



TUGAS AKHIR – RC141501

**PERENCANAAN DRAINASE DAERAH
ALIRAN SUNGAI GURING KOTA
BANJARMASIN KALIMANTAN SELATAN**

RACHMATIKA NURITA
NRP. 3113 100 092

Dosen Pembimbing
Dr. Techn. Umboro Lasminto, S.T., M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



TUGAS AKHIR – RC141501

**PERENCANAAN DRAINASE DAERAH
ALIRAN SUNGAI GURING KOTA
BANJARMASIN KALIMANTAN SELATAN**

RACHMATIKA NURITA
NRP. 3113 100 092

Dosen Pembimbing
Dr. Techn. Umboro Lasminto, S.T., M.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2017



FINAL PROJECT – RC141501

**DRAINAGE PLANNING OF
GURING RIVER BASIN
CITY OF BANJARMASIN
SOUTH KALIMANTAN**

RACHMATIKA NURITA
NRP. 3113 100 092

Final Project Advisor
Dr. Techn. Umboro Lasminto, S.T., M.Sc.

CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Engineering and Planning
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya 2017

**PERENCANAAN DRAINASE
DAERAH ALIRAN SUNGAI GURING
KOTA BANJARMASIN
KALIMANTAN SELATAN**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Hidroteknik
Program Studi S-1 Reguler Teknik Sipil
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Oleh :

RACHMATIKA NURITA

Nrp. 3113 100 092

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir :

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



SURABAYA, JULI 2017

THE UNIVERSITY OF
WISCONSIN
MADISON, WISCONSIN

MEMORANDUM

TO : THE BOARD OF REGENTS

FROM : THE CHAIRMAN OF THE BOARD OF REGENTS

DATE

RE: *Halaman ini sengaja dikosongkan*

THE UNIVERSITY OF WISCONSIN
MADISON, WISCONSIN

THE UNIVERSITY OF WISCONSIN
MADISON, WISCONSIN

PERENCANAAN DRAINASE DAERAH ALIRAN SUNGAI GURING KOTA BANJARMASIN KALIMANTAN SELATAN

Nama Mahasiswa : Rachmatika Nurita
NRP : 3113 100 092
Jurusan : Teknik Sipil FTSP-ITS
Dosen Pembimbing : Dr. Techn. Umboro Lasminto, S.T., M.Sc.

Abstrak

Sungai Guring berada di Kecamatan Banjarmasin Tengah dan Kecamatan Banjarmasin Timur, Kota Banjarmasin, Provinsi Kalimantan Selatan, dan bermuara di Sungai Martapura. Daerah Aliran Sungai Guring memiliki luas $\pm 4 \text{ km}^2$, dengan panjang alur sungai $\pm 5 \text{ km}$. Sungai Guring sudah mengalami pendangkalan dan penyempitan hebat yang semakin memperkecil kapasitas pengalirannya. Besaran badan sungai menjadi hanya sebesar parit atau got bahkan menghilang, karena banyak yang telah berubah menjadi lahan yang di atasnya dibangun pemukiman dan bangunan ruko baik secara berizin maupun tidak berizin (liar). Oleh karena itu, muka air Sungai Guring menjadi tinggi terutama saat musim hujan dan air pasang, sehingga menyebabkan beberapa kawasan pemukiman tergenang.

Salah satu upaya untuk mengatasi masalah genangan di pemukiman tersebut yaitu dengan merencanakan sistem drainase dan restorasi sungai yang mampu menampung limpasan air hujan dan pengaruh pasang-surut air. Untuk itu, dalam tugas akhir ini dilakukan: analisis hidrologi menggunakan program bantu HEC-HMS, analisis hidrolika menggunakan program bantu HEC-RAS, dan analisis pasang surut menggunakan metode British Admiralty. Selanjutnya, dari hasil analisis tersebut, akan

dilakukan evaluasi terhadap penampang sungai eksisting. Pada tahap akhir dilakukan perencanaan ulang dimensi penampang sungai dan fasilitas penunjang.

Dari hasil analisa yang telah dilakukan, untuk mengatasi banjir yang ada, direncanakan dimensi saluran tersier berbentuk persegi dengan lebar 1 sampai 3 meter dengan kedalaman hingga 2 meter. Sedangkan saluran sekunder berbentuk persegi dengan lebar 1,5 sampai 5 meter dengan kedalaman hingga 2,5 meter. Sedangkan direncanakan dimensi Sungai Guring yang mencukupi sebesar 46 m di bagian hulu, kemudian semakin ke hilir dimensi saluran bertambah menjadi 50 m dengan kedalaman hingga 3 meter, dengan penambahan tanggul beton pada tepi Sungai Guring.

Kata kunci: drainase, normalisasi, sungai, pasang surut, genangan, Sungai Guring

DRAINAGE PLANNING OF GURING RIVER BASIN CITY OF BANJARMASIN, SOUTH KALIMANTAN

Student's Name : Rachmatika Nurita
Student ID : 3113 100 092
Department : Civil Engineering FTSP-ITS
Supervisor : Dr. Techn. Umboro Lasminto, S.T., M.Sc.

Abstract

Guring River is located in Central District of Banjarmasin and in East District of Banjarmasin, Banjarmasin City, South Kalimantan, and is disembugue to Martapura River. Guring River has basin area of $\pm 4 \text{ km}^2$, with the river flow length $\pm 5 \text{ km}$. Guring River has experienced massive shallowing and constriction which lesser its flow capacity. The size of the river bank is now only as big as a gutter, or even disappearing, because the land above the riverbank is now changing its function to be mostly as residential and urban areas, legally or illegally. Thus, the water river elevation of Guring River becomes higher, especially when it comes to rainy seasons and the high tide period. This condition makes several residential areas logged.

One of the solutions to overcome the flood problem in the area is by planning the drainage system and river restoration that may be able to maintain the surface run-off and the tidal effect. In order to do that, in this Final Project, there would be hidrology analysis using HEC-HMS, hydraulic analysys using HEC-RAS, and tidal analysis using British Admiralty Method. Then, from the results of those analysis, there would be evaluation for the existing river cross section. In the end, there would be a design of the river cross section dimension and its supporting facilities.

Based on the analysis to resolve the existing flood, gained square-shaped tertiary channel with 1-3 meters width and 2 meter

maximum depth. Whereas secondary channel is also designed square-shaped, with 1,5-5 meters width and 2,5 meters maximum depth. For the Guring River dimension, gained wide plan Guring River to the upstream part of 46 m, and the downstream by 50 m with 3 meters maximum depth, with the addition of concrete levees on the side of Guring riverbank.

Keywords: drainage, normalisation, river, tide, flood, Guring River

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT karena atas rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“PERENCANAAN DRAINASE DAERAH ALIRAN SUNGAI GURING, KOTA BANJARMASIN, KALIMANTAN SELATAN”** tepat pada waktunya.

Penulisan Tugas Akhir ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, cinta kasih dan kerja sama serta doa dari berbagai pihak. Untuk itu, dengan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya terutama kepada:

- Orang tua dan keluarga
- Bapak Dr. Techn. Umboro Lasmino, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dalam proses perhitungan dan penyusunan Tugas Akhir ini.
- Seluruh dosen pengajar di Jurusan Teknik Sipil yang selama ini telah memberikan bimbingan dan ilmu-ilmu yang bermanfaat dan dapat diterapkan di dunia kerja nantinya.
- Seluruh teman dan sahabat di angkatan 2013, kakak-kakak di angkatan 2011-2012, dan adik-adik di angkatan 2014 yang memberikan doa, bantuan, semangat dan kenangan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini.

Tak ada gading yang tak retak, tak ada sesuatu yang sempurna, tidak terkecuali Tugas Akhir ini. Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penulisannya. Karena itu diharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak sebagai pedoman di masa mendatang. Penulis pun berharap Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan diaplikasikan demi kebaikan hidup masyarakat.

Surabaya, Juli 2017
Penulis

~ Halaman ini sengaja dikosongkan ~

DAFTAR ISI

Abstrak	i
Abstract	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Ruang Lingkup Masalah	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Lokasi Studi.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Daerah Aliran Sungai	5
2.2 Analisis Hidrologi	7
2.2.1 Analisis Distribusi Frekuensi	7
2.2.2 Analisis Distribusi Probabilitas Kontinyu	9
2.2.3 Uji Kecocokan Sebaran Data.....	15
2.2.4 Perhitungan Intensitas Hujan.....	18
2.2.5 Perhitungan Waktu Konsentrasi	19

2.2.6	Perhitungan Debit Banjir Rencana	21
2.3	Analisis Data Pasang-Surut	25
2.4	Analisis Hidrolika.....	31
2.4.1	Perhitungan Dimensi Sungai	31
2.4.2	Perhitungan Kecepatan Aliran.....	31
2.4.3	HEC-RAS	34
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....		35
3.1	Studi Lapangan.....	35
3.2	Studi Literatur.....	35
3.3	Pengumpulan Data.....	35
3.4	Analisis Data	36
3.5	Evaluasi	38
3.6	Perencanaan	38
3.7	Kesimpulan.....	38
3.8	Jadwal Kegiatan Penyusunan Tugas Akhir	39
3.9	Diagram Alir.....	40
BAB IV PEMBAHASAN.....		41
4.1	Identifikasi Masalah Banjir	41
4.2	Perhitungan Hujan Rencana	42
4.2.1	Data Curah Hujan Maksimum	42
4.2.2	Uji Parameter Statistik.....	43
4.2.3	Uji Kecocokan Sebaran Data.....	46
4.2.4	Kesimpulan Curah Hujan Rencana.....	49

4.2.5	Perhitungan Curah Hujan Efektif Periode Ulang 50	
4.2.6	Analisis Hidrologi	51
4.3	Analisis Data Pasang-Surut	62
4.3.1	Penentuan Konstanta Pasang Surut	62
4.4	Analisis Hidrolika.....	63
4.4.1	Analisis Kapasitas Sungai Eksisting	63
4.4.2	Analisis Kapasitas Sungai Rencana.....	67
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		71
5.1	Kesimpulan.....	71
5.2	Saran.....	72
DAFTAR PUSTAKA		73
LAMPIRAN.....		75
BIODATA PENULIS.....		83

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Lokasi Kawasan Studi Daerah Sungai Guring Kota Banjarmasin.....	4
Gambar 2. 1 Bentuk DAS Berdasarkan Topografi dan Geologinya	6
Gambar 2. 2 Pola Drainase DAS	6
Gambar 2. 3 Kurva Probabilitas Kumulatif Distribusi Normal	9
Gambar 2. 4 Ilustrasi Pengaruh Gaya Tarik Matahari dan Bulan Terhadap Pasang Surut Air di Bumi	26
Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian Tugas Akhir ..	40
Gambar 4.1 Pemukiman di Sepanjang Bantaran Sungai Guring dan Kondisi Saluran yang Kurang Terawat.....	41
Gambar 4.2 Basin Model DAS Guring pada HEC-HMS	52
Gambar 4.3 Sub-Basin Method	53
Gambar 4.4 Input Parameter Sub-Basin Loss	54
Gambar 4.5 Input Parameter Sub-Basin Transform	55
Gambar 4. 6 Input Data Hujan Periode Ulang pada <i>Time Series Data</i>	57
Gambar 4. 7 <i>Meteorologic Model</i>	58
Gambar 4. 8 <i>Control Specifications</i>	58
Gambar 4.9 Grafik Data Pasang Surut di Stasiun Menara Pandang Sungai Martapura.....	62
Gambar 4. 10 Geometri Sungai Guring pada HEC-RAS	64
Gambar 4. 11 Cross Section Sungai Eksisting	64
Gambar 4. 12 Running Simulasi HEC-RAS Sungai Eksisting....	65
Gambar 4. 13 Potongan Melintang Hasil Simulasi Menggunakan HEC-RAS	66
Gambar 4. 14 Potongan Memanjang Hasil Simulasi Menggunakan HEC-RAS	66
Gambar 4. 15 <i>Channel Design/Modification</i>	67

Gambar 4. 16 <i>Cross Section</i> Sungai Rencana	68
Gambar 4. 17 Desain <i>Cross Section</i> Sungai Rencana	68
Gambar 4. 18 Running Simulasi HEC-RAS Sungai Rencana	69
Gambar 4. 19 Potongan Melintang Hasil Simulasi Menggunakan HEC-RAS	70
Gambar 4. 20 Potongan Memanjang Hasil Simulasi Menggunakan HEC-RAS	70

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Probabilitas Kumulatif $F(z)$ Distribusi Normal	11
Tabel 2. 2 Nilai K_T untuk Distribusi Log Pearson Tipe III	13
Tabel 2. 3 Nilai y_n untuk Distribusi Gumbel	14
Tabel 2. 4 Nilai S_n untuk Distribusi Gumbel	15
Tabel 2. 5 Nilai D_0 untuk Uji Smirnov Kolmogorov	18
Tabel 2. 6 Harga Koefisien Hambatan (n_d)	20
Tabel 2. 7 Harga Nilai CN dan <i>Impervious</i>	24
Tabel 2. 8 Periode dan Amplitudo Relatif dari Tujuh Konstituen Utama Pasang Surut	28
Tabel 2. 9 Elevasi Penting Pasang Surut	30
Tabel 2. 10 Tinggi Jagaan Berdasarkan Debit	31
Tabel 2. 11 Kecepatan Aliran Air yang Diijinkan Berdasarkan Jenis Material	32
Tabel 2.12 Harga Koefisien Kekasaran Dinding (n) untuk Rumus Manning	33
Tabel 3. 1 Jadwal Kegiatan Penyusunan Tugas Akhir	39
Tabel 4.1 Data Curah Hujan Rata-Rata Maksimum	42
Tabel 4.2 Perhitungan $(R - R)$, $(R - R)^2$, $(R - R)^3$ dan $(R - R)^4$ untuk Metode Distribusi Normal dan Gumbel	43
Tabel 4.3 Perhitungan $(\log R - \log R)$, $(\log R - \log R)^2$,	44
Tabel 4.4 Kesimpulan Uji Parameter Statistik	45
Tabel 4.5 Perhitungan R_T sebagai Batasan Sub-Grup	47
Tabel 4.6 Uji Chi Kuadrat Metode Log Pearson Tipe III	47
Tabel 4.7 Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Metode Log Pearson Tipe III	49
Tabel 4.8 Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Pearson Tipe III	50
Tabel 4.9 Tinggi Hujan pada Jam ke- t	51
Tabel 4.10 Kode <i>Catchment</i> Sub-DAS Guring	52

Tabel 4.11 Nilai <i>CN</i> dan <i>Impervious</i> DAS Guring.....	54
Tabel 4.12 <i>Time Lag</i> Sub-Basin DAS Guring.....	56
Tabel 4.13 Hasil Simulasi Hujan Rencana Periode Ulang	60
Tabel 4.14 Hasil Simulasi Hujan Rencana Periode Ulang	61
Tabel 4.15 Penentuan Konstanta Harmonik Pasang Surut	63
Tabel 4.16 Nilai-Nilai Elevasi Penting Hasil Pengolahan Data Pasang Surut dengan Metode Admiralty	63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. DAS Sungai Guring	75
Lampiran 2. Peta Tata Guna Lahan BAPPEDA Kota Banjarmasin.....	76
Lampiran 3. Katalog Concrete Sheet Pile Waskita Precast	77
Lampiran 4. Jaringan Sub Sistem A. Yani 1.....	78
Lampiran 5. Jaringan Sub Sistem A. Yani 2	79
Lampiran 6. Jaringan Sub Sistem Pekapuran 1	80
Lampiran 7. Jaringan Sub Sistem Pekapuran 2	81
Lampiran 8. Jaringan Sub Sistem Pekapuran 3	82

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Banjarmasin adalah Ibu Kota Provinsi Kalimantan Selatan, Indonesia, serta kota terbesar dan terpadat di Kalimantan. Kota yang dijuluki *Kota Seribu Sungai* ini memiliki wilayah seluas 98,6 km² berupa delta atau kepulauan yang terdiri dari sekitar 25 buah delta yang dipisahkan oleh sungai-sungai. Kota ini terletak di tepian timur Sungai Barito dan dibelah oleh Sungai Martapura yang berhulu di Pegunungan Meratus.

Kota Banjarmasin dipengaruhi oleh pasang surut air Laut Jawa, sehingga berpengaruh kepada drainase kota. Ketinggian tanah aslinya yang berada pada 0,16 m di bawah permukaan laut membuat hampir seluruh wilayah Banjarmasin digenangi air pada saat pasang.

Data dari Dinas Sumber Daya Air dan Drainase Banjarmasin menunjukkan pada 2009 di Banjarmasin terdapat 102 sungai, kemudian berkurang menjadi 70 sungai, lalu pada 2010 sampai sekarang hanya tinggal 32 sungai yang masih normal. Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa tingkat degradasi lingkungan sungai di Banjarmasin termasuk cukup serius. Beberapa sungai sudah mengalami pendangkalan dan penyempitan hebat. Besaran badan sungai menjadi sebesar parit atau got bahkan menghilang, karena banyak yang telah berubah menjadi lahan yang di atasnya dibangun pemukiman dan bangunan ruko baik secara berizin maupun tidak berizin (liar). Salah satu sungai yang mengalami hal tersebut adalah Sungai Guring.

Sungai Guring merupakan salah satu anak Sungai Martapura. Sungai Guring terletak di daerah pusat kota (DPK), tepatnya Kecamatan Banjarmasin Tengah dan Kecamatan Banjarmasin Timur, yang merupakan pusat kehidupan sosial dan ekonomi, serta zona dengan derajat aksesibilitas tinggi bagi masyarakat Kota Banjarmasin. Saat ini, sebagian besar badan sungai

dipersempit oleh adanya pemukiman liar, yang menyebabkan pendangkalan dasar sungai dan memperkecil kapasitas pengalirannya. Oleh karena itu, muka air sungai menjadi tinggi terutama saat musim hujan dan air pasang, sehingga menyebabkan beberapa kawasan pemukiman tergenang.

Salah satu upaya untuk mengatasi masalah genangan di pemukiman tersebut yaitu dengan merencanakan pola jaringan drainase dan restorasi sungai yang mampu menampung limpasan air hujan dan pengaruh air pasang. Air hujan maupun pengaruh air pasang tersebut diharapkan bisa ditampung pada saluran drainase Sungai Guring dan selanjutnya bisa langsung dialirkan ke badan sungai tanpa terjadi genangan. Oleh karena itu, dibuatlah Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Drainase di Daerah Aliran Sungai Guring, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan”.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Berapa debit banjir rencana DAS Sungai Guring?
2. Bagaimana pengaruh pasang-surut air terhadap aliran genangan di daerah aliran Sungai Guring?
3. Berapa besar kapasitas alir Sungai Guring terhadap debit banjir rencana?
4. Bagaimana desain pola jaringan drainase DAS Sungai Guring?

1.3 Ruang Lingkup Masalah

Ruang lingkup dari Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Daerah studi adalah daerah aliran Sungai Guring, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan.
2. Merencanakan dimensi penampang Sungai Guring berdasarkan besarnya limpasan air hujan dan pada saat pasang air laut.
3. Tidak memperhitungkan pengaruh angkutan sedimen.

4. Tidak memperhitungkan *bill of quantity* (BOQ) dan rencana anggaran biaya (RAB).
5. Tidak memperhitungkan dampak sosial-ekonomi.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Menghitung debit banjir rencana DAS Sungai Guring.
2. Menghitung pengaruh pasang-surut air terhadap aliran genangan di daerah aliran Sungai Guring.
3. Menghitung kapasitas alir Sungai Guring terhadap debit banjir rencana.
4. Merencanakan pola jaringan drainase DAS Sungai Guring.

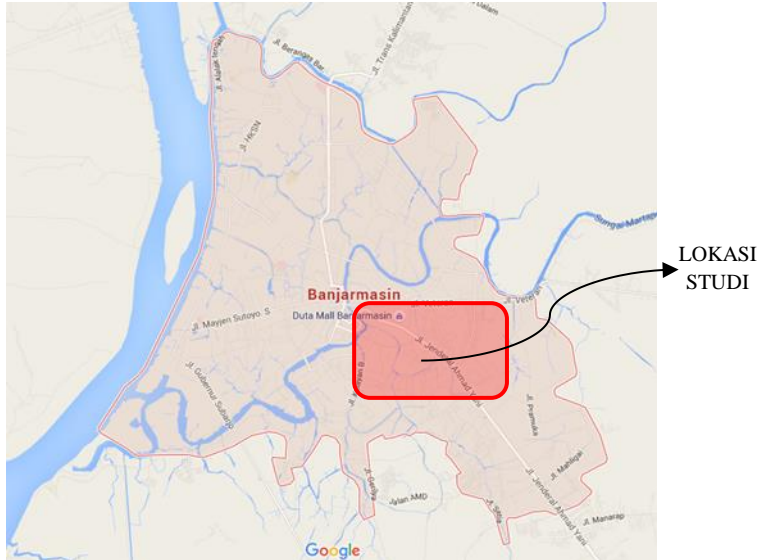
1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari Tugas Akhir ini adalah:

1. Mengevaluasi kondisi eksisting Sungai Guring,
2. Mengidentifikasi faktor penyebab genangan air di daerah aliran Sungai Guring,
3. Merencanakan pola jaringan drainase Sungai Guring dengan kapasitas optimum sehingga mampu mengalirkan seluruh debit banjir rencana di daerah aliran Sungai Guring.

1.6 Lokasi Studi

Lokasi studi terletak di sepanjang Sungai Guring, Kecamatan Banjarmasin Tengah dan Kecamatan Banjarmasin Timur, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Lokasi Kawasan Studi Daerah Sungai Guring Kota Banjarmasin

BAB II

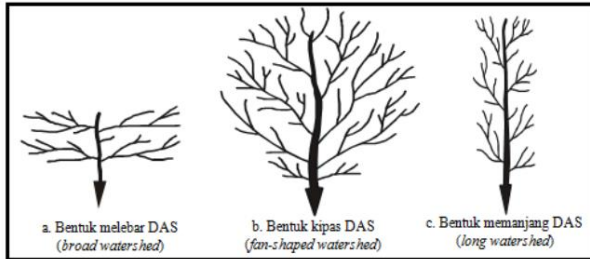
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Daerah Aliran Sungai

Dalam bukunya yang berjudul “Tata Ruang Air”, Kodoatie dan Sjarief, memberikan beberapa definisi tentang Daerah Aliran Sungai (DAS), antara lain:

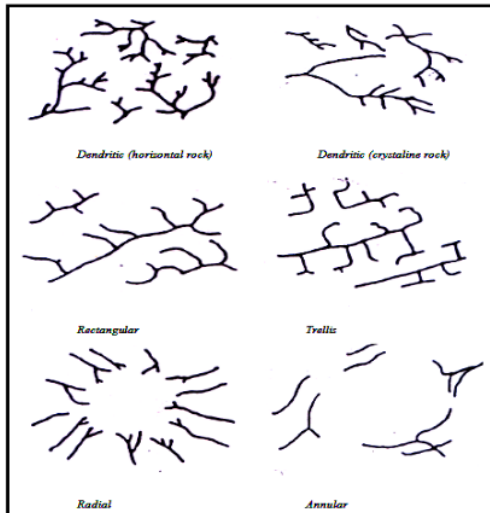
- a. Suatu wilayah daratan yang merupakan satu kesatuan dengan sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi menampung, menyimpan dan mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang batas di darat merupakan pemisah topografis dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.
- b. Suatu kesatuan daerah/wilayah/kawasan tata air yang terbentuk secara alamiah di mana air tertangkap (berasal dari curah hujan) dan akan mengalir dari daerah/wilayah/kawasan tersebut menuju ke anak sungai dan sungai yang bersangkutan. Disebut juga Daerah Pengaliran Sungai (DPS) atau Daerah Tangkapan Air (DTA); Dalam bahasa Inggris ada beberapa macam istilah yaitu *Catchment Area* dan *Watershed*.
- c. Suatu kesatuan wilayah tata air yang terbentuk secara alamiah, di mana semua air hujan yang jatuh ke daerah ini akan mengalir melalui sungai dan anak sungai yang bersangkutan.

Berdasarkan bentuk topografi dan geologinya. Secara garis besar bentuk DAS dapat dikelompokkan menjadi 3 bagian yaitu: Bentuk melebar, bentuk kipas dan bentuk memanjang, seperti pada **Gambar 2.1**.



Gambar 2. 1 Bentuk DAS Berdasarkan Topografi dan Geologinya
 Sumber: Kodoatie dan Sjarief, 2010

Dalam sumber lain (Asdak, 2002) pola drainase dari DAS dapat dikelompokkan menjadi pola *dendritic* yang menyerupai percabangan pohon bila dilihat dari udara. Apabila dilihat lebih dekat, pola drainase tersebut dapat menyerupai segi empat (*rectangular*), *trellis*, *annular* dan jari-jari lingkaran (*radial*). Dapat dilihat pada **Gambar 2.2**.



Gambar 2. 2 Pola Drainase DAS
 Sumber: Asdak, 2002

2.2 Analisis Hidrologi

2.2.1 Analisis Distribusi Frekuensi

Tujuan dari perhitungan analisis frekuensi data hidrologi adalah mencari hubungan antara besarnya kejadian ekstrim terhadap frekuensi kejadian dengan menggunakan distribusi probabilitas. Besarnya kejadian ekstrim mempunyai hubungan terbalik dengan probabilitas kejadian. Misalnya frekuensi kejadian debit banjir besar adalah lebih kecil dibanding dengan debit-debit sedang atau kecil. Dengan analisis frekuensi akan diperkirakan besarnya banjir interval kejadian tertentu seperti 10 tahunan, 100 tahunan, atau 1000 tahunan, dan juga berapakan frekuensi dengan besar tertentu yang mungkin terjadi selama satu periode waktu, misalnya 100 tahun. (*Bambang Triatmojo, 2010*)

Dalam analisis frekuensi, banyak digunakan beberapa notasi dan teori statistik. Oleh karena itu, perlu dilakukan perhitungan terhadap parameter statistik dasar seperti nilai rata-rata, deviasi standar, dan sebagainya. Pengukuran parameter statistik yang sering digunakan dalam analisis hidrologi meliputi: pengukuran Tendensi Sentral dan Dispersi.

a. Tendensi Sentral

Nilai rata-rata merupakan nilai yang cukup representatif dalam suatu distribusi data. Nilai rata-rata dapat digunakan untuk pengukuran suatu distribusi, dengan rumusan sebagai berikut:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \dots \dots \dots (2.1)$$

Keterangan:

- \bar{x} = nilai rata-rata
- x_i = variabel acak
- n = jumlah data

b. Dispersi

Tidak semua variat dari variabel hidrologi sama dengan nilai rata-ratanya, ada pula yang lebih besar maupun lebih kecil. Besarnya derajat besaran variat di sekitar nilai rata-

rata disebut varian (*variance*) atau penyebaran (dispersi). Penyebaran data dapat diukur dengan deviasi standar dan varian.

Varian dapat dihitung dengan menggunakan rumus persamaan berikut:

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana S^2 adalah varian. Akar dari varian tersebut adalah deviasi standar:

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \dots\dots\dots (2.3)$$

Koefisien varian (Cv) adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dan nilai rata-rata:

$$C_v = \frac{S}{\bar{x}} \dots\dots\dots (2.4)$$

Deviasi standar dan koefisien varian dapat digunakan untuk mengetahui variabilitas dari suatu distribusi. Semakin besar deviasi standar dan koefisien varian, semakin besar penyebaran dari distribusi.

Koefisien kemencengan (*skewness*) dapat digunakan untuk mengetahui derajat ketidak-simetrisan (*asimetri*) dari suatu bentuk distribusi. Koefisien kemencengan (C_s) dituliskan dengan rumus berikut:

$$C_s = \frac{n}{(n-1)(n-2)S^3} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3 \dots\dots\dots (2.5)$$

Untuk distribusi simetris, *asimetri* adalah ketika nilai $a = 0$ dan $C_s = 0$. Apabila distribusi condong ke kanan (*distribusi dengan ekor panjang ke kanan*), $C_s > 0$; untuk bentuk condong ke kiri, $C_s < 0$.

Koefisien kurtosis (C_k):

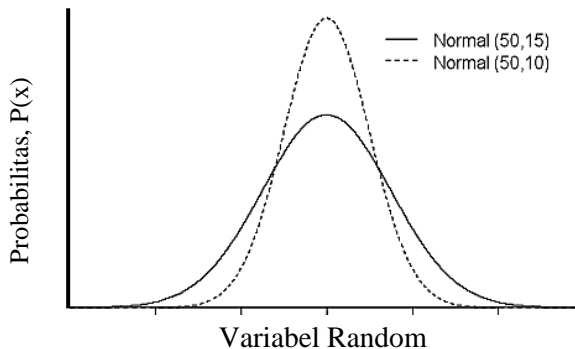
$$C_k = \frac{n^2}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^4 \dots\dots\dots (2.6)$$

2.2.2 Analisis Distribusi Probabilitas Kontinyu

Ada beberapa bentuk fungsi distribusi kontinyu yang sering digunakan dalam analisis frekuensi untuk hidrologi, yaitu seperti: Distribusi Normal, Log Normal, Gumbel, Pearson, Log Pearson Tipe III, dan sebagainya. Untuk Tugas Akhir ini, analisis frekuensinya menggunakan persamaan Dristribusi Normal, Log Pearson Tipe III dan Gumbel. Penjelasan dari masing-masing persamaan distribusi yaitu sebagai berikut:

a. Distribusi Normal

Distribusi Normal adalah distribusi yang memiliki kurva simetris terhadap sumbu vertikal dan berbentuk menyerupai lonceng yang juga disebut distribusi Gauss, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.3**.



Gambar 2. 3 Kurva Probabilitas Kumulatif Distribusi Normal

Sumber: Bambang Triatmodjo, 2010

Dalam pemakaian praktis, perhitungan probabilitas kumulatif bisa menggunakan acuan yang telah dibuat dalam **Tabel 2.1**. Sri Harto (1993) memberikan sifat-sifat distribusi Normal, yaitu nilai koefisien kemencengan kira-kira sama dengan nol ($C_s \approx 0$) dan nilai koefisien kurtosis

kira-kira sama dengan tiga ($C_k \approx 3$). Selain itu terdapat sifat-sifat distribusi frekuensi kumulatif berikut ini:

$$P(\bar{x} - s) = 15,87\% \dots\dots\dots (2.7)$$

$$P(\bar{x}) = 50\% \dots\dots\dots (2.8)$$

$$P(\bar{x} + s) = 84,14\% \dots\dots\dots (2.9)$$

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

Tabel 2.1 Probabilitas Kumulatif $F(z)$ Distribusi Normal

z	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5790	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7937	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,1	0,8643	0,8665	0,8686	0,8708	0,8729	0,8749	0,8870	0,8790	0,8810	0,8830
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9236	0,9251	0,9265	0,9279	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9474	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9573	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,8	0,9641	0,9649	0,9656	0,9664	0,9671	0,9678	0,9686	0,9693	0,9699	0,9706
1,9	0,9713	0,9719	0,9726	0,9732	0,9738	0,9744	0,9750	0,9756	0,9761	0,9767
2	0,9773	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9898	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998

Sumber: Bambang Triatmodjo, 2010

b. Distribusi Log Pearson III

Karl Pearson telah mengembangkan banyak model matematik fungsi distribusi untuk membuat persamaan empiris dari suatu distribusi. Ada 12 tipe distribusi Pearson, namun hanya distribusi Log Pearson Tipe III yang banyak digunakan dalam hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum. Bentuk distribusi Log Pearson Tipe III merupakan hasil transformasi dari distribusi Pearson III dengan transformasi variat menjadi nilai logaritma. Distribusi Log Pearson III digunakan apabila parameter statistik C_s dan C_k mempunyai nilai selain dari parameter statistik untuk distribusi yang lain seperti: distribusi Normal, Log Normal, dan Gumbel. (Bambang Triatmodjo, 2010)

Metode Log Pearson III dilakukan dengan menggunakan langkah-langkah berikut:

- 1) Data curah hujan maksimum disusun dalam suatu tabel.
- 2) Menghitung nilai logaritma dari data curah hujan tersebut dengan transformasi:

$$y_i = \log x_i \dots \dots \dots (2.10)$$

dengan x_i adalah nilai curah hujan data yang bersangkutan.

- 3) Menghitung nilai rata-rata (\bar{y}), standar deviasi (S_y), koefisien kemencengan C_{sy} dari nilai logaritma y_i .
- 4) Menghitung nilai y_T untuk berbagai periode ulang yang dikehendaki dengan menggunakan persamaan:

$$y_T = \bar{y} + K_T S_y \dots \dots \dots (2.11)$$

Keterangan:

y_T = nilai logaritmik dari x dengan periode ulang T

\bar{y} = nilai rata-rata dari y_i

S_y = standar deviasi dari y_i

K_T = faktor frekuensi yang merupakan fungsi dari probabilitas (atau periode ulang) dan koefisien kemencengan C_{sy} yang diberikan pada **Tabel 2.2**.

- 5) Menghitung curah hujan x_T untuk setiap periode ulang dengan menghitung nilai anti-log:

$$x_T = \text{arc log } y_T \dots \dots \dots (2.12)$$

Tabel 2. 2 Nilai K_T untuk Distribusi Log Pearson Tipe III

Koef. G	Interval kejadian (<i>Recurrence interval</i>), tahun (periode ulang)							
	1, 0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui (<i>Percent chance of being exceeded</i>)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	-0,666	-0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	-0,696	-0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	2,889
2,4	-0,832	-0,725	-0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,192	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,051	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-2,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-2,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-2,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,6	-3,889	-0,490	0,368	0,696	0,747	0,764	0,768	0,769
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-7,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

Sumber: Bambang Triatmodjo, 2010

c. Distribusi Gumbel

Distribusi Gumbel banyak digunakan untuk analisis data maksimum, seperti untuk analisis frekuensi banjir. Distribusi Gumbel mempunyai sifat-sifat bahwa koefisien kemencengan (Cs) kira-kira sama dengan 1,1396; dan koefisien kurtosis (Ck) kira-kira sama dengan 5,4002 (*Sri Harto, 1993*).

Analisis frekuensi dengan menggunakan metode Gumