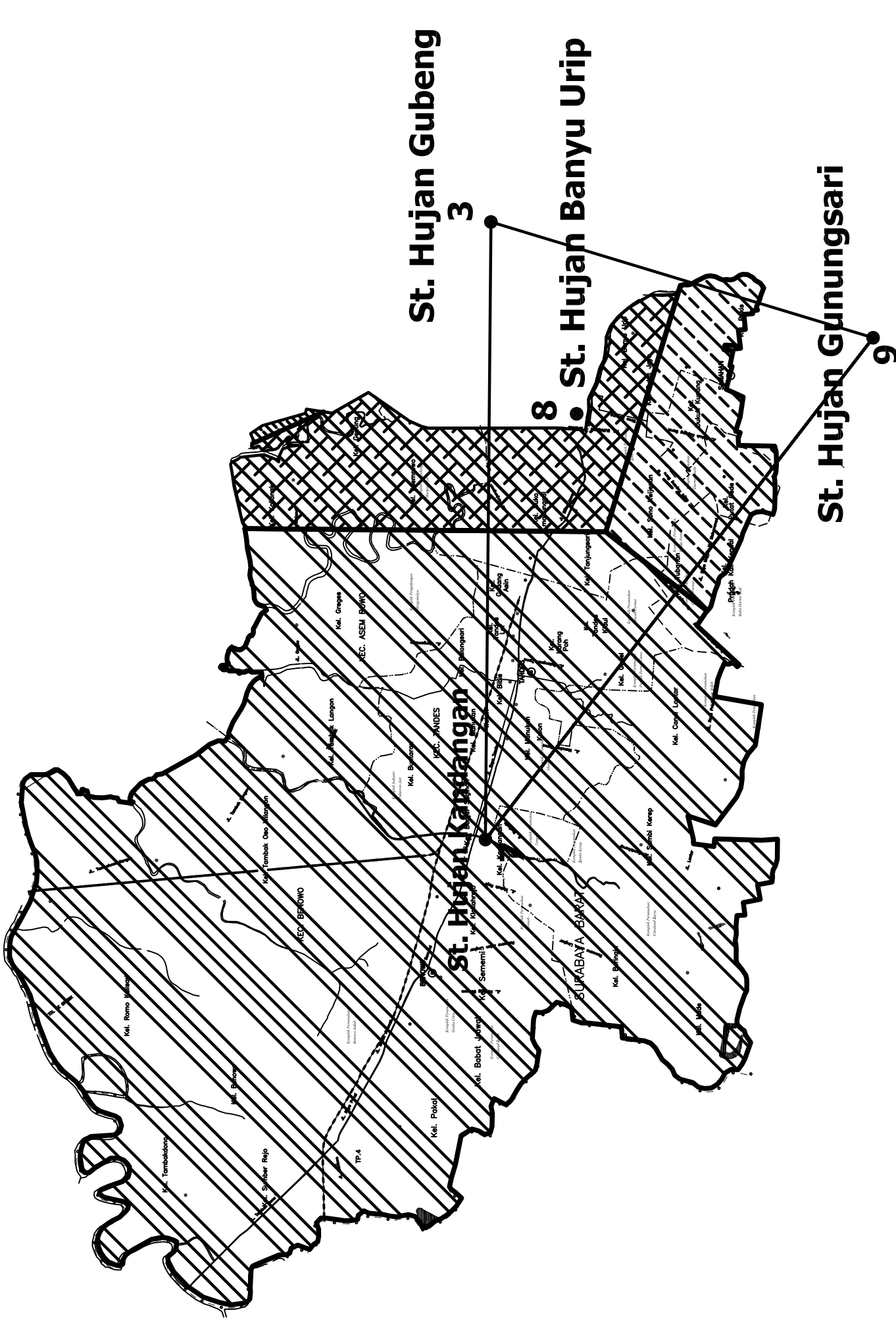
d) Kali Sememi



Grafik 5.8 Perbandingan Profil Muka Air Saluran Eksisting dan Perencanaan Kali Sememi

Dari hasil analisa penampang eksisting dan analisa penampang rencana didapatkan profil muka air saluran yang berbeda. Dimana elevasi muka air rencana lebih rendah daripada elevasi muka air eksisting. Ini dikarenakan kondisi eksisting sudah di normalisasi dengan cara dilebarkan dan elevasi dasar eksisting sudah mengalami pengerukan dan beberapa ditimbun, sehingga menghasilkan elevasi rencana yang lebih landai.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



**St. Hujan Gubeng
3**

8 • St. Hujan Banyu Urip

**9
St. Hujan Gunungsari**



TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

JUDUL TUGAS AKHIR PERENCANAAN DRAINASE SALURAN PRIMER DI SUB DAS KALI SEMEMI, SUB DAS KALI KANDANGAN, DAN SUB DAS KALI BALONG		JUDUL GAMBAR		SKALA 1 : 50000		REVISI	
NAMA / NRP MAHASISWA ANNISA KURNIA SEPTENTIA 3114 105 065		DOSEN PEMBIMBING 1 Dr. Ir. H. UMBORO LISIUNTO, ST., M. Sc.		NO. LEMBAR		JUMLAH LEMBAR	
DOSEN PEMBIMBING 2 PANG RAHUL, ST., MT							



JUDUL TUGAS AKHIR

**PERENCANAAN DRAINASE SALURAN
PRIMER DI SUB DAS KALI SEMENI, SUB DAS
KALI KANDANGAN, DAN SUB DAS KALI
BALONG**

NAMA / NRP MAHASISWA

ANNISA KURNIA
SEPTENTA
3114 105 065

DOSEN PEMBIMBING 1

Dedeher, UMBORO LASUNTO, ST, M.Sc

JUDUL GAMBAR

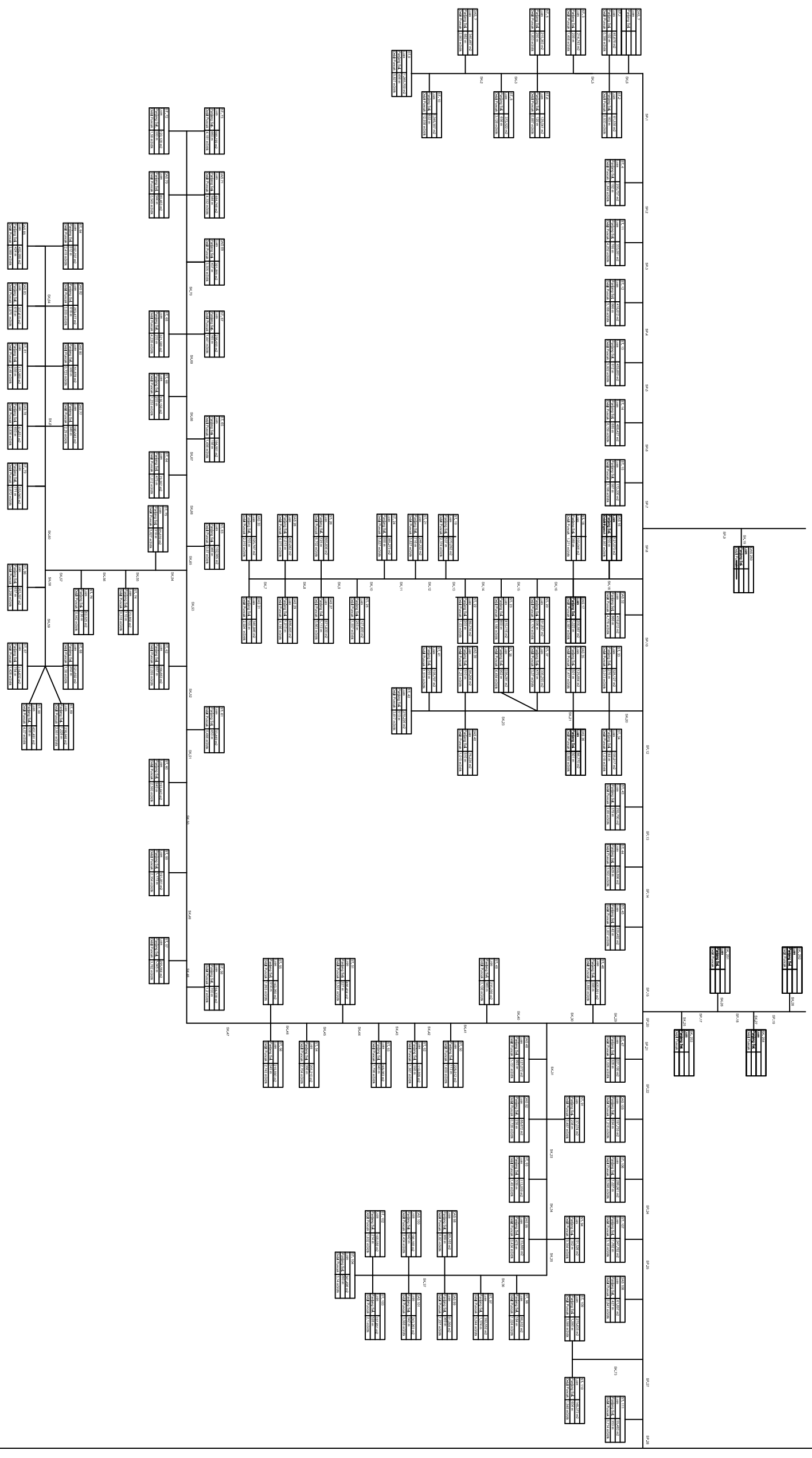
SKALA

1 : NTS

REVISI

NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR



Tabel Perhitungan Luas, Panjang Overland flow, Kemiringan, Retensi,m dan Time Lag tiap Catchment Area

No	Catchment	Luas		Panjang Overland flow						Kemiringan		Impervious	Curve Number	S	Time Lag		
				1	2	3	4	Total	total OF	total OF	Y				Y (%)	jam	menit
		m ²	km2	m	m	m	m	m	m	ft		%					
1	ST. 1	45677.51	0.05	102.00				102.00	447.82	1469.22	0.00435	0.43544	82.9	71.3	4.03	0.84	50.63
2	ST. 2	61534.72	0.06	163.00				163.00	377.51	1238.56	0.00228	0.22791	79.3	71.2	4.04	1.02	61.16
3	ST. 3	214742.95	0.21	209.00				209.00	1027.48	3370.98	0.00390	0.39000	82.7	71.1	4.06	1.74	104.48
4	ST. 4	200757.23	0.20	192.00				192.00	1045.61	3430.47	0.00921	0.92110	89.5	73.8	3.55	1.07	63.99
5	ST. 5	215363.26	0.22	250.00				250.00	861.45	2826.28	0.00347	0.34686	84.3	79.3	2.62	1.27	76.03
6	ST. 6	129040.79	0.13	120.00				120.00	1075.34	3528.01	0.00220	0.21994	85.0	79.0	2.66	1.92	114.96
7	ST. 7	340467.03	0.34	681.93				681.93	499.27	1638.03	0.00578	0.57776	64.5	74.1	3.50	0.74	44.41
8	ST. 8	372521.56	0.37	656.00				656.00	567.87	1863.08	0.00616	0.61644	61.5	76.3	3.11	0.74	44.67
9	ST. 9	1065708.52	1.07	496.00				496.00	2148.61	7049.22	0.00682	0.68234	78.0	70.7	4.14	2.40	144.16
10	ST. 10	1049307.32	1.05	632.00	2065			2697.00	194.53	638.23	0.00682	0.68234	78.0	70.7	4.14	0.35	21.10
11	ST. 11	333581.18	0.33	764.60				764.60	436.28	1431.38	0.00812	0.81222	87.6	75.3	3.29	0.54	32.48
12	ST. 12	416612.01	0.42	866.39				866.39	480.86	1577.62	0.00790	0.79010	87.0	76.9	3.01	0.57	33.99
13	ST. 13	459660.27	0.46	811.75				811.75	566.26	1857.81	0.01022	1.02224	89.3	78.2	2.79	0.55	32.71
14	ST. 14	466426.81	0.47	884.73				884.73	527.20	1729.65	0.01041	1.04078	88.8	77.8	2.86	0.52	31.03
15	ST. 15	172329.69	0.17	587.25				587.25	293.45	962.77	0.01397	1.39655	80.5	76.7	3.05	0.29	17.32
16	ST. 16	127073.04	0.13	699.56				699.56	181.65	595.95	0.00513	0.51301	27.0	68.3	4.64	0.41	24.57
17	ST. 17	200986.83	0.20	1022.58				1022.58	196.55	644.84	0.00513	0.51301	82.0	76.7	3.05	0.35	20.74
18	ST. 18	100045.89	0.10	368.54				368.54	271.47	890.63	0.01543	1.54259	80.8	74.9	3.36	0.27	16.32
19	ST. 19	270091.58	0.27	536.61				536.61	503.33	1651.35	0.00474	0.47424	85.3	74.3	3.47	0.82	49.05
20	ST. 20	91857.07	0.09	395.74				395.74	232.12	761.54	0.01104	1.10357	82.8	71.4	4.02	0.31	18.77
21	ST. 21	246331.71	0.25	716.17				716.17	343.96	1128.47	0.00255	0.25546	80.8	74.9	3.36	0.81	48.46
22	ST. 22	89773.72	0.09	202.99				202.99	442.25	1450.96	0.00697	0.69666	78.3	75.6	3.24	0.59	35.16
23	ST. 23	410116.45	0.41	689.49	110.507			800.00	256.32	840.95	0.01551	1.55063	81.9	69.8	4.33	0.30	17.90
24	ST. 24	385272.66	0.39	549.97				549.97	700.54	2298.34	0.01205	1.20451	82.3	70.9	4.10	0.73	44.02
25	ST. 25	127609.22	0.13	252.79				252.79	504.80	1656.18	0.02474	2.47431	78.0	66.8	4.98	0.44	26.41
26	ST. 26	800835.91	0.80	724.61				724.61	1105.19	3625.95	0.01379	1.37855	75.4	69.0	4.48	1.04	62.32
27	ST. 27	671839.09	0.67	1112.71				1112.71	603.79	1980.92	0.00596	0.59579	75.9	69.0	4.48	0.97	58.44
28	ST. 28	400082.44	0.40	1012.83				1012.83	395.01	1295.98	0.00596	0.59579	76.3	70.6	4.16	0.66	39.88
29	ST. 29	466595.12	0.47	1012.83				1012.83	460.68	1511.43	0.00596	0.59579	76.3	70.6	4.16	0.75	45.11
30	ST. 30	320747.08	0.32	705.15				705.15	454.86	1492.33	0.00596	0.59579	76.3	70.6	4.16	0.74	44.65
31	ST. 31	340946.16	0.34	705.15				705.15	483.51	1586.31	0.00596	0.59579	76.3	70.6	4.16	0.78	46.88
32	ST. 32	524535.64	0.52	593.84				593.84	883.29	2897.94	0.01013	1.01300	87.3	72.5	3.80	0.92	55.37
33	ST. 33	328127.37	0.33	275.90				275.90	1189.31	3901.93	0.01083	1.08264	87.3	76.4	3.09	1.01	60.72
34	ST. 34	105917.16	0.11	143.77				143.77	736.69	2416.96	0.01143	1.14282	87.5	72.0	3.89	0.76	45.65
35	ST. 35	125663.90	0.13	501.32				501.32	250.67	822.39	0.00299	0.29934	85.5	73.5	3.61	0.60	36.11
36	ST. 36	66769.64	0.07	501.32				501.32	133.19	436.96	0.00988	0.98819	88.5	72.9	3.72	0.20	12.19
37	ST. 37	335254.75	0.34	479.46				479.46	699.23	2294.07	0.00543	0.54270	87.2	74.5	3.43	0.99	59.30
38	ST. 38	336280.55	0.34	901.72				901.72	372.93	1223.52	0.00801	0.80108	87.7	74.9	3.35	0.49	29.14
39	ST. 39	94205.97	0.09	510.22				510.22	184.64	605.76	0.00996	0.99581	88.5	71.1	4.07	0.28	16.59
40	ST. 40	76223.83	0.08	510.22				510.22	149.39	490.13	0.00412	0.41194	88.2	75.4	3.27	0.32	19.30
41	ST. 41	108796.92	0.11	299.25				299.25	363.56	1192.79	0.02053	2.05274	95.9	72.2	3.86	0.32	19.28
42	ST. 42	270226.50	0.27	512.68				512.68	527.09	1729.30	0.01656	1.65585	89.3	73.6	3.58	0.46	27.73
43	ST. 43	292790.44	0.29	378.81				378.81	772.93	2535.84	0.00959	0.95854	88.0	70.6	4.16	0.90	53.83
44	ST. 44	359896.35	0.36	428.96				428.96	838.99	2752.59	0.01249	1.24886	88.0	74.3	3.46	0.76	45.44
45	ST. 45	220481.73	0.22	141.75				141.75	1555.48	5103.26	0.00168	0.16750	84.7	72.4	3.82	3.58	214.56
46	ST. 46	420890.62	0.42	307.67				307.67	1367.99	4488.14	0.00849	0.84937	83.7	67.8	4.75	1.62	97.38

Tabel Perhitungan Luas, Panjang Overland flow, Kemiringan, Retensi,m dan Time Lag tiap Catchment Area

No	Catchment	Luas		Panjang Overland flow						Kemiringan		Impervious	Curve Number	S	Time Lag		
				1	2	3	4	Total	total OF	total OF	Y				Y (%)	jam	menit
		m ²	km2	m	m	m	m	m	m	ft		%					
47	ST. 47	227189.67	0.23	328.23				328.23	692.18	2270.91	0.00040	0.03995	87.0	73.4	3.62	3.72	223.43
48	ST. 48	127272.47	0.13	604.12	389.025			993.15	64.08	210.22	0.00014	0.01436	87.3	75.5	3.24	0.87	52.27
49	ST. 49	235095.72	0.24	969.48				969.48	242.50	795.59	0.01134	1.13437	87.7	72.2	3.85	0.31	18.74
50	ST. 50	228911.99	0.23	113.47				113.47	2017.42	6618.81	0.01477	1.47744	84.7	71.1	4.06	1.54	92.14
51	ST. 51	486403.63	0.49	227.34				227.34	2139.53	7019.43	0.01394	1.39418	84.4	73.5	3.61	1.55	93.10
52	ST. 52	110899.01	0.11	557.95				557.95	198.76	652.10	0.02210	2.20958	78.9	68.1	4.69	0.21	12.80
53	ST. 53	148082.69	0.15	339.51				339.51	436.16	1430.97	0.01188	1.18849	82.0	68.5	4.59	0.54	32.34
54	ST. 54	205210.35	0.21	356.44				356.44	575.71	1888.82	0.02734	2.73354	86.9	73.3	3.64	0.39	23.37
55	ST. 55	142260.12	0.14	913.91				913.91	155.66	510.70	0.00733	0.73258	84.3	72.0	3.89	0.27	16.43
56	ST. 56	219880.17	0.22	348.80				348.80	630.39	2068.21	0.03313	3.31285	79.9	70.0	4.29	0.42	25.01
57	ST. 57	295563.82	0.30	841.30	504.136			1345.44	109.84	360.36	0.03362	3.36170	83.2	70.8	4.12	0.10	6.00
58	ST. 58	94388.24	0.09	699.84				699.84	134.87	442.49	0.00941	0.94141	82.5	70.0	4.29	0.23	13.66
59	ST. 59	191950.81	0.19	609.51	370.051	193.348		1172.91	81.83	268.46	0.00838	0.83768	79.6	63.7	5.71	0.19	11.47
60	ST. 60	193642.68	0.19	649.19				649.19	298.28	978.61	0.02069	2.06900	89.0	75.2	3.30	0.25	15.04
61	ST. 61	33449.35	0.03	452.57				452.57	73.91	242.49	0.00171	0.17081	89.0	73.4	3.63	0.30	18.07
62	ST. 62	164663.29	0.16	656.82				656.82	250.70	822.50	0.00689	0.68906	79.9	70.9	4.10	0.43	25.58
63	ST. 63	102985.16	0.10	365.60				365.60	281.69	924.18	0.00171	0.17081	82.1	62.9	5.89	1.16	69.60
64	ST. 64	79367.00	0.08	475.23				475.23	167.01	547.92	0.02307	2.30716	83.6	67.5	4.82	0.18	11.07
65	ST. 65	164901.42	0.16	158.47				158.47	1040.61	3414.06	0.01800	1.79971	89.3	69.0	4.50	0.87	52.10
66	ST. 66	136156.05	0.14	202.87				202.87	671.15	2201.92	0.00555	0.55501	88.5	72.9	3.72	0.99	59.30
67	ST. 67	238455.35	0.24	164.94				164.94	1445.75	4743.26	0.00775	0.77453	76.0	63.2	5.82	2.00	120.09
68	ST. 68	521588.33	0.52	202.87				202.87	2571.03	8435.13	0.02400	2.40030	88.3	72.7	3.75	1.40	83.93
69	ST. 69	391865.002	0.39	436.54				436.54	897.66	2945.06	0.00763	0.76309	76.0	72.2	3.85	1.08	65.08
70	ST. 70	89462.62	0.09	543.62				543.62	164.57	539.92	0.01585	1.58482	0.0	75.0	3.33	0.18	10.74
71	ST. 71	484745.56	0.48	543.62				543.62	891.70	2925.53	0.00763	0.76309	86.5	71.1	4.06	1.11	66.72
72	ST. 72	120127.54	0.12	299.99				299.99	400.44	1313.77	0.04031	4.03083	87.4	70.1	4.27	0.26	15.74
73	ST. 73	599199.33	0.60	468.93				468.93	1277.79	4192.23	0.00596	0.59579	87.4	70.1	4.27	1.73	103.58
74	ST. 74	23849.66	0.02	109.91				109.91	217.00	711.94	0.02307	2.30716	89.0	73.4	3.63	0.19	11.64
75	ST. 75	65638.80	0.07	318.74				318.74	205.93	675.63	0.01800	1.79971	83.4	69.4	4.42	0.24	14.10
76	ST. 76	62525.24	0.06	136.04				136.04	459.62	1507.92	0.00555	0.55501	83.4	69.4	4.42	0.80	48.26
77	ST. 77	196042.95	0.20	345.90				345.90	566.76	1859.44	0.01334	1.33427	81.5	71.5	3.98	0.58	34.72
78	ST. 78	61851.22	0.06	693.25				693.25	89.22	292.71	0.00352	0.35204	90.5	74.7	3.39	0.23	14.09
79	ST. 79	353945.24	0.35	771.12				771.12	459.00	1505.91	0.03343	3.34256	56.8	69.7	4.35	0.32	19.47
80	ST. 80	51877.78	0.05	308.85				308.85	167.97	551.08	0.00858	0.85797	95.8	74.8	3.37	0.25	14.92
81	ST. 81	177960.38	0.18	558.58				558.58	318.60	1045.26	0.03181	3.18076	95.8	73.9	3.53	0.22	13.26
82	ST. 82	263476.90	0.26	617.65				617.65	426.58	1399.54	0.02493	2.49255	89.9	76.7	3.04	0.29	17.49
83	ST. 83	337615.39	0.34	617.65				617.65	546.62	1793.35	0.02115	2.11461	70.6	72.8	3.74	0.43	25.87
84	ST. 84	197706.64	0.20	512.13				512.13	386.05	1266.55	0.01167	1.16659	77.6	69.1	4.47	0.49	29.14
85	ST. 85	492998.31	0.49	423.99				423.99	1162.77	3814.86	0.01135	1.13458	59.3	69.8	4.32	1.17	70.06
86	ST. 86	263397.30	0.26	637.02				637.02	413.48	1356.57	0.01360	1.36009	80.7	69.3	4.43	0.47	28.39
87	ST. 87	114632.11	0.11	753.92				753.92	152.05	498.84	0.01778	1.77793	80.0	69.2	4.45	0.19	11.18
88	ST. 88	121692.34	0.12	201.67				201.67	603.42	1979.72	0.01869	1.86883	84.0	75.1	3.32	0.47	27.92
89	ST. 89	238648.04	0.24	789.11	238.926			1028.03	116.07	380.81	0.02171	2.17105	80.0	66.0	5.14	0.15	8.86
90	ST. 90	451490.84	0.45	537.54				537.54	839.91	2755.61	0.01705	1.70500	76.1	69.2	4.45	0.75	44.80
91	ST. 91	37073.67	0.04	238.17				238.17	155.66	510.70	0.00282	0.28175	87.3	69.2	4.45	0.48	28.61
92	ST. 92	66871.98	0.07	235.74				235.74	283.67	930.67	0.00282	0.28175	87.4	73.8	3.56	0.68	40.80

Tabel Perhitungan Luas, Panjang Overland flow, Kemiringan, Retensi, m dan Time Lag tiap Catchment Area

No	Catchment	Luas		Panjang Overland flow							Kemiringan		Impervious %	Curve Number	S	Time Lag	
				1	2	3	4	Total	total OF	total OF	Y	Y (%)				jam	menit
		m ²	km ²	m	m	m	m	m	m	ft							
93	ST. 93	113058.63	0.11	539.42				539.42	209.59	687.63	0.01385	1.38471	87.6	70.2	4.24	0.27	15.92
94	ST. 94	51525.91	0.05	302.28				302.28	170.46	559.24	0.00029	0.02896	88.4	64.1	5.60	1.83	109.71
95	ST. 95	33864.68	0.03	477.53				477.53	70.92	232.66	0.00762	0.76226	83.4	71.1	4.06	0.15	8.81
96	ST. 96	86923.30	0.09	184.32				184.32	471.58	1547.17	0.01163	1.16310	86.5	67.5	4.81	0.60	35.75
97	ST. 97	392551.94	0.39	1373.98				1373.98	285.70	937.35	0.01192	1.19218	83.8	70.9	4.10	0.36	21.57
98	ST. 98	65165.49	0.07	368.67				368.67	176.76	579.91	0.01072	1.07166	81.7	67.8	4.74	0.28	16.84
99	ST. 99	91564.11	0.09	368.67				368.67	248.36	814.83	0.01508	1.50797	89.6	72.9	3.73	0.27	16.26
100	ST. 100	196167.81	0.20	941.92				941.92	208.26	683.28	0.01860	1.85973	80.0	67.6	4.80	0.24	14.68
101	ST. 101	243262.74	0.24	941.92				941.92	258.26	847.32	0.01389	1.38868	81.9	68.5	4.60	0.33	19.69
102	ST. 102	168087.99	0.17	213.71				213.71	786.53	2580.48	0.01906	1.90625	70.1	69.6	4.36	0.66	39.75
103	ST. 103	157850.95	0.16	528.15				528.15	298.88	980.56	0.00956	0.95567	89.0	70.5	4.18	0.42	25.26
104	ST. 104	341496.35	0.34	259.98				259.98	1313.55	4309.53	0.01481	1.48140	88.7	73.1	3.68	1.03	61.80
105	ST. 105	197754.56	0.20	833.94				833.94	237.13	778.00	0.00032	0.03215	83.4	66.2	5.10	2.14	128.27
106	ST. 106	288561.39	0.29	823.01	326.99	176.934		1326.93	108.73	356.73	0.00614	0.61417	80.9	66.5	5.04	0.26	15.63
107	ST. 107	247782.41	0.25	1250.04	403.491	108.381		1761.91	70.32	230.70	0.00105	0.10478	83.8	70.4	4.20	0.40	24.05
108	ST. 108	61897.48	0.06	426.54				426.54	145.11	476.10	0.00291	0.29122	91.4	75.5	3.24	0.37	22.33
109	ST. 109	275635.50	0.28	1053.09	937.029			1990.12	69.25	227.20	0.01144	1.14391	86.2	64.8	5.44	0.14	8.34
110	ST. 110	148372.72	0.15	243.77	360.073			603.84	122.86	403.08	0.01646	1.64576	87.9	66.0	5.14	0.18	10.65
111	ST. 111	55482.88	0.06	353.07				353.07	157.14	515.56	0.00291	0.29122	82.9	74.1	3.50	0.41	24.80
112	ST. 112	301618.05	0.30	698.85	311.707	421.218	173.351	1605.12	93.95	308.25	0.02292	2.29244	82.5	68.8	4.54	0.11	6.77
113	ST. 113	25267.50	0.03	321.01				321.01	78.71	258.24	0.00291	0.29122	90.8	73.1	3.68	0.24	14.65
114	ST. 114	107226.26	0.11	622.97				622.97	172.12	564.70	0.00354	0.35414	81.9	70.0	4.29	0.45	27.07
115	ST. 115	19172.39	0.02	244.16				244.16	78.52	257.62	0.00291	0.29122	86.6	71.0	4.08	0.26	15.49
116	ST. 116	37705.34	0.04	147.98				147.98	254.80	835.96	0.00291	0.29122	79.4	67.8	4.74	0.72	43.29
117	ST. 117	33020.65	0.03	72.88				72.88	453.08	1486.49	0.00354	0.35414	78.6	63.4	5.76	1.16	69.76
118	ST. 118	104259.22	0.10	159.68				159.68	652.93	2142.14	0.00327	0.32659	90.3	57.1	7.51	1.91	114.32
119	ST. 119	162346	0.16	255	103	373		731.00	111.04	364.32	0.01281	1.28121	84.3	68.2	4.66	0.18	10.51
120	ST. 120	17748	0.02	259				259.00	68.53	224.82	0.00466	0.46617	86.5	71.1	4.06	0.18	10.96
121	ST. 121	36363	0.04	295				295.00	123.26	404.41	0.00797	0.79652	89.5	55.3	8.08	0.34	20.18
122	ST. 122	122131	0.12	353				353.00	345.98	1135.10	0.00797	0.79652	85.8	63.2	5.82	0.63	37.72
123	ST. 123	69902	0.07	513				513.00	136.26	447.05	0.00245	0.24522	11.6	11.2	79.53	3.03	181.58
124	ST. 124	130302	0.13	445				445.00	292.81	960.67	0.01491	1.49059	88.1	66.5	5.04	0.37	22.17
125	ST. 125	111314	0.11	631				631.00	176.41	578.77	0.02380	2.37970	87.6	60.2	6.60	0.23	13.73
126	ST. 126	170809	0.17	422	409			831.00	102.77	337.18	0.00777	0.77715	86.4	63.2	5.83	0.24	14.48
127	ST. 127	118852	0.12	419				419.00	283.66	930.63	0.02516	2.51578	86.4	71.1	4.06	0.24	14.70
128	ST. 128	244499	0.24	417				417.00	586.33	1923.65	0.01445	1.44490	76.5	79.0	2.66	0.46	27.64
129	ST. 129	164564	0.16	417				417.00	394.64	1294.74	0.01445	1.44490	81.2	62.9	5.90	0.52	31.37
130	ST. 130	40819	0.04	452				452.00	90.31	296.28	0.01933	1.93340	86.0	63.2	5.83	0.14	8.28
131	ST. 131	126972	0.13	715				715.00	177.58	582.62	0.01517	1.51710	85.9	68.7	4.55	0.23	13.87
132	ST. 132	352082	0.35	938				938.00	375.35	1231.47	0.01360	1.36039	83.5	64.9	5.41	0.49	29.49
133	ST. 133	140238	0.14	715				715.00	196.14	643.49	0.01753	1.75301	73.5	61.0	6.40	0.28	17.09
134	ST. 134	378934	0.38	527				527.00	719.04	2359.05	0.01052	1.05240	91.2	62.1	6.10	1.01	60.56
135	ST. 135	443700	0.44	690				690.00	643.04	2109.72	0.03233	3.23337	88.6	63.3	5.79	0.51	30.63
136	ST. 136	280097	0.28	853				853.00	328.37	1077.32	0.02643	2.64343	84.1	68.6	4.58	0.29	17.24
137	ST. 137	293050	0.29	664				664.00	441.34	1447.96	0.01739	1.73871	72.5	64.6	5.48	0.50	29.92
138	ST. 138	309252	0.31	1032				1032.00	299.66	983.14	0.01692	1.69151	77.6	62.1	6.09	0.40	23.71

Tabel Perhitungan Luas, Panjang Overland flow, Kemiringan, Retensi,m dan Time Lag tiap Catchment Area

No	Catchment	Luas		Panjang Overland flow							Kemiringan		Impervious	Curve Number	S	Time Lag	
				1	2	3	4	Total	total OF	total OF	Y	Y (%)				jam	menit
		m ²	km2	m	m	m	m	m	m	ft			%				
139	ST. 139	590219	0.59	849				849.00	695.19	2280.81	0.01959	1.95867	78.5	63.2	5.82	0.70	42.02
140	ST. 140	84880	0.08	489				489.00	173.58	569.48	0.01513	1.51337	83.5	65.1	5.37	0.25	15.03
141	ST. 141	206697	0.21	300				300.00	688.99	2260.46	0.01102	1.10236	81.2	64.0	5.62	0.91	54.49
142	ST. 142	39079	0.04	406				406.00	96.25	315.79	0.01530	1.53038	93.5	47.8	10.92	0.24	14.45
143	ST. 143	208333	0.21	215				215.00	968.99	3179.10	0.00981	0.98072	80.6	68.5	4.61	1.13	67.56
144	ST. 144	308918	0.31	406				406.00	760.88	2496.33	0.01156	1.15569	90.0	57.2	7.49	1.14	68.57
145	ST. 145	31537	0.03	238				238.00	132.51	434.74	0.00291	0.29122	81.8	64.2	5.58	0.47	28.24
146	ST. 146	137582	0.14	711				711.00	193.50	634.86	0.00035	0.03503	83.8	62.4	6.03	1.92	115.35
147	ST. 147	126854	0.13	254				254.00	499.43	1638.53	0.00492	0.49188	88.8	66.7	5.00	0.98	58.87
148	ST. 148	193422	0.19	293				293.00	660.14	2165.82	0.00581	0.58055	88.3	69.0	4.49	1.06	63.62
149	ST. 149	197362	0.20	173				173.00	1140.82	3742.84	0.00582	0.58177	83.7	70.0	4.29	1.60	95.91
150	ST. 150	95700	0.10	683				683.00	140.12	459.70	0.00440	0.44008	87.6	68.5	4.60	0.36	21.45
151	ST. 151	17118	0.02	302				302.00	56.68	185.96	0.00291	0.29122	82.0	65.1	5.37	0.23	13.99
152	ST. 152	77433	0.08	243				243.00	318.65	1045.45	0.00291	0.29122	88.8	64.6	5.49	0.94	56.41
153	ST. 153	22212	0.02	76				76.00	292.26	958.87	0.00291	0.29122	96.8	38.7	15.84	1.71	102.60
154	ST. 154	37113	0.04	334				334.00	111.12	364.56	0.00291	0.29122	81.9	66.9	4.96	0.38	22.87
155	ST. 155	100856	0.10	324				324.00	311.28	1021.27	0.00242	0.24226	78.2	57.2	7.47	1.22	73.15
156	ST. 156	91895	0.09	257				257.00	357.57	1173.12	0.00242	0.24226	87.6	59.1	6.91	1.30	77.92
157	ST. 157	48349	0.05	188				188.00	257.18	843.75	0.02146	2.14577	89.6	43.4	13.06	0.50	30.07
158	ST. 158	80982	0.08	305				305.00	265.51	871.11	0.00143	0.14279	83.7	55.9	7.90	1.45	86.80
159	ST. 159	76567	0.08	384				384.00	199.39	654.18	0.02146	2.14577	87.1	54.9	8.22	0.30	18.27
160	ST. 160	236716	0.24	418				418.00	566.31	1857.96	0.01221	1.22095	88.3	67.2	4.89	0.68	40.76
161	ST. 161	34980	0.03	432				432.00	80.97	265.66	0.00275	0.27538	72.5	67.5	4.83	0.30	17.97
162	ST. 162	46748	0.05	266				266.00	175.74	576.59	0.00139	0.13898	86.3	56.0	7.86	1.05	63.05
163	ST. 163	48972	0.05	273				273.00	179.38	588.53	0.00209	0.20940	85.7	60.8	6.44	0.77	46.24
164	ST. 164	106141	0.11	168				168.00	631.79	2072.80	0.02705	2.70543	81.3	66.9	4.95	0.50	30.12
165	ST. 165	47740	0.05	107				107.00	446.17	1463.80	0.01218	1.21842	89.4	51.3	9.49	0.84	50.51
166	ST. 166	86749	0.09	300				300.00	289.16	948.70	0.01220	1.22020	88.0	56.1	7.83	0.53	31.63
167	ST. 167	220300	0.22	559				559.00	394.10	1292.97	0.01422	1.42208	88.3	61.2	6.34	0.55	32.97
167a	ST. 167a	63989.55	0.06	288.46				288.46	221.83	727.79	0.01422	1.42208	88.5	61.4	6.29	0.35	20.72
168	ST. 168	68769	0.07	263				263.00	261.48	857.87	0.0001	0.01348	81.4	67.3	4.85	3.47	208.21
169	ST. 169	71173	0.07	149				149.00	477.67	1567.16	0.0011	0.11162	87.8	55.9	7.89	2.62	156.97
170	ST. 170	36225	0.04	182				182.00	199.04	653.01	0.0011	0.11162	85.1	63.1	5.84	1.08	64.88
171	ST. 171	83497	0.08	177				177.00	471.73	1547.68	0.0018	0.18217	91.1	53.7	8.62	2.14	128.52
172	ST. 172	63033	0.06	156				156.00	404.06	1325.65	0.0018	0.18217	88.7	48.9	10.45	2.14	128.28
173	ST. 173	77182	0.08	606				606.00	127.36	417.86	0.0005	0.04698	86.0	60.2	6.61	1.26	75.39
174	ST. 174	351385	0.35	619				619.00	567.67	1862.42	0.0109	1.08843	90.2	72.7	3.76	0.62	37.29
175	ST. 175	302471	0.30	778				778.00	388.78	1275.52	0.0021	0.20810	16.6	15.7	53.86	5.81	348.56
176	ST. 176	133839	0.13	729				729.00	183.59	602.34	0.0021	0.20810	85.7	59.1	6.93	0.82	49.40
177	ST. 177	66916	0.07	385				385.00	173.81	570.23	0.0021	0.20810	88.0	72.5	3.80	0.55	33.28
178	ST. 178	216534	0.22	1054				1054.00	205.44	674.02	0.0048	0.47784	86.1	67.3	4.85	0.48	28.84
179	ST. 179	51319	0.05	416				416.00	123.36	404.73	0.0048	0.47784	87.2	71.2	4.04	0.29	17.27
180	ST. 180	66742	0.07	614				614.00	108.70	356.63	0.0048	0.47784	83.5	65.6	5.24	0.30	18.12
181	ST. 181	52602	0.05	425				425.00	123.77	406.07	0.0048	0.47784	80.4	65.5	5.28	0.34	20.19
182	ST. 182	52747	0.05	191				191.00	276.16	906.04	0.0048	0.47784	88.4	59.7	6.76	0.74	44.51
183	ST. 183	72810	0.07	320				320.00	227.53	746.49	0.0048	0.47784	84.0	63.1	5.85	0.58	34.91

Tabel Perhitungan Luas, Panjang Overland flow, Kemiringan, Retensi, m dan Time Lag tiap Catchment Area

No	Catchment	Luas		Panjang Overland flow							Kemiringan		Impervious	Curve Number	S	Time Lag	
				1	2	3	4	Total	total OF	total OF	Y	Y (%)				jam	menit
		m ²	km ²	m	m	m	m	m	m	ft		%					
184	ST. 184	50544	0.05	261				261.00	193.66	635.35	0.0048	0.47784	93.1	53.9	8.56	0.65	38.78
185	ST. 185	59859	0.06	334				334.00	179.22	587.99	0.0048	0.47784	82.3	56.1	7.82	0.57	34.45
186	ST. 186	144716	0.14	560				560.00	258.42	847.84	0.0107	1.06582	82.1	64.8	5.43	0.41	24.78
187	ST. 187	152281	0.15	186				186.00	818.72	2686.07	0.0096	0.96331	86.7	68.9	4.51	0.98	58.84
188	ST. 188	74181	0.07	495				495.00	149.86	491.67	0.0018	0.17727	85.5	64.7	5.45	0.66	39.36
189	ST. 189	176031	0.18	704				704.00	250.04	820.35	0.0018	0.17727	88.7	72.8	3.74	0.80	47.82
190	ST. 190	221784	0.22	771				771.00	287.66	943.76	0.0096	0.95809	86.4	57.4	7.42	0.57	34.37
191	ST. 191	77314	0.08	468				468.00	165.20	542.00	0.0065	0.64970	76.5	71.2	4.05	0.31	18.73
192	ST. 192	105266.04	0.11	350.28				350.28	300.52	985.96	0.0065	0.64970	88.0	63.8	5.67	0.61	36.72
193	ST. 193	183409.16	0.18	323.17				323.17	567.53	1861.95	0.0113	1.13219	82.8	69.3	4.43	0.67	40.07
194	ST. 194	63808.45	0.06	78.27				78.27	815.23	2674.62	0.0107	1.07333	83.3	65.4	5.29	1.02	60.93
195	ST. 195	132928.56	0.13	638.47				638.47	208.20	683.60	0.0011	0.10692	86.0	69.3	4.44	0.98	58.52
196	ST. 196	107397.40	0.11	531.89				531.89	201.92	662.46	0.0041	0.40807	85.6	59.9	6.69	0.62	37.24
197	ST. 197	262641.99	0.26	662.78				662.78	396.27	1300.10	0.0077	0.76907	86.0	62.5	6.01	0.73	43.60
198	ST. 198	93481.03	0.09	892.43				892.43	104.75	343.66	0.0080	0.80282	90.0	68.5	4.59	0.21	12.57
199	ST. 199	47728.54	0.05	563.17				563.17	84.75	278.05	0.0041	0.40807	94.8	70.2	4.25	0.24	14.23
200	ST. 200	267439.73	0.27	530.25				530.25	504.37	1654.75	0.0168	1.68102	90.0	66.4	5.07	0.54	32.35
201	ST. 201	106361.57	0.11	406.42				406.42	261.71	858.61	0.0048	0.47784	89.3	66.0	5.15	0.60	36.21
202	ST. 202	40684.89	0.04	266.96				266.96	152.40	500.00	0.0048	0.47784	90.2	71.6	3.96	0.34	20.23
203	ST. 203	59767.53	0.06	371.03				371.03	161.08	528.49	0.0048	0.47784	79.2	63.6	5.73	0.44	26.16
204	ST. 204	51248.98	0.05	371.03				371.03	138.13	453.17	0.0048	0.47784	87.3	60.0	6.66	0.42	25.32
205	ST. 205	54284.01	0.05	414.50				414.50	130.96	429.67	0.0101	1.01147	88.5	62.7	5.95	0.26	15.60
206	ST. 206	193983.75	0.19	414.50				414.50	468.00	1535.42	0.0101	1.01147	83.8	55.5	8.02	0.86	51.83
207	ST. 207	94194.44	0.09	239.43				239.43	393.41	1290.70	0.0101	1.01147	87.0	66.2	5.11	0.57	34.34
208	ST. 208	40927.35	0.04	379.05				379.05	107.97	354.24	0.0101	1.01147	84.6	66.0	5.16	0.20	12.28
209	ST. 209	219736.45	0.22	540.64				540.64	406.44	1333.47	0.0101	1.01147	81.9	64.4	5.54	0.62	36.96
210	ST. 210	171379.90	0.17	506.17				506.17	338.58	1110.83	0.0101	1.01147	82.8	65.2	5.34	0.52	31.24
211	ST. 211	47893.37	0.05	545.62				545.62	87.78	287.98	0.0101	1.01147	81.1	67.9	4.73	0.16	9.88
212	ST. 212	70581.13	0.07	273.53				273.53	258.03	846.57	0.0101	1.01147	91.1	64.4	5.53	0.43	25.66
213	ST. 213	90782.36	0.09	457.56				457.56	198.41	650.93	0.0101	1.01147	88.2	62.6	5.98	0.36	21.79
214	ST. 214	194068.25	0.19	580.15				580.15	334.51	1097.48	0.0041	0.40792	88.3	61.3	6.31	0.90	53.82
215	ST. 215	394061.78	0.39	638.30	53.2833			691.58	284.90	934.70	0.0026	0.25604	81.8	68.1	4.70	0.84	50.19
216	ST. 216	577777.24	0.58	741.96				741.96	778.72	2554.85	0.0161	1.61454	70.9	72.4	3.82	0.66	39.73
217	ST. 217	377598.55	0.38	619.18				619.18	609.84	2000.77	0.0045	0.44723	82.9	63.5	5.76	1.31	78.70
218	ST. 218	81798.57	0.08	196.15				196.15	417.03	1368.19	0.0048	0.47784	88.8	67.6	4.79	0.84	50.40
219	ST. 219	33365.18	0.03	87.39				87.39	381.78	1252.57	0.0048	0.47784	88.1	65.1	5.35	0.84	50.12
220	ST. 220	120631.84	0.12	312.15				312.15	386.46	1267.91	0.0048	0.47784	87.1	62.4	6.02	0.90	54.30
221	ST. 221	125351.34	0.13	404.57				404.57	309.84	1016.53	0.0048	0.47784	90.2	56.0	7.85	0.89	53.50
222	ST. 222	72156.63	0.07	72.40				72.40	996.64	3269.81	0.0156	1.56490	89.9	58.0	7.24	1.19	71.63
223	ST. 223	194073.93	0.19	764.61				764.61	253.82	832.74	0.0156	1.56490	86.3	54.2	8.44	0.44	26.37
224	ST. 224	126804.03	0.13	480.06				480.06	264.14	866.61	0.0156	1.56490	85.2	82.7	2.10	0.21	12.48
225	ST. 225	197527.21	0.20	480.06				480.06	411.47	1349.96	0.0285	2.85134	31.7	66.1	5.12	0.35	21.23
226	ST. 226	72415.63	0.07	255.73				255.73	283.18	929.06	0.0007	0.07132	86.4	59.9	6.70	1.95	116.92
227	ST. 227	168567.41	0.17	391.68				391.68	430.37	1411.98	0.0213	2.13115	85.8	51.2	9.54	0.62	37.22
228	ST. 228	95996.68	0.10	298.44				298.44	321.66	1055.30	0.0007	0.07132	86.8	50.1	9.95	2.76	165.59
229	ST. 229	421740.38	0.42	587.59				587.59	717.75	2354.83	0.0080	0.80115	79.6	61.3	6.31	1.18	70.76

Tabel Perhitungan Luas, Panjang Overland flow, Kemiringan, Retensi,m dan Time Lag tiap Catchment Area

No	Catchment	Luas		Panjang Overland flow							Kemiringan		Impervious	Curve Number	S	Time Lag	
				1	2	3	4	Total	total OF	total OF	Y	Y (%)				jam	menit
		m ²	km2	m	m	m	m	m	m	ft		%					
230	ST. 230	18250.03	0.02	93.29				93.29	195.63	641.83	0.0006	0.05663	92.6	72.9	3.72	1.15	69.27
231	ST. 231	21724.44	0.02	271.48				271.48	80.02	262.54	0.0006	0.05663	87.8	72.3	3.84	0.57	34.47
232	ST. 232	146692.81	0.15	492.49				492.49	297.86	977.22	0.0086	0.86013	73.3	60.3	6.59	0.58	34.70
233	ST. 233	98815.44	0.10	199.04				199.04	496.47	1628.83	0.0180	1.80330	86.7	56.8	7.60	0.66	39.34
234	ST. 234	108912.64	0.11	458.06				458.06	237.77	780.08	0.0216	2.16199	72.5	64.2	5.58	0.28	16.54
235	ST. 235	108453.95	0.11	462.61				462.61	234.44	769.15	0.0119	1.18660	79.1	66.2	5.11	0.35	20.97
236	ST. 236	503083.73	0.50	1215.36				1215.36	413.94	1358.07	0.0053	0.52781	77.1	60.7	6.47	0.95	56.99
237	ST. 237	190811.33	0.19	434.72				434.72	438.93	1440.06	0.0053	0.53082	91.5	60.4	6.56	1.00	60.09
238	ST. 238	112435.82	0.11	748.76				748.76	150.16	492.66	0.0169	1.68552	89.5	58.8	7.00	0.25	14.86
239	ST. 239	75602.73	0.08	133.40				133.40	566.72	1859.30	0.0169	1.68552	91.5	58.0	7.25	0.73	43.95
240	ST. 240	39658.15	0.04	261.26				261.26	151.79	498.01	0.0169	1.68552	90.7	60.1	6.64	0.24	14.53
241	ST. 241	107546.83	0.11	367.42				367.42	292.71	960.32	0.0043	0.42561	89.4	60.5	6.53	0.81	48.35
242	ST. 242	304202.28	0.30	1093.16				1093.16	278.28	912.98	0.0050	0.49923	82.3	62.6	5.98	0.68	40.67
243	ST. 243	15427.70	0.02	66.22				66.22	232.97	764.34	0.0043	0.42561	87.6	68.4	4.62	0.55	32.84
244	ST. 244	126959.61	0.13	345.50	556.338			901.84	70.39	230.93	0.0067	0.66645	42.8	70.7	4.15	0.16	9.47
245	ST. 245	224367.53	0.22	556.3378				556.34	403.29	1323.14	0.0036	0.35618	27.0	67.6	4.79	0.95	56.87
246	ST. 246	31232.20	0.03	139.91				139.91	223.24	732.40	0.0067	0.66645	87.0	69.7	4.35	0.41	24.49
247	ST. 247	314513.27	0.31	938.20				938.20	335.23	1099.84	0.0060	0.59924	70.7	54.7	8.28	0.88	52.61
248	ST. 248	54920.39	0.05	424.54				424.54	129.36	424.42	0.0318	3.17910	89.6	62.8	5.93	0.14	8.69
249	ST. 249	116408.40	0.12	322.28				322.28	361.20	1185.05	0.0387	3.87370	73.3	65.1	5.35	0.28	16.84
250	SK. 250	5074933.04	5.07	3450.87	3170.72	163.43		6785.02	373.98	1226.97	0.0021	0.21256	83.8	68.1	4.68	1.14	68.39
251	SK. 251	1372630.98	1.37	576.52	804.69	1298.85		2680.06	256.08	840.16	0.0019	0.18908	87.6	69.3	4.44	0.87	51.91
252	SK. 252	1257276.22	1.26	1244.80				1244.80	1010.02	3313.72	0.0033	0.33163	95.0	79.0	2.66	1.48	88.99
253	SK. 253	2311050.28	2.31	769.17	784.66	2148.97		3702.80	312.07	1023.84	0.0014	0.13893	87.1	72.6	3.78	1.08	64.79
254	SK. 254	667010.97	0.67	580.12				580.12	1149.78	3772.24	0.0043	0.42540	95.0	78.8	2.68	1.46	87.64
255	SK. 255	508290.20	0.51	524.65				524.65	968.82	3178.53	0.0005	0.04894	95.5	79.2	2.63	3.71	222.82
256	SK. 256	2094081.75	2.09	1385.95				1385.95	1510.94	4957.13	0.0012	0.12092	91.6	68.8	4.55	4.54	272.32
257	SK. 257	962041.98	0.96	2009.31				2009.31	478.79	1570.84	0.0039	0.38758	92.3	87.0	1.49	0.58	34.65
258	SK.258	5400733.91	5.40	1464.48				1464.48	3687.82	12099.11	0.0039	0.38758	94.0	79.8	2.54	3.78	226.66

Perhitungan Nilai Impervious dan Curve Number Tiap Catchment Area

Catchment Area	Perumahan	Perdagangan	Fasilitas Umum	Lahan terbuka	Jalan	Pergudangan	Cek	Impervious (%)	Curve Number (%)
ST. 1	78%	4%	4%	4%	10%		100%	82.9	71.3
ST. 2	71%	5%	6%	8%	10%		100%	79.3	71.2
ST. 3	80%	2%	4%	4%	10%		100%	82.7	71.1
ST. 4	60%	30%			10%		100%	89.5	73.8
ST. 5	90%	3%	7%				100%	84.3	79.3
ST. 6	100%						100%	85.0	79.0
ST. 7	70%			25%	5%		100%	64.5	74.1
ST. 8	70%			28%	2%		100%	61.5	76.3
ST. 9	80%			10%	10%		100%	78.0	70.7
ST. 10	80%			10%	10%		100%	78.0	70.7
ST. 11	70%	20%	3%		7%		100%	87.6	75.3
ST. 12	70%	20%	5%		5%		100%	87.0	76.9
ST. 13	60%	35%			5%		100%	89.3	78.2
ST. 14	65%	30%			5%		100%	88.8	77.8
ST. 15	50%	20%	20%	5%	5%		100%	80.5	76.7
ST. 16	20%			70%	10%		100%	27.0	68.3
ST. 17	60%	20%	10%	5%	5%		100%	82.0	76.7
ST. 18	85%		5%	5%	5%		100%	80.8	74.9
ST. 19	90%		4%		6%		100%	85.3	74.3
ST. 20	80%	5%		5%	10%		100%	82.8	71.4
ST. 21	85%		5%	5%	5%		100%	80.8	74.9
ST. 22	75%	10%		10%	5%		100%	78.3	75.6
ST. 23	70%	5%	8%	5%	12%		100%	81.9	69.8
ST. 24	85%			5%	10%		100%	82.3	70.9
ST. 25	70%		5%	10%	15%		100%	78.0	66.8
ST. 26	68%		8%	12%	12%		100%	75.4	69.0
ST. 27	71%		5%	12%	12%		100%	75.9	69.0
ST. 28	78%			12%	10%		100%	76.3	70.6
ST. 29	78%			12%	10%		100%	76.3	70.6
ST. 30	78%			12%	10%		100%	76.3	70.6
ST. 31	78%			12%	10%		100%	76.3	70.6
ST. 32	70%	15%	5%		10%		100%	87.3	72.5
ST. 33	80%	15%			5%		100%	87.3	76.4
ST. 34	80%	10%			10%		100%	87.5	72.0
ST. 35	80%	10%		2%	8%		100%	85.5	73.5
ST. 36	70%	20%			10%		100%	88.5	72.9
ST. 37	82%	11%			7%		100%	87.2	74.5
ST. 38	77%	16%			7%		100%	87.7	74.9
ST. 39	71%	17%			12%		100%	88.5	71.1
ST. 40	72%	21%			7%		100%	88.2	75.4
ST. 41		82%			18%		100%	95.9	72.2
ST. 42	62%	28%			10%		100%	89.3	73.6
ST. 43	76%	12%			12%		100%	88.0	70.6
ST. 44	74%	18%			8%		100%	88.0	74.3
ST. 45	70%	16%		4%	10%		100%	84.7	72.4
ST. 46	82%			4%	14%		100%	83.7	67.8
ST. 47	84%	8%			8%		100%	87.0	73.4
ST. 48	80%	14%			6%		100%	87.3	75.5
ST. 49	78%	12%			10%		100%	87.7	72.2
ST. 50	78%		12%		10%		100%	84.7	71.1
ST. 51	82%		11%		7%		100%	84.4	73.5
ST. 52	68%	6%	2%	10%	14%		100%	78.9	68.1
ST. 53	77%		5%	5%	13%		100%	82.0	68.5
ST. 54	85%	7%			8%		100%	86.9	73.3
ST. 55	74%	12%		4%	10%		100%	84.3	72.0
ST. 56	81%			8%	11%		100%	79.9	70.0
ST. 57	76%	8%		5%	11%		100%	83.2	70.8
ST. 58	74%	8%		6%	12%		100%	82.5	70.0
ST. 59	63%		10%	8%	19%		100%	79.6	63.7
ST. 60	64%	28%			8%		100%	89.0	75.2
ST. 61	65%	25%			10%		100%	89.0	73.4
ST. 62	69%		16%	5%	10%		100%	79.9	70.9
ST. 63	73%			7%	20%		100%	82.1	62.9
ST. 64	74%	6%		5%	15%		100%	83.6	67.5
ST. 65	65%	20%			15%		100%	89.3	69.0
ST. 66	70%	20%	0%		10%		100%	88.5	72.9
ST. 67			80%		20%		100%	76.0	63.2

Perhitungan Nilai Impervious dan Curve Number Tiap Catchment Area

Catchment Area	Perumahan	Perdagangan	Fasilitas Umum	Lahan terbuka	Jalan	Pergudangan	Cek	Impervious (%)	Curve Number (%)
ST. 68	72%	18%			10%		100%	88.3	72.7
ST. 69	80%			12%	8%		100%	76.0	72.2
ST. 70				100%			100%	0.0	75.0
ST. 71	90%				10%		100%	86.5	71.1
ST. 72	82%	6%			12%		100%	87.4	70.1
ST. 73	82%	6%			12%		100%	87.4	70.1
ST. 74	65%	25%			10%		100%	89.0	73.4
ST. 75	84%			4%	12%		100%	83.4	69.4
ST. 76	84%			4%	12%		100%	83.4	69.4
ST. 77	56%	16%	11%	6%	11%		100%	81.5	71.5
ST. 78	50%	40%		0%	10%		100%	90.5	74.7
ST. 79	55%			35%	10%		100%	56.8	69.7
ST. 80		85%			15%		100%	95.8	74.8
ST. 81		84%			16%		100%	95.8	73.9
ST. 82		82%		6%	12%		100%	89.9	76.7
ST. 83		24%	54%	12%	10%		100%	70.6	72.8
ST. 84	73%		5%	10%	12%		100%	77.6	69.1
ST. 85	58%			32%	10%		100%	59.3	69.8
ST. 86	75%		7%	6%	12%		100%	80.7	69.3
ST. 87	80%			8%	12%		100%	80.0	69.2
ST. 88		44%	46%		10%		100%	84.0	75.1
ST. 89	72%		4%	8%	16%		100%	80.0	66.0
ST. 90	54%		26%	8%	12%		100%	76.1	69.2
ST. 91	64%	14%	8%		14%		100%	87.3	69.2
ST. 92	80%	12%			8%		100%	87.4	73.8
ST. 93	80%	8%			12%		100%	87.6	70.2
ST. 94	66%	10%	4%		20%		100%	88.4	64.1
ST. 95	69%		21%		10%		100%	83.4	71.1
ST. 96	73%	4%	8%		15%		100%	86.5	67.5
ST. 97	61%	18%	4%	5%	12%		100%	83.8	70.9
ST. 98	50%	20%	6%	8%	16%		100%	81.7	67.8
ST. 99	45%	37%	6%		12%		100%	89.6	72.9
ST. 100	51%	18%	5%	10%	16%		100%	80.0	67.6
ST. 101	81%			6%	13%		100%	81.9	68.5
ST. 102	53%	10%	5%	20%	12%		100%	70.1	69.6
ST. 103	67%	20%			13%		100%	89.0	70.5
ST. 104	68%	22%			10%		100%	88.7	73.1
ST. 105	71%		10%	3%	16%		100%	83.4	66.2
ST. 106	62%	4%	12%	6%	16%		100%	80.9	66.5
ST. 107	71%	12%		5%	12%		100%	83.8	70.4
ST. 108	41%	49%			10%		100%	91.4	75.5
ST. 109	72%		10%		18%		100%	86.2	64.8
ST. 110	60%	14%	8%		18%		100%	87.9	66.0
ST. 111	68%	18%		6%	8%		100%	82.9	74.1
ST. 112	63%	12%	5%	6%	14%		100%	82.5	68.8
ST. 113	48%	40%			12%		100%	90.8	73.1
ST. 114	70%	8%	4%	6%	12%		100%	81.9	70.0
ST. 115	75%	8%	6%		11%		100%	86.6	71.0
ST. 116	59%	12%	4%	10%	15%		100%	79.4	67.8
ST. 117	60%	8%		12%	20%		100%	78.6	63.4
ST. 118	42%	20%	8%		30%		100%	90.3	57.1
ST. 119	70%	4%	10%	2%	14%		100%	84.3	68.2
ST. 120	90%				10%		100%	86.5	71.1
ST. 121	70%				30%		100%	89.5	55.3
ST. 122	65%		15%		20%		100%	85.8	63.2
ST. 123		10%	3%				13%	11.6	11.2
ST. 124	70%	10%	3%		17%		100%	88.1	66.5
ST. 125	49%	11%	15%		25%		100%	87.6	60.2
ST. 126	74%		5%	1%	20%		100%	86.4	63.2
ST. 127	89%		1%		10%		100%	86.4	71.1
ST. 128	83%	4%	3%	10%			100%	76.5	79.0
ST. 129	72%			8%	20%		100%	81.2	62.9
ST. 130	71%		8%	1%	20%		100%	86.0	63.2
ST. 131	80%		7%		13%		100%	85.9	68.7
ST. 132	46%	22%	5%	7%	20%		100%	83.5	64.9
ST. 133	54%		8%	16%	22%		100%	73.5	61.0
ST. 134	38%	32%	5%		25%		100%	91.2	62.1

Perhitungan Nilai Impervious dan Curve Number Tiap Catchment Area

Catchment Area	Perumahan	Perdagangan	Fasilitas Umum	Lahan terbuka	Jalan	Pergudangan	Cek	Impervious (%)	Curve Number (%)
ST. 135	56%	20%			22%		100%	88.6	63.3
ST. 136	82%		2%	3%	13%		100%	84.1	68.6
ST. 137	25%	24%	12%	19%	20%		100%	72.5	64.6
ST. 138	52%	12%		14%	22%		100%	77.6	62.1
ST. 139	38%	24%	2%	14%	22%		100%	78.5	63.2
ST. 140	49%	3%	30%		18%		100%	83.5	65.1
ST. 141	55%	13%	3%	9%	20%		100%	81.2	64.0
ST. 142	36%	22%			42%		100%	93.5	47.8
ST. 143	77%		3%	7%	13%		100%	80.6	68.5
ST. 144	55%	12%	4%		29%		100%	90.0	57.2
ST. 145	40%	13%	22%	5%	20%		100%	81.8	64.2
ST. 146	45%	10%	20%	3%	22%		100%	83.8	62.4
ST. 147	71%	12%			17%		100%	88.8	66.7
ST. 148	74%	12%			14%		100%	88.3	69.0
ST. 149	74%	7%	3%	4%	12%		100%	83.7	70.0
ST. 150	79%	6%	1%		14%		100%	87.6	68.5
ST. 151	45%	25%		10%	20%		100%	82.0	65.1
ST. 152	60%	15%	5%		20%		100%	88.8	64.6
ST. 153	10%	35%			55%		100%	96.8	38.7
ST. 154	40%	27%	6%	9%	18%		100%	81.9	66.9
ST. 155	52%		10%	11%	27%		100%	78.2	57.2
ST. 156	44%	17%	10%	2%	27%		100%	87.6	59.1
ST. 157	50%		3%	2%	45%		100%	89.6	43.4
ST. 158	52%	10%		8%	30%		100%	83.7	55.9
ST. 159	48%	15%		5%	32%		100%	87.1	54.9
ST. 160	75%	9%			16%		100%	88.3	67.2
ST. 161	40%	10%	20%	15%	15%		100%	72.5	67.5
ST. 162	55%	10%		5%	30%		100%	86.3	56.0
ST. 163	49%	20%		6%	25%		100%	85.7	60.8
ST. 164	78%			7%	15%		100%	81.3	66.9
ST. 165	64%			1%	35%		100%	89.4	51.3
ST. 166	57%	10%		3%	30%		100%	88.0	56.1
ST. 167	52%	13%	11%		24%		100%	88.3	61.2
ST. 167a	50%	15%	11%		24%		100%	88.5	61.4
ST. 168	70%	5%	3%	7%	15%		100%	81.4	67.3
ST. 169	59%	8%		3%	30%		100%	87.8	55.9
ST. 170	70%		8%	2%	20%		100%	85.1	63.1
ST. 171	47%	18%		1%	34%		100%	91.1	53.7
ST. 172	33%	8%	20%		39%		100%	88.7	48.9
ST. 173	46%	22%		6%	26%		100%	86.0	60.2
ST. 174	18%	63%		4%	15%		100%	90.2	72.7
ST. 175		16%	2%				18%	16.6	15.7
ST. 176	53%	8%	10%	3%	26%		100%	85.7	59.1
ST. 177	75%	15%			10%		100%	88.0	72.5
ST. 178	69%	12%		3%	16%		100%	86.1	67.3
ST. 179	76%	10%	3%		11%		100%	87.2	71.2
ST. 180	62%	12%	2%	6%	18%		100%	83.5	65.6
ST. 181	60%	12%		10%	18%		100%	80.4	65.5
ST. 182	69%	5%		1%	25%		100%	88.4	59.7
ST. 183	58%	10%	6%	5%	21%		100%	84.0	63.1
ST. 184	37%	28%			35%		100%	93.1	53.9
ST. 185	42%	13%	6%	9%	30%		100%	82.3	56.1
ST. 186	55%	12%	7%	7%	19%		100%	82.1	64.8
ST. 187	26%	49%			18%		100%	86.7	68.9
ST. 188	67%	10%		4%	19%		100%	85.5	64.7
ST. 189	14%	65%		6%	15%		100%	88.7	72.8
ST. 190	46%	17%	3%	5%	29%		100%	86.4	57.4
ST. 191	52%	15%	10%	12%	11%		100%	76.5	71.2
ST. 192	68%	7%	5%		20%		100%	88.0	63.8
ST. 193	72%	9%		6%	13%		100%	82.8	69.3
ST. 194	73%		6%	4%	17%		100%	83.3	65.4
ST. 195	66%	16%	1%	3%	14%		100%	86.0	69.3
ST. 196	70%		3%	3%	24%		100%	85.6	59.9
ST. 197	46%	20%	7%	4%	23%		100%	86.0	62.5
ST. 198	32%	42%	7%	1%	18%		100%	90.0	68.5
ST. 199	12%	69%			19%		100%	94.8	70.2
ST. 200	35%	35%	10%		20%		100%	90.0	66.4

Perhitungan Nilai Impervious dan Curve Number Tiap Catchment Area

Catchment Area	Perumahan	Perdagangan	Fasilitas Umum	Lahan terbuka	Jalan	Pergudangan	Cek	Impervious (%)	Curve Number (%)
ST. 201	57%	23%		1%	19%		100%	89.3	66.0
ST. 202	55%	32%			13%		100%	90.2	71.6
ST. 203	70%		1%	10%	19%		100%	79.2	63.6
ST. 204	67%		9%		24%		100%	87.3	60.0
ST. 205	76%	3%			21%		100%	88.5	62.7
ST. 206	39%	14%	9%	7%	31%		100%	83.8	55.5
ST. 207	55%	16%	10%	1%	18%		100%	87.0	66.2
ST. 208	72%	6%	1%	4%	17%		100%	84.6	66.0
ST. 209	45%	16%	12%	7%	20%		100%	81.9	64.4
ST. 210	56%	17%		8%	19%		100%	82.8	65.2
ST. 211	61%	12%	4%	8%	15%		100%	81.1	67.9
ST. 212	45%	31%	2%		22%		100%	91.1	64.4
ST. 213	76%	2%	1%		21%		100%	88.2	62.6
ST. 214	41%	24%	8%	2%	25%		100%	88.3	61.3
ST. 215	38%	32%	3%	10%	17%		100%	81.8	68.1
ST. 216	19%	42%	4%	23%	12%		100%	70.9	72.4
ST. 217	39%	24%	7%	8%	22%		100%	82.9	63.5
ST. 218	70%	14%			16%		100%	88.8	67.6
ST. 219	78%	4%			18%		100%	88.1	65.1
ST. 220	72%		7%		21%		100%	87.1	62.4
ST. 221	61%	8%	1%		30%		100%	90.2	56.0
ST. 222	47%	22%		2%	29%		100%	89.9	58.0
ST. 223	42%	17%	2%	6%	33%		100%	86.3	54.2
ST. 224	45%	42%	10%	3%			100%	85.2	82.7
ST. 225	22%			65%	13%		100%	31.7	66.1
ST. 226	43%	17%	11%	3%	26%		100%	86.4	59.9
ST. 227	54%		7%	4%	35%		100%	85.8	51.2
ST. 228	34%	15%	8%	5%	38%		100%	86.8	50.1
ST. 229	40%	9%	20%	8%	23%		100%	79.6	61.3
ST. 230	31%	10%			14%	45%	100%	92.6	72.9
ST. 231	77%	8%			10%	5%	100%	87.8	72.3
ST. 232	44%	11%	2%	19%	24%		100%	73.3	60.3
ST. 233	55%	10%	2%	4%	29%		100%	86.7	56.8
ST. 234	46%	10%	7%	18%	19%		100%	72.5	64.2
ST. 235	55%	11%	7%	10%	17%		100%	79.1	66.2
ST. 236	29%	23%	8%	15%	25%		100%	77.1	60.7
ST. 237	39%	30%	4%		27%		100%	91.5	60.4
ST. 238	54%	13%	6%		27%		100%	89.5	58.8
ST. 239	50%	21%			29%		100%	91.5	58.0
ST. 240	56%	18%			26%		100%	90.7	60.1
ST. 241	56%	14%	5%		25%		100%	89.4	60.5
ST. 242	35%	23%	11%	8%	23%		100%	82.3	62.6
ST. 243	81%	5%			14%		100%	87.6	68.4
ST. 244	36%		6%	50%	8%		100%	42.8	70.7
ST. 245	16%	1%	2%	70%	11%		100%	27.0	67.6
ST. 246	86%	2%			12%		100%	87.0	69.7
ST. 247	42%	3%	3%	22%	30%		100%	70.7	54.7
ST. 248	65%	13%			22%		100%	89.6	62.8
ST. 249	50%	12%	2%	18%	18%		100%	73.3	65.1
SK. 250	51%	22%	5%	6%	16%		100%	83.8	68.1
SK. 251	81%	6%			13%		100%	87.6	69.3
SK. 252		1%	2%		10%	87%	100%	95.0	79.0
SK. 253	70%		2%	1%	10%	17%	100%	87.1	72.6
SK. 254	3%		1%		10%	86%	100%	95.0	78.8
SK. 255					10%	90%	100%	95.5	79.2
SK. 256	13%		1%	3%	20%	63%	100%	91.6	68.8
SK. 257	8%			2%		90%	100%	92.3	87.0
SK. 258			2%	1%	9%	88%	100%	94.0	79.8

Debit Rencana Periode Ulang 10 tahun Hasil Perhitungan HEC-HMS

JAM	DEBIT TIAP JUNCTION (m3/dt)																					
	SP.74	SP.73	SP.72	SP.71	SP.70	SP.69	SP.68	SP.67	SP.66	SP.64	SP.63	SK.132	SP.62	SP.61	SP.60	SP.59	SP.58	SP.57	SK.130	SK.131	SP.56	SK.129
0:00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06	0.08	0.09	0.10	0.11	0.06	0.17	0.18	0.19	0.20	0.20	0.20	0.05	0.04	0.28	0.02
1:00	1.23	1.71	1.71	3.65	4.06	5.11	4.93	7.83	8.56	8.62	9.76	3.87	14.17	15.02	15.15	16.00	15.91	15.65	3.81	1.99	22.90	1.73
2:00	0.85	1.35	1.35	3.98	5.14	5.83	5.97	8.38	9.32	10.24	11.09	5.83	17.52	18.19	18.85	19.75	19.85	19.93	5.31	3.68	28.63	2.20
3:00	0.52	0.84	0.84	2.72	3.77	4.27	4.43	5.95	6.60	7.57	8.16	4.05	12.96	13.53	14.30	15.13	15.33	15.55	4.25	2.96	22.39	1.44
4:00	0.37	0.58	0.58	1.87	2.65	3.04	3.16	4.21	4.67	5.37	5.80	2.78	9.16	9.60	10.20	10.85	11.02	11.21	3.26	2.28	16.41	0.98
5:00	0.16	0.29	0.29	1.05	1.58	1.73	1.85	2.33	2.60	3.18	3.41	1.62	5.42	5.67	6.14	6.56	6.72	6.89	2.10	1.55	10.15	0.54
6:00	0.05	0.12	0.12	0.49	0.79	0.86	0.94	1.13	1.26	1.66	1.78	0.73	2.80	2.96	3.30	3.57	3.70	3.83	1.15	0.85	5.65	0.23
7:00	0.02	0.05	0.05	0.22	0.36	0.40	0.46	0.54	0.61	0.84	0.91	0.31	1.42	1.52	1.73	1.91	2.00	2.09	0.64	0.47	3.12	0.10
8:00	0.02	0.03	0.03	0.11	0.18	0.21	0.24	0.29	0.33	0.46	0.50	0.16	0.77	0.83	0.96	1.08	1.13	1.19	0.36	0.27	1.81	0.05
9:00	0.01	0.02	0.02	0.07	0.11	0.13	0.15	0.18	0.21	0.28	0.31	0.10	0.47	0.51	0.59	0.67	0.70	0.74	0.22	0.16	1.13	0.03
10:00	0.01	0.02	0.02	0.05	0.08	0.09	0.10	0.13	0.15	0.20	0.22	0.08	0.33	0.36	0.41	0.46	0.48	0.50	0.15	0.11	0.78	0.03
11:00	0.01	0.02	0.02	0.05	0.07	0.08	0.08	0.11	0.12	0.16	0.17	0.07	0.26	0.28	0.32	0.35	0.37	0.38	0.11	0.08	0.58	0.02
12:00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.06	0.07	0.07	0.10	0.11	0.14	0.15	0.06	0.23	0.24	0.27	0.29	0.30	0.31	0.09	0.06	0.48	0.02
13:00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.06	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.06	0.21	0.22	0.24	0.26	0.27	0.27	0.07	0.05	0.41	0.02
14:00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.07	0.09	0.10	0.12	0.13	0.06	0.20	0.21	0.22	0.24	0.24	0.25	0.07	0.05	0.37	0.02
15:00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06	0.09	0.10	0.11	0.12	0.06	0.19	0.20	0.21	0.23	0.23	0.23	0.06	0.04	0.34	0.02
16:00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06	0.09	0.10	0.11	0.12	0.06	0.19	0.19	0.20	0.22	0.22	0.22	0.06	0.04	0.33	0.02
17:00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06	0.09	0.10	0.11	0.12	0.06	0.18	0.19	0.20	0.21	0.21	0.22	0.06	0.04	0.32	0.02
18:00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06	0.09	0.09	0.11	0.11	0.06	0.18	0.19	0.20	0.21	0.21	0.21	0.05	0.04	0.31	0.02
19:00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06	0.08	0.09	0.10	0.11	0.06	0.18	0.19	0.19	0.21	0.21	0.21	0.05	0.04	0.30	0.02
20:00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06	0.08	0.09	0.10	0.11	0.06	0.18	0.19	0.19	0.20	0.21	0.21	0.05	0.04	0.30	0.02
21:00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06	0.08	0.09	0.10	0.11	0.06	0.18	0.18	0.19	0.20	0.20	0.21	0.05	0.04	0.30	0.02
22:00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06	0.08	0.09	0.10	0.11	0.06	0.18	0.18	0.19	0.20	0.20	0.20	0.05	0.04	0.29	0.02
23:00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06	0.08	0.09	0.10	0.11	0.06	0.18	0.18	0.19	0.20	0.20	0.20	0.05	0.04	0.29	0.02
0:00	0.01	0.02	0.02	0.04	0.05	0.06	0.06	0.08	0.09	0.10	0.11	0.06	0.18	0.18	0.19	0.20	0.20	0.20	0.05	0.04	0.29	0.02

Debit Rencana Periode Ulang 10 tahun Hasil Perhitungan HEC-HMS

JAM	DEBIT TIAP JUNCTION (m3/dt)																			
	SP.54	SP.53	SP.52	SK.127	SK.126	SK.125	SK.124	SK.123	SK.122	SP.51	SP.50	SK.121	SK.120	SK.119	SK.118	SK.117	SK.116	SK.115	SK.114	SK.113
0:00	0.31	0.31	0.32	0.11	0.12	0.14	0.14	0.17	0.18	0.52	0.53	0.04	0.04	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10	0.14	0.15
1:00	24.60	24.40	24.21	9.45	10.57	12.16	12.52	16.24	17.11	41.55	42.64	3.57	4.50	6.84	7.56	8.43	8.42	10.08	13.82	15.15
2:00	31.37	31.56	32.09	10.71	12.41	13.66	14.03	17.00	18.03	52.75	53.81	2.64	3.47	5.69	6.64	7.84	8.41	9.92	13.20	14.78
3:00	24.42	24.74	25.45	7.46	8.69	9.58	9.86	11.88	12.76	41.00	41.89	1.57	2.09	3.50	4.18	4.95	5.48	6.47	8.65	9.71
4:00	17.83	18.10	18.66	5.24	6.08	6.72	6.92	8.36	9.00	29.77	30.45	1.09	1.44	2.40	2.85	3.38	3.74	4.42	5.94	6.65
5:00	11.04	11.28	11.76	2.87	3.40	3.75	3.88	4.61	5.04	18.47	18.90	0.49	0.68	1.16	1.46	1.76	2.04	2.38	3.19	3.58
6:00	6.11	6.30	6.65	1.28	1.55	1.75	1.83	2.19	2.46	10.26	10.54	0.17	0.26	0.45	0.61	0.73	0.91	1.06	1.44	1.62
7:00	3.35	3.48	3.70	0.56	0.69	0.81	0.85	1.04	1.21	5.61	5.79	0.08	0.12	0.19	0.27	0.32	0.41	0.48	0.67	0.75
8:00	1.94	2.02	2.16	0.29	0.36	0.42	0.45	0.56	0.65	3.23	3.34	0.05	0.07	0.11	0.15	0.17	0.21	0.25	0.36	0.40
9:00	1.21	1.26	1.35	0.18	0.22	0.26	0.28	0.35	0.41	2.02	2.09	0.04	0.06	0.08	0.11	0.12	0.14	0.17	0.24	0.27
10:00	0.83	0.87	0.93	0.14	0.17	0.19	0.20	0.26	0.30	1.39	1.44	0.04	0.05	0.08	0.09	0.10	0.11	0.13	0.19	0.21
11:00	0.63	0.65	0.69	0.12	0.14	0.16	0.17	0.21	0.24	1.05	1.08	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.10	0.12	0.16	0.18
12:00	0.51	0.53	0.56	0.11	0.13	0.15	0.16	0.19	0.21	0.86	0.89	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.09	0.11	0.15	0.17
13:00	0.44	0.46	0.48	0.11	0.13	0.14	0.15	0.18	0.20	0.74	0.77	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.15	0.16
14:00	0.40	0.41	0.43	0.11	0.13	0.14	0.14	0.18	0.19	0.67	0.69	0.04	0.05	0.07	0.08	0.09	0.09	0.10	0.14	0.16
15:00	0.37	0.38	0.40	0.11	0.12	0.14	0.14	0.17	0.19	0.63	0.65	0.04	0.05	0.07	0.08	0.08	0.09	0.10	0.14	0.16
16:00	0.36	0.36	0.37	0.11	0.12	0.14	0.14	0.17	0.18	0.60	0.62	0.04	0.04	0.07	0.08	0.08	0.08	0.10	0.14	0.15
17:00	0.35	0.35	0.36	0.11	0.12	0.14	0.14	0.17	0.18	0.58	0.59	0.04	0.04	0.07	0.08	0.08	0.08	0.10	0.14	0.15
18:00	0.34	0.34	0.35	0.11	0.12	0.14	0.14	0.17	0.18	0.57	0.58	0.04	0.04	0.07	0.08	0.08	0.08	0.10	0.14	0.15
19:00	0.33	0.33	0.34	0.11	0.12	0.14	0.14	0.17	0.18	0.56	0.57	0.04	0.04	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10	0.14	0.15
20:00	0.33	0.33	0.34	0.11	0.12	0.14	0.14	0.17	0.18	0.55	0.56	0.04	0.04	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10	0.14	0.15
21:00	0.32	0.33	0.33	0.11	0.12	0.14	0.14	0.17	0.18	0.54	0.56	0.04	0.04	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10	0.14	0.15
22:00	0.32	0.32	0.33	0.11	0.12	0.14	0.14	0.17	0.18	0.54	0.55	0.04	0.04	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10	0.14	0.15
23:00	0.32	0.32	0.33	0.11	0.12	0.14	0.14	0.17	0.18	0.54	0.55	0.04	0.04	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10	0.14	0.15
0:00	0.32	0.32	0.33	0.11	0.12	0.14	0.14	0.17	0.18	0.53	0.55	0.04	0.04	0.07	0.07	0.08	0.08	0.10	0.14	0.15

Debit Rencana Periode Ulang 10 tahun Hasil Perhitungan HEC-HMS

JAM	DEBIT TIAP JUNCTION (m ³ /dt)																				
	SK.112	SK.111	SK.110	SK.109	SK.108	SK.107	SP.49	SP.48	SP.47	SP.46	SP.45	SP.44	SP.43	SK.106	SK.105	SK.104	SK.103	SP.42	SP.41	SK.101	SK.100
0:00	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.19	0.72	0.73	0.73	0.75	0.75	0.76	0.76	0.04	0.04	0.04	0.05	0.80	0.80	0.03	0.04
1:00	15.79	16.46	17.83	18.18	17.93	18.04	58.59	59.25	58.79	60.00	60.39	59.53	59.38	3.82	4.13	3.88	3.78	61.40	59.88	3.33	4.01
2:00	15.38	16.74	17.81	18.27	18.70	19.28	73.19	73.92	74.23	75.55	76.06	76.80	76.76	2.97	3.61	4.35	4.55	81.23	81.11	2.58	3.58
3:00	10.13	11.16	11.93	12.32	12.88	13.47	56.46	57.21	57.71	59.09	59.53	60.80	60.89	1.81	2.31	3.39	3.79	65.62	66.48	1.57	2.39
4:00	6.94	7.65	8.20	8.48	8.88	9.30	40.70	41.31	41.73	42.87	43.20	44.27	44.42	1.25	1.60	2.55	2.97	48.43	49.32	1.09	1.66
5:00	3.74	4.20	4.49	4.67	5.03	5.37	25.26	25.67	26.06	26.84	27.07	28.02	28.24	0.56	0.79	1.56	1.95	31.30	32.20	0.48	0.85
6:00	1.70	1.95	2.11	2.23	2.50	2.72	14.09	14.38	14.68	15.24	15.38	16.10	16.36	0.21	0.32	0.86	1.15	18.48	19.25	0.17	0.37
7:00	0.79	0.91	1.00	1.07	1.24	1.37	7.73	7.93	8.14	8.52	8.61	9.10	9.37	0.09	0.14	0.45	0.65	10.73	11.30	0.07	0.17
8:00	0.43	0.49	0.54	0.58	0.67	0.76	4.45	4.59	4.72	4.97	5.03	5.35	5.60	0.05	0.08	0.24	0.37	6.46	6.85	0.04	0.09
9:00	0.28	0.31	0.35	0.37	0.43	0.47	2.79	2.87	2.96	3.13	3.16	3.37	3.60	0.04	0.05	0.15	0.22	4.15	4.41	0.04	0.06
10:00	0.22	0.24	0.26	0.28	0.31	0.34	1.92	1.98	2.03	2.15	2.17	2.31	2.50	0.04	0.05	0.10	0.15	2.86	3.04	0.03	0.05
11:00	0.19	0.20	0.22	0.23	0.26	0.28	1.45	1.49	1.53	1.61	1.63	1.72	1.87	0.04	0.04	0.07	0.10	2.12	2.24	0.03	0.04
12:00	0.17	0.19	0.20	0.21	0.23	0.24	1.19	1.21	1.24	1.30	1.31	1.38	1.50	0.04	0.04	0.06	0.08	1.68	1.76	0.03	0.04
13:00	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	1.03	1.05	1.07	1.12	1.13	1.18	1.27	0.04	0.04	0.05	0.07	1.41	1.47	0.03	0.04
14:00	0.16	0.17	0.19	0.19	0.20	0.21	0.93	0.95	0.97	1.00	1.01	1.05	1.12	0.04	0.04	0.05	0.06	1.23	1.27	0.03	0.04
15:00	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.20	0.87	0.89	0.90	0.93	0.94	0.97	1.02	0.04	0.04	0.05	0.05	1.11	1.15	0.03	0.04
16:00	0.16	0.17	0.18	0.19	0.19	0.20	0.83	0.85	0.86	0.88	0.89	0.91	0.96	0.04	0.04	0.04	0.05	1.03	1.06	0.03	0.04
17:00	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.20	0.81	0.82	0.83	0.85	0.86	0.87	0.91	0.04	0.04	0.04	0.05	0.98	1.00	0.03	0.04
18:00	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.20	0.79	0.80	0.80	0.82	0.83	0.85	0.88	0.04	0.04	0.04	0.05	0.94	0.95	0.03	0.04
19:00	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.20	0.77	0.78	0.79	0.81	0.81	0.83	0.85	0.04	0.04	0.04	0.05	0.91	0.92	0.03	0.04
20:00	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.19	0.76	0.77	0.78	0.80	0.80	0.82	0.83	0.04	0.04	0.04	0.05	0.89	0.90	0.03	0.04
21:00	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.19	0.76	0.76	0.77	0.79	0.79	0.80	0.82	0.04	0.04	0.04	0.05	0.87	0.88	0.03	0.04
22:00	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.19	0.75	0.76	0.76	0.78	0.79	0.80	0.81	0.04	0.04	0.04	0.05	0.86	0.86	0.03	0.04
23:00	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.19	0.75	0.75	0.76	0.77	0.78	0.79	0.80	0.04	0.04	0.04	0.05	0.85	0.85	0.03	0.04
0:00	0.16	0.17	0.18	0.18	0.19	0.19	0.74	0.75	0.75	0.77	0.78	0.79	0.79	0.04	0.04	0.04	0.05	0.84	0.84	0.03	0.04

Debit Rencana Periode Ulang 10 tahun Hasil Perhitungan HEC-HMS

JAM	DEBIT TIAP JUNCTION (m3/dt)																					
	SK.98	SK.102	SK.97	SK.96	SP.40	SP.39	SK.95	SK.94	SK.93	SP.38A	SP.76	SP.38	SP.37	SP.36	SP.35	SP.34	SP.32	SP.33	SP.30	SP.28	SP.27	SK.73
0:00	0.05	0.04	0.10	0.10	0.90	0.91	0.01	0.04	0.05	0.61	0.51	0.95	0.95	0.95	1.37	1.04	1.51	1.44	0.08	0.07	0.05	0.04
1:00	4.64	3.62	9.19	9.41	67.00	66.92	1.22	2.65	3.24	23.50	51.96	67.78	67.37	67.01	106.81	49.10	103.17	85.56	7.72	6.75	4.05	3.40
2:00	5.11	2.42	10.20	10.46	91.00	91.52	0.73	3.76	4.84	31.10	50.92	95.64	96.14	96.13	137.89	74.48	152.03	145.92	8.27	7.25	4.64	3.75
3:00	3.64	1.44	7.05	7.30	74.50	75.12	0.43	3.02	3.86	31.34	29.98	79.63	80.67	80.96	111.29	64.68	130.59	135.09	5.56	4.71	3.14	2.23
4:00	2.56	1.02	4.87	5.05	55.21	55.70	0.31	2.20	2.79	29.45	20.05	59.30	60.24	60.56	82.13	50.62	101.09	107.79	3.78	3.19	2.11	1.51
5:00	1.45	0.40	2.81	2.93	36.06	36.45	0.11	1.36	1.74	22.77	10.93	39.09	39.86	40.17	52.90	36.09	71.18	78.83	2.18	1.82	1.23	0.82
6:00	0.68	0.14	1.32	1.41	21.50	21.77	0.04	0.71	0.91	16.95	3.78	23.52	24.09	24.35	31.13	24.13	46.94	54.17	1.04	0.81	0.59	0.30
7:00	0.31	0.06	0.61	0.66	12.58	12.76	0.02	0.36	0.46	13.21	1.59	13.84	14.20	14.40	18.02	16.01	30.91	36.58	0.50	0.38	0.28	0.13
8:00	0.16	0.04	0.32	0.35	7.62	7.74	0.01	0.19	0.24	9.69	0.94	8.39	8.61	8.75	10.82	9.95	20.73	24.94	0.28	0.21	0.15	0.08
9:00	0.10	0.04	0.21	0.22	4.91	4.98	0.01	0.11	0.14	5.52	0.69	5.39	5.53	5.62	6.92	6.59	14.23	17.32	0.18	0.14	0.10	0.06
10:00	0.07	0.04	0.15	0.16	3.38	3.43	0.01	0.07	0.10	3.03	0.60	3.70	3.79	3.85	4.77	4.81	10.10	12.32	0.13	0.11	0.07	0.05
11:00	0.06	0.04	0.13	0.13	2.50	2.54	0.01	0.06	0.07	1.60	0.56	2.72	2.78	2.83	3.54	3.65	7.43	9.03	0.11	0.09	0.06	0.04
12:00	0.05	0.04	0.11	0.12	1.97	2.00	0.01	0.05	0.06	1.00	0.54	2.14	2.18	2.21	2.81	3.01	5.66	6.83	0.10	0.08	0.06	0.04
13:00	0.05	0.04	0.11	0.11	1.64	1.66	0.01	0.04	0.06	0.76	0.53	1.77	1.80	1.82	2.35	2.60	4.47	5.33	0.09	0.08	0.05	0.04
14:00	0.05	0.04	0.11	0.11	1.43	1.44	0.01	0.04	0.05	0.65	0.53	1.53	1.55	1.57	2.07	2.42	3.67	4.29	0.09	0.08	0.05	0.04
15:00	0.05	0.04	0.10	0.11	1.28	1.30	0.01	0.04	0.05	0.61	0.52	1.37	1.39	1.40	1.87	2.35	3.10	3.57	0.09	0.08	0.05	0.04
16:00	0.05	0.04	0.10	0.11	1.19	1.20	0.01	0.04	0.05	0.59	0.52	1.26	1.28	1.29	1.75	2.32	2.69	3.05	0.09	0.08	0.05	0.04
17:00	0.05	0.04	0.10	0.11	1.12	1.13	0.01	0.04	0.05	0.58	0.52	1.19	1.20	1.21	1.65	2.30	2.40	2.67	0.09	0.07	0.05	0.04
18:00	0.05	0.04	0.10	0.11	1.07	1.08	0.01	0.04	0.05	0.57	0.52	1.13	1.14	1.15	1.59	2.30	2.19	2.39	0.08	0.07	0.05	0.04
19:00	0.05	0.04	0.10	0.10	1.03	1.04	0.01	0.04	0.05	0.57	0.52	1.09	1.10	1.11	1.54	2.29	2.04	2.18	0.08	0.07	0.05	0.04
20:00	0.05	0.04	0.10	0.10	1.01	1.01	0.01	0.04	0.05	0.56	0.52	1.06	1.07	1.08	1.51	2.28	1.92	2.03	0.08	0.07	0.05	0.04
21:00	0.05	0.04	0.10	0.10	0.99	0.99	0.01	0.04	0.05	0.56	0.52	1.04	1.05	1.05	1.48	2.28	1.83	1.91	0.08	0.07	0.05	0.04
22:00	0.05	0.04	0.10	0.10	0.97	0.98	0.01	0.04	0.05	0.56	0.52	1.02	1.03	1.03	1.46	2.28	1.76	1.82	0.08	0.07	0.05	0.04
23:00	0.05	0.04	0.10	0.10	0.96	0.96	0.01	0.04	0.05	0.56	0.52	1.01	1.02	1.02	1.44	2.27	1.72	1.75	0.08	0.07	0.05	0.04
0:00	0.05	0.04	0.10	0.10	0.95	0.95	0.01	0.04	0.05	0.56	0.52	1.00	1.01	1.01	1.43	2.27	1.67	1.69	0.08	0.07	0.05	0.04

Debit Rencana Periode Ulang 10 tahun Hasil Perhitungan HEC-HMS

JAM	DEBIT TIAP JUNCTION (m ³ /dt)																					
	SP.24	SP.23	SP.21	SK.64	SK.61	SK.60	SK.59	SK.58	SK.57	SK.56	SK.55	SK.54	SK.72	SK.69	SK.68	SK.67	SK.66	SK.65	SK.53	SK.52	SK.51	SK.50
0:00	0.02	0.05	0.06	0.05	0.13	0.18	0.09	0.12	0.29	0.28	0.28	0.28	0.05	0.17	0.18	0.18	0.20	0.21	0.48	0.49	0.49	0.51
1:00	1.83	4.46	4.33	4.34	13.08	17.93	8.92	11.86	29.06	27.93	28.06	28.61	2.75	8.60	9.48	8.95	11.08	11.25	39.46	40.83	41.06	43.12
2:00	2.24	5.37	5.63	5.11	11.66	16.23	7.43	9.48	25.85	26.56	26.75	27.27	4.72	17.37	18.60	18.20	20.29	20.94	48.13	49.34	49.59	51.14
3:00	1.34	4.06	4.79	3.51	7.76	10.92	4.57	5.81	17.01	17.93	18.10	18.49	4.75	15.73	16.55	16.64	17.96	18.65	37.24	38.14	38.34	39.36
4:00	0.90	3.08	4.07	2.51	5.50	7.73	3.18	4.06	11.94	12.55	12.67	12.95	3.60	11.79	12.36	12.57	13.49	14.05	27.10	27.77	27.93	28.66
5:00	0.52	1.98	3.08	1.39	2.84	4.09	1.50	1.88	6.23	6.90	6.99	7.15	2.44	7.86	8.18	8.43	8.90	9.31	16.60	17.00	17.11	17.48
6:00	0.19	1.06	2.10	0.56	1.23	1.87	0.55	0.69	2.76	3.26	3.32	3.42	1.42	4.40	4.55	4.81	5.01	5.28	8.83	9.06	9.13	9.31
7:00	0.09	0.58	1.39	0.23	0.55	0.88	0.23	0.29	1.27	1.55	1.59	1.65	0.74	2.28	2.35	2.56	2.65	2.82	4.55	4.70	4.74	4.84
8:00	0.05	0.33	0.93	0.11	0.30	0.48	0.14	0.18	0.69	0.84	0.86	0.89	0.39	1.21	1.25	1.38	1.43	1.54	2.48	2.57	2.60	2.66
9:00	0.04	0.21	0.63	0.07	0.21	0.32	0.11	0.14	0.47	0.54	0.55	0.57	0.22	0.69	0.71	0.80	0.83	0.90	1.50	1.56	1.57	1.62
10:00	0.03	0.14	0.43	0.06	0.17	0.25	0.10	0.13	0.38	0.41	0.42	0.43	0.14	0.44	0.46	0.51	0.54	0.58	1.02	1.06	1.07	1.10
11:00	0.03	0.10	0.30	0.05	0.15	0.22	0.09	0.12	0.34	0.35	0.35	0.37	0.09	0.32	0.33	0.36	0.39	0.42	0.78	0.81	0.82	0.85
12:00	0.03	0.08	0.22	0.05	0.14	0.20	0.09	0.12	0.32	0.32	0.32	0.33	0.07	0.25	0.27	0.28	0.31	0.33	0.66	0.68	0.69	0.71
13:00	0.02	0.07	0.17	0.05	0.14	0.19	0.09	0.12	0.31	0.30	0.31	0.31	0.06	0.22	0.23	0.24	0.26	0.28	0.59	0.61	0.61	0.63
14:00	0.02	0.06	0.13	0.05	0.13	0.19	0.09	0.12	0.30	0.30	0.30	0.30	0.05	0.20	0.21	0.22	0.24	0.25	0.55	0.56	0.57	0.59
15:00	0.02	0.06	0.11	0.05	0.13	0.18	0.09	0.12	0.30	0.29	0.29	0.30	0.05	0.19	0.20	0.20	0.22	0.23	0.52	0.54	0.54	0.56
16:00	0.02	0.06	0.09	0.05	0.13	0.18	0.09	0.12	0.29	0.29	0.29	0.29	0.05	0.18	0.19	0.19	0.22	0.22	0.51	0.52	0.53	0.54
17:00	0.02	0.06	0.08	0.05	0.13	0.18	0.09	0.12	0.29	0.28	0.28	0.29	0.05	0.18	0.19	0.19	0.21	0.22	0.50	0.51	0.52	0.53
18:00	0.02	0.06	0.07	0.05	0.13	0.18	0.09	0.12	0.29	0.28	0.28	0.29	0.05	0.18	0.19	0.19	0.21	0.22	0.49	0.51	0.51	0.52
19:00	0.02	0.06	0.07	0.05	0.13	0.18	0.09	0.12	0.29	0.28	0.28	0.29	0.05	0.17	0.19	0.19	0.21	0.21	0.49	0.50	0.50	0.52
20:00	0.02	0.05	0.06	0.05	0.13	0.18	0.09	0.12	0.29	0.28	0.28	0.29	0.05	0.17	0.19	0.18	0.20	0.21	0.49	0.50	0.50	0.52
21:00	0.02	0.05	0.06	0.05	0.13	0.18	0.09	0.12	0.29	0.28	0.28	0.29	0.05	0.17	0.19	0.18	0.20	0.21	0.48	0.50	0.50	0.51
22:00	0.02	0.05	0.06	0.05	0.13	0.18	0.09	0.12	0.29	0.28	0.28	0.29	0.05	0.17	0.19	0.18	0.20	0.21	0.48	0.49	0.50	0.51
23:00	0.02	0.05	0.06	0.05	0.13	0.18	0.09	0.12	0.29	0.28	0.28	0.29	0.05	0.17	0.19	0.18	0.20	0.21	0.48	0.49	0.50	0.51
0:00	0.02	0.05	0.06	0.05	0.13	0.18	0.09	0.12	0.29	0.28	0.28	0.29	0.05	0.17	0.19	0.18	0.20	0.21	0.48	0.49	0.50	0.51

Debit Rencana Periode Ulang 10 tahun Hasil Perhitungan HEC-HMS

JAM	DEBIT TIAP JUNCTION (m3/dt)																					
	SK.49	SK.48	SK.47	SK.46	SK.45	SK.44	SK.43	SK.42	SK.41	SK.40	SK.37	SK.36	SK.35	SK.34	SK.33	SK.31	SK.30	SK.29	SP.20	SP.16	SP.17	SP.18
0:00	0.52	0.55	0.55	0.58	0.59	0.63	0.64	0.64	0.66	0.67	0.15	0.15	0.15	0.16	0.17	0.85	0.87	0.92	0.93	1.11	1.22	1.26
1:00	44.81	47.33	47.87	50.82	52.94	52.09	52.89	53.74	53.07	54.91	14.81	15.34	14.96	16.59	16.69	69.90	70.03	71.17	35.74	57.73	59.13	59.49
2:00	52.71	55.15	55.85	58.51	60.04	63.22	64.18	64.97	66.36	68.17	13.83	14.55	14.86	16.03	16.33	85.68	88.28	93.14	57.89	111.95	123.53	127.31
3:00	40.34	41.97	42.56	44.58	45.64	49.68	50.60	51.20	53.15	54.51	8.94	9.53	10.05	10.80	11.10	67.61	70.75	76.31	63.13	101.67	111.18	116.35
4:00	29.34	30.50	30.95	32.46	33.25	36.32	37.06	37.52	39.05	40.09	6.17	6.57	6.97	7.50	7.72	49.51	51.91	56.91	57.55	77.21	83.65	87.86
5:00	17.87	18.56	18.88	19.78	20.18	22.65	23.16	23.45	24.70	25.37	3.28	3.55	3.92	4.16	4.33	31.24	33.06	37.25	40.96	53.47	57.69	60.80
6:00	9.47	9.81	10.02	10.57	10.79	12.44	12.81	12.98	13.86	14.26	1.38	1.56	1.84	1.95	2.07	17.57	18.73	21.90	24.48	33.59	35.89	37.95
7:00	4.92	5.11	5.24	5.58	5.71	6.67	6.92	7.03	7.56	7.81	0.61	0.71	0.87	0.92	1.00	9.66	10.31	12.51	12.75	19.96	21.09	22.36
8:00	2.71	2.83	2.91	3.12	3.21	3.76	3.92	3.99	4.31	4.48	0.34	0.39	0.47	0.50	0.54	5.55	5.92	7.39	6.81	12.16	12.79	13.55
9:00	1.65	1.73	1.78	1.92	1.98	2.31	2.41	2.46	2.66	2.76	0.23	0.26	0.30	0.33	0.35	3.45	3.67	4.65	4.87	7.73	8.13	8.60
10:00	1.13	1.19	1.22	1.32	1.36	1.56	1.63	1.67	1.79	1.87	0.19	0.21	0.23	0.25	0.26	2.35	2.48	3.14	3.69	5.19	5.48	5.79
11:00	0.87	0.91	0.94	1.01	1.04	1.17	1.22	1.25	1.33	1.38	0.17	0.18	0.19	0.21	0.22	1.75	1.84	2.29	2.98	3.72	3.94	4.15
12:00	0.73	0.77	0.78	0.84	0.87	0.96	0.99	1.01	1.07	1.11	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	1.41	1.47	1.80	2.36	2.83	3.02	3.17
13:00	0.65	0.68	0.70	0.74	0.77	0.84	0.87	0.88	0.92	0.96	0.16	0.16	0.16	0.18	0.19	1.21	1.26	1.50	1.98	2.28	2.45	2.56
14:00	0.60	0.63	0.65	0.69	0.71	0.76	0.79	0.80	0.83	0.86	0.15	0.16	0.16	0.18	0.18	1.09	1.14	1.31	1.65	1.94	2.08	2.18
15:00	0.58	0.60	0.62	0.65	0.67	0.72	0.74	0.75	0.78	0.81	0.15	0.16	0.16	0.17	0.17	1.02	1.06	1.20	1.45	1.71	1.85	1.93
16:00	0.56	0.59	0.60	0.63	0.65	0.69	0.71	0.72	0.74	0.77	0.15	0.16	0.15	0.17	0.17	0.97	1.00	1.12	1.34	1.55	1.69	1.75
17:00	0.55	0.57	0.58	0.61	0.63	0.67	0.69	0.70	0.72	0.74	0.15	0.15	0.15	0.17	0.17	0.94	0.97	1.06	1.27	1.44	1.57	1.63
18:00	0.54	0.57	0.58	0.61	0.62	0.66	0.67	0.68	0.70	0.72	0.15	0.15	0.15	0.17	0.17	0.92	0.95	1.03	1.24	1.36	1.49	1.55
19:00	0.54	0.56	0.57	0.60	0.62	0.65	0.67	0.67	0.69	0.71	0.15	0.15	0.15	0.17	0.17	0.90	0.93	1.00	1.21	1.31	1.43	1.48
20:00	0.53	0.56	0.57	0.59	0.61	0.65	0.66	0.67	0.68	0.70	0.15	0.15	0.15	0.17	0.17	0.89	0.92	0.98	1.20	1.27	1.39	1.44
21:00	0.53	0.56	0.56	0.59	0.61	0.64	0.65	0.66	0.68	0.70	0.15	0.15	0.15	0.17	0.17	0.88	0.91	0.97	1.19	1.23	1.35	1.40
22:00	0.53	0.55	0.56	0.59	0.60	0.64	0.65	0.66	0.67	0.69	0.15	0.15	0.15	0.17	0.17	0.87	0.90	0.96	1.19	1.21	1.33	1.38
23:00	0.53	0.55	0.56	0.59	0.60	0.64	0.65	0.66	0.67	0.69	0.15	0.15	0.15	0.17	0.17	0.87	0.90	0.95	1.20	1.19	1.31	1.35
0:00	0.53	0.55	0.56	0.59	0.60	0.63	0.65	0.65	0.67	0.69	0.15	0.15	0.15	0.17	0.17	0.87	0.89	0.95	1.19	1.18	1.29	1.34

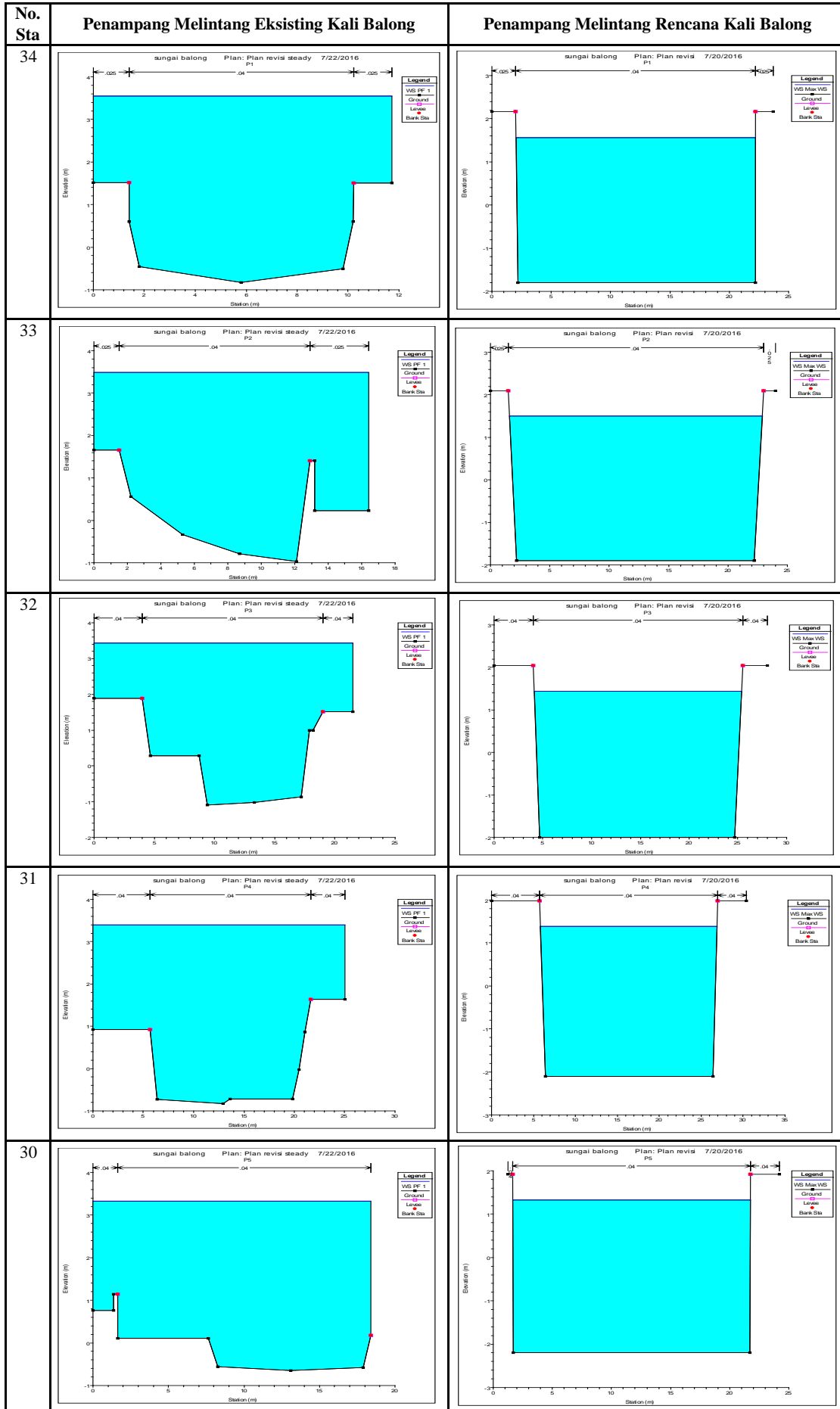
Debit Rencana Periode Ulang 10 tahun Hasil Perhitungan HEC-HMS

JAM	DEBIT TIAP JUNCTION (m3/dt)																					
	SP.19	SP.14	SP.13	SP.12	SK.23	SK.21	SK.20	SP.10	SK.7	SK.8	SK.9	SK.10	SK.11	SK.12	SK.13	SK.14	SK.15	SK.16	SK.18	SP.8	SP.9	SP.6
0:00	1.34	0.06	0.06	0.03	0.05	0.12	0.16	0.59	0.06	0.13	0.24	0.25	0.28	0.30	0.32	0.33	0.36	0.36	0.37	0.95	1.22	0.36
1:00	61.43	4.72	5.19	2.15	4.79	12.49	16.14	50.48	5.90	13.47	20.00	19.01	21.59	22.77	24.18	24.91	29.05	29.99	30.60	75.79	5.04	29.99
2:00	135.53	6.05	5.77	2.66	3.07	10.43	16.19	59.94	5.37	12.24	24.73	25.13	28.11	30.06	32.25	32.86	35.92	36.60	37.26	95.77	116.76	36.70
3:00	125.88	4.72	3.78	1.71	1.81	6.47	10.55	43.78	3.23	7.65	16.70	18.24	20.57	22.21	24.00	24.50	26.59	27.06	27.70	76.21	123.36	31.06
4:00	95.26	3.69	2.58	1.16	1.28	4.48	7.23	30.88	2.26	5.33	11.57	12.69	14.37	15.55	16.84	17.22	18.73	19.08	19.58	56.94	93.49	24.74
5:00	66.02	2.58	1.37	0.63	0.50	2.20	3.93	18.21	0.99	2.46	6.46	7.49	8.51	9.28	10.11	10.33	11.09	11.27	11.61	36.69	66.75	16.83
6:00	41.22	1.68	0.59	0.25	0.17	0.87	1.73	9.43	0.30	0.88	2.78	3.68	4.26	4.72	5.22	5.35	5.73	5.81	6.05	21.44	43.06	10.51
7:00	24.21	1.06	0.25	0.10	0.08	0.37	0.77	4.83	0.12	0.36	1.19	1.72	2.05	2.31	2.59	2.68	2.89	2.94	3.09	12.41	25.76	6.51
8:00	14.57	0.69	0.13	0.05	0.06	0.21	0.40	2.66	0.07	0.20	0.59	0.87	1.06	1.21	1.37	1.43	1.56	1.59	1.68	7.49	15.76	4.15
9:00	9.20	0.46	0.09	0.04	0.05	0.16	0.26	1.64	0.06	0.16	0.38	0.52	0.64	0.73	0.83	0.86	0.95	0.97	1.03	4.82	10.17	2.75
10:00	6.16	0.32	0.07	0.03	0.05	0.14	0.21	1.15	0.06	0.14	0.30	0.38	0.45	0.51	0.58	0.60	0.66	0.68	0.71	3.33	6.90	1.90
11:00	4.40	0.23	0.06	0.03	0.05	0.13	0.18	0.91	0.06	0.14	0.27	0.32	0.37	0.41	0.46	0.47	0.52	0.54	0.56	2.47	5.00	1.38
12:00	3.36	0.17	0.06	0.03	0.05	0.13	0.17	0.78	0.06	0.14	0.26	0.29	0.33	0.36	0.40	0.41	0.45	0.46	0.48	1.95	3.81	1.06
13:00	2.71	0.14	0.06	0.03	0.05	0.13	0.17	0.71	0.06	0.13	0.25	0.27	0.31	0.34	0.37	0.38	0.42	0.43	0.44	1.63	3.05	0.84
14:00	2.31	0.11	0.06	0.03	0.05	0.12	0.17	0.67	0.06	0.13	0.25	0.26	0.30	0.32	0.35	0.36	0.40	0.40	0.42	1.43	2.55	0.70
15:00	2.04	0.09	0.06	0.03	0.05	0.12	0.16	0.65	0.06	0.13	0.25	0.26	0.29	0.32	0.34	0.35	0.38	0.39	0.40	1.29	2.21	0.61
16:00	1.86	0.08	0.06	0.03	0.05	0.12	0.16	0.63	0.06	0.13	0.25	0.26	0.29	0.31	0.34	0.34	0.38	0.38	0.39	1.20	1.98	0.54
17:00	1.73	0.08	0.06	0.03	0.05	0.12	0.16	0.62	0.06	0.13	0.25	0.25	0.29	0.31	0.33	0.34	0.37	0.38	0.39	1.14	1.81	0.50
18:00	1.64	0.07	0.06	0.03	0.05	0.12	0.16	0.62	0.06	0.13	0.25	0.25	0.28	0.30	0.33	0.34	0.37	0.37	0.38	1.09	1.69	0.46
19:00	1.58	0.07	0.06	0.03	0.05	0.12	0.16	0.61	0.06	0.13	0.25	0.25	0.28	0.30	0.33	0.33	0.36	0.37	0.38	1.06	1.59	0.44
20:00	1.53	0.06	0.06	0.03	0.05	0.12	0.16	0.61	0.06	0.13	0.25	0.25	0.28	0.30	0.33	0.33	0.36	0.37	0.38	1.04	1.52	0.42
21:00	1.49	0.06	0.06	0.03	0.05	0.12	0.16	0.61	0.06	0.13	0.25	0.25	0.28	0.30	0.32	0.33	0.36	0.37	0.38	1.02	1.47	0.41
22:00	1.46	0.06	0.06	0.03	0.05	0.12	0.16	0.60	0.06	0.13	0.25	0.25	0.28	0.30	0.32	0.33	0.36	0.37	0.37	1.00	1.43	0.40
23:00	1.44	0.06	0.06	0.03	0.05	0.12	0.16	0.60	0.06	0.13	0.25	0.25	0.28	0.30	0.32	0.33	0.36	0.37	0.37	0.99	1.39	0.39
0:00	1.42	0.06	0.06	0.03	0.05	0.12	0.16	0.60	0.06	0.13	0.24	0.25	0.28	0.30	0.32	0.33	0.36	0.37	0.37	0.99	1.37	0.39

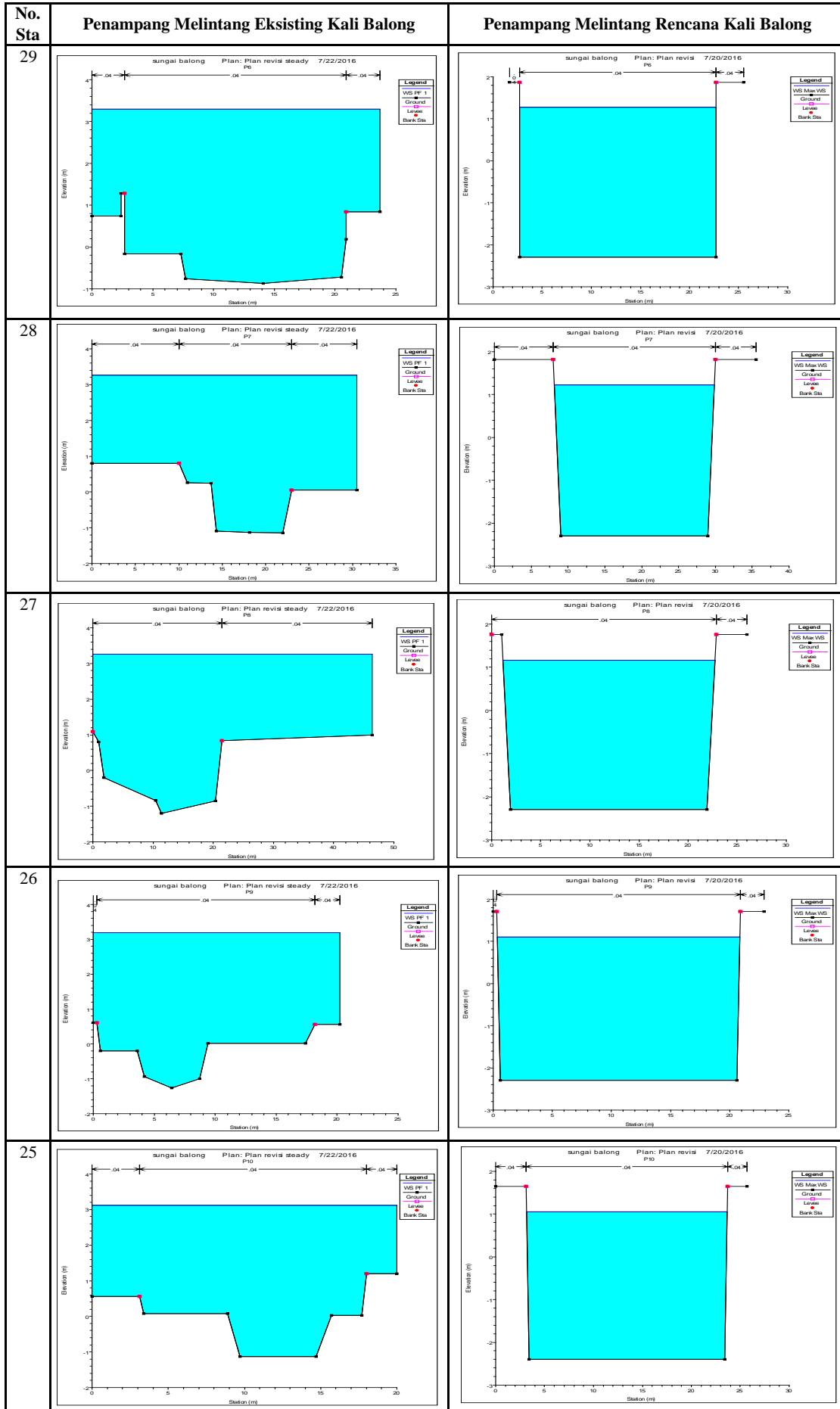
Debit Rencana Periode Ulang 10 tahun Hasil Perhitungan HEC-HMS

JAM	DEBIT TIAP JUNCTION (m ³ /dt)									
	SP.5	SP.4	SP.3	SP.2	SK.2	SK.3	SK.4	SK.5	SK.6	SP.1
0:00	0.35	0.32	0.28	0.25	0.13	0.20	0.21	0.22	0.21	0.23
1:00	28.85	25.17	20.56	17.01	9.99	14.64	13.55	13.89	13.54	14.04
2:00	35.51	32.10	28.52	25.48	12.74	20.29	21.10	21.84	21.68	23.16
3:00	30.10	27.49	25.09	22.84	11.13	17.32	19.06	19.72	19.76	21.09
4:00	23.98	21.98	20.22	18.52	9.54	14.08	15.53	16.05	16.13	17.16
5:00	16.31	15.03	14.09	13.07	6.69	9.72	11.03	11.40	11.52	12.27
6:00	10.17	9.35	8.86	8.24	4.03	5.83	6.86	7.11	7.25	7.74
7:00	6.28	5.73	5.44	5.04	2.42	3.45	4.11	4.27	4.38	4.71
8:00	3.98	3.61	3.41	3.13	1.43	2.08	2.50	2.61	2.69	2.90
9:00	2.63	2.36	2.21	2.02	0.87	1.30	1.57	1.65	1.71	1.85
10:00	1.82	1.62	1.50	1.36	0.56	0.86	1.04	1.09	1.13	1.24
11:00	1.32	1.17	1.07	0.96	0.38	0.60	0.73	0.77	0.79	0.87
12:00	1.00	0.88	0.81	0.72	0.28	0.45	0.54	0.57	0.59	0.65
13:00	0.80	0.70	0.64	0.57	0.22	0.36	0.42	0.45	0.46	0.51
14:00	0.67	0.59	0.53	0.47	0.18	0.30	0.35	0.37	0.38	0.42
15:00	0.58	0.51	0.46	0.40	0.15	0.27	0.30	0.32	0.33	0.36
16:00	0.52	0.46	0.41	0.36	0.14	0.24	0.27	0.29	0.29	0.32
17:00	0.47	0.42	0.37	0.33	0.13	0.23	0.25	0.27	0.27	0.29
18:00	0.44	0.39	0.35	0.31	0.13	0.22	0.24	0.25	0.25	0.28
19:00	0.42	0.37	0.33	0.29	0.13	0.21	0.23	0.24	0.24	0.26
20:00	0.41	0.36	0.32	0.28	0.13	0.21	0.22	0.23	0.23	0.25
21:00	0.39	0.35	0.31	0.28	0.13	0.21	0.22	0.23	0.23	0.25
22:00	0.38	0.34	0.30	0.27	0.13	0.20	0.22	0.23	0.23	0.24
23:00	0.38	0.34	0.30	0.27	0.13	0.20	0.21	0.22	0.22	0.24
0:00	0.37	0.33	0.30	0.26	0.13	0.20	0.21	0.22	0.22	0.24

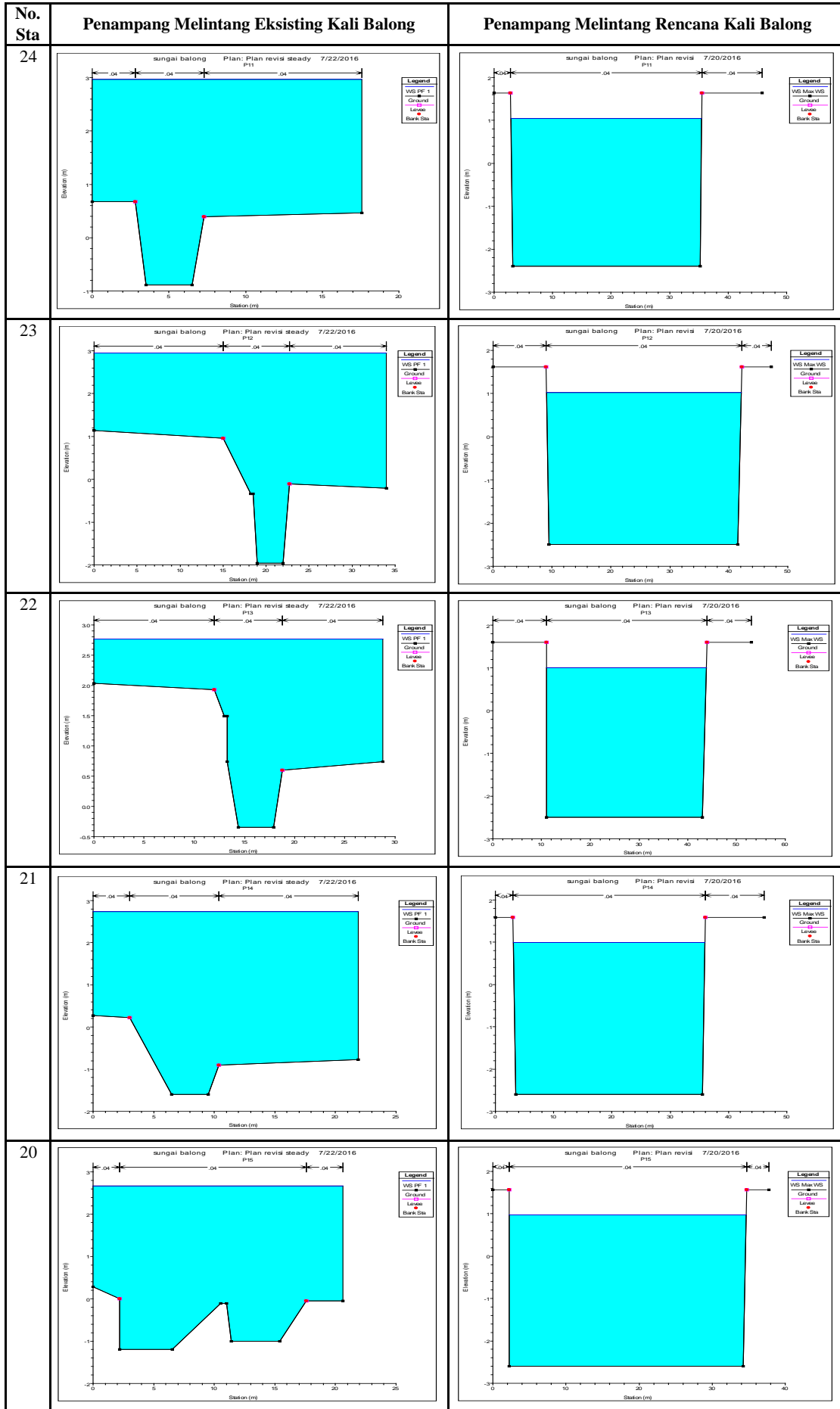
HASIL PEMODELAN PADA HECRAS



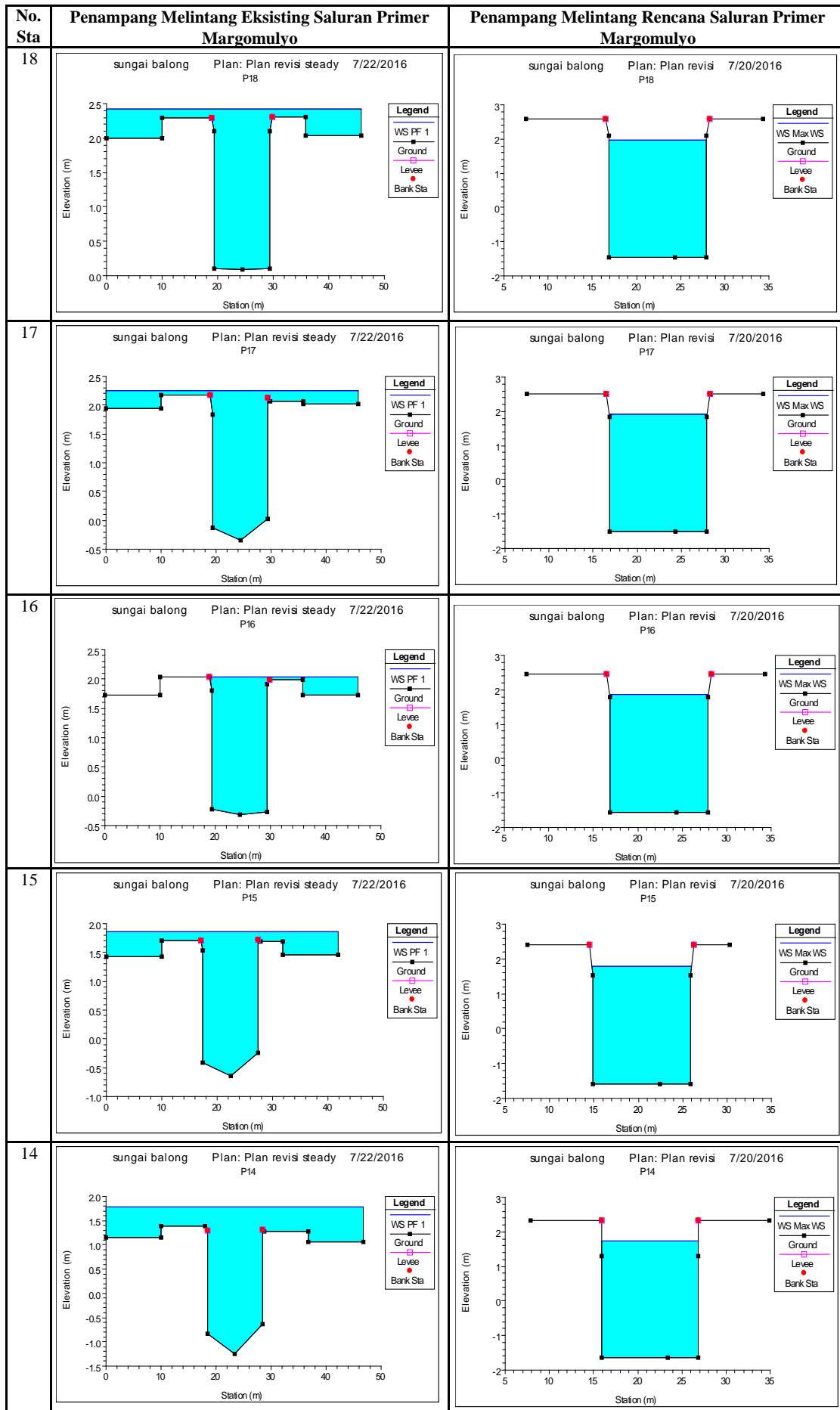
HASIL PEMODELAN PADA HECRAS



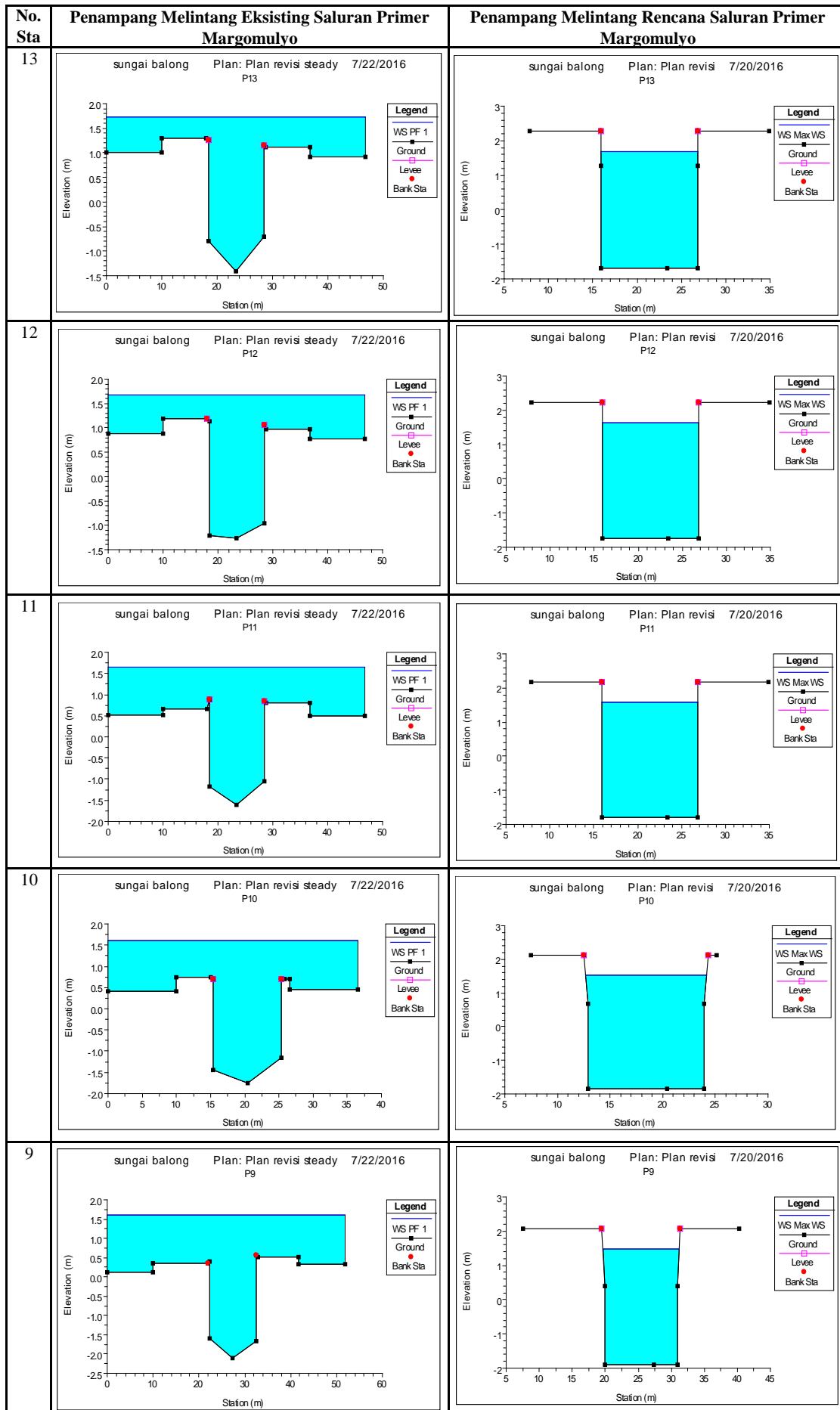
HASIL PEMODELAN PADA HECRAS



HASIL PEMODELAN PADA HECRAS



HASIL PEMODELAN PADA HECRAS



BAB VI

PENUTUP

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan yang telah dilakukan, maka diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Debit banjir rencana periode ulang 10 tahun yang masuk ke saluran primer Margomulyo adalah $30,37 \text{ m}^3/\text{dt}$ pada bagian hulu dan $82,33 \text{ m}^3/\text{dt}$ pada bagian hilir. Untuk debit yang masuk ke Kali Balong adalah $69,29 \text{ m}^3/\text{dt}$ pada bagian hulu dan $185,82 \text{ m}^3/\text{dt}$ pada bagian hilir. Untuk debit perencanaan yang masuk ke Kali Kandangan adalah $63,59 \text{ m}^3/\text{dt}$ pada bagian hulu dan $108,08 \text{ m}^3/\text{dt}$ pada bagian hilir. Sedangkan debit perencanaan yang masuk ke Kali Sememi adalah $104,49 \text{ m}^3/\text{dt}$ pada bagian hulu dan $144,08 \text{ m}^3/\text{dt}$ pada bagian hilir.
2. Dari hasil analisa hidrolika disimpulkan bahwa penampang eksisting tidak dapat menampung debit perencanaan yang mengalir, sehingga dilakukan normalisasi saluran. Dari normalisasi saluran didapatkan dimensi untuk:
 - a) Saluran primer Margomulyo dengan $b = 10 \text{ m}$ dan $h=3,43 \text{ m}$ pada bagian hulu saluran, sedangkan untuk di hilir saluran direncanakan dengan $b= 15 \text{ m}$ dan $h=3,13 \text{ m}$.
 - b) Kali Balong dengan $b=20 \text{ m}$ dan $h=3,36 \text{ m}$ pada bagian hulu saluran, sedangkan untuk di hilir saluran direncanakan dengan $b=48 \text{ m}$ dan $h=3,65 \text{ m}$.
 - c) Kali Kandangan dengan $b=20 \text{ m}$ dan $h=3,12 \text{ m}$ pada bagian hulu saluran, sedangkan untuk di hilir saluran direncanakan dengan $b=30 \text{ m}$ dan $h=2,30 \text{ m}$.
 - d) Kali Sememi dengan $b=20 \text{ m}$ dan $h=3,92 \text{ m}$ pada bagian hulu saluran, sedangkan untuk di hilir saluran direncanakan dengan $b=38 \text{ m}$ dan $h=2,20 \text{ m}$.

3. Ada pengaruh *backwater* pada Kali Balong, Kali Kandangan dan Kali Sememi. *Backwater* terjadi karena adanya pengaruh pasang surut air laut, dimana menurut SDMP Surabaya ketinggian pasang pada Kali Balong, Kali Kandangan, dan Kali Sememi pada elevasi 0 m. Karena pengaruh *backwater* tidak terlalu tinggi, maka alternatif yang digunakan untuk mengatasi pengaruh *backwater* adalah dengan perencanaan tanggul. Tinggi tanggul pada Kali Balong, Kali Kandangan, dan Kali Sememi direncanakan dengan ketinggian 0,6 m.
4. Dari hasil analisa penampang eksisting dan analisa penampang rencana didapatkan profil muka air saluran yang berbeda. Dimana elevasi muka air rencana lebih rendah daripada elevasi muka air eksisting. Ini dikarenakan kondisi eksisting sudah di normalisasi dengan cara dilebarkan dan elevasi dasar eksisting sudah mengalami pengerukan dan beberapa ditimbun, sehingga menghasilkan elevasi rencana yang lebih landai.

6.2 **Saran**

1. Normalisasi saluran perlu dilakukan di saluran primer Margomulyo, Kali Kandangan, dan Kali Sememi, sehingga kapasitas penampang bisa menampung debit yang mengalir.
2. Diharapkan adanya pemeliharaan secara rutin seperti melakukan pengerukan atau pembersihan sedimen untuk mengurangi resiko terjadinya banjir.

DAFTAR PUSTAKA

- Fadli, Dicky. 2016. *Evaluasi Penanggulangan Banjir Saluran Primer Gunungsari DAS Rayon 5 Tandus Bagian Hulu*. Tugas Akhir Sarjana pada Teknik Sipil ITS Surabaya: tidak diterbitkan.
- Hidrologic Engineering Center. 2008. "*HEC-RAS River Analysis System Hydraulic Reference Manual Version 4.0*". U.S. Army Corps of Engineers. Davis CA.
- Hidrologic Engineering Center. 2010. "*HEC-RAS River Analysis System User's Manual Version 4.1*". U.S. Army Corps of Engineers. Davis CA.
- Hidrologic Modeling System. 2000. "*HEC-HMS Technical Reference Manual Version 4.1*". U.S. Army Corps of Engineers. Davis CA.
- Hidrologic Modeling System. 2015. "*HEC-HMS User's Manual Version 4.1*". U.S. Army Corps of Engineers. Davis CA.
- Istiarto. 2014. "*Modul Pelatihan HEC-RAS*". Yogyakarta: UGM.
- MacDonald Cambridge UK dan PT. Tricon Jaya 2000. "*Surabaya Drainase Master Plan 2018*". Surabaya.
- Soemarto. 1999. "*Hidrologi Teknik*". Jakarta: Erlangga.
- Soewarno. 1995. "*Hidrologi (Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data)*". Bandung: Nova.
- Suripin. 1998. "*Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*". Yogyakarta: Andi.

Suyono. 2006. "*Hidrologi Untuk Pengairan*". Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

Triatmojo B. 2010. "*Hidrologi Terapan*". Yogyakarta: Beta Offset.

BIODATA PENULIS



Penulis bernama Annisa Kurnia Septentia, biasa dipanggil Tientia. Penulis lahir di Mojokerto, pada tanggal 12 September 1993, merupakan anak pertama dari tiga bersaudara.

Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di SDN Pacet 1, SMPN 1 Pacet, dan SMAN 1 Sooko Mojokerto. Setelah lulus dari SMA tahun 2011, penulis melanjutkan pendidikan Diploma III Teknik Sipil di ITS dan lulus pada tahun 2014. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan jenjang sarjana di Institut yang sama yaitu di ITS melalui seleksi masuk program lintas jalur dan terdaftar dengan NRP 3114105065.

Di Program Studi Sarjana ini, penulis mengambil bidang studi Hidroteknik. Penulis aktif mengikuti beberapa kegiatan seminar yang diselenggarakan oleh Program Studi, Fakultas, dan Institut.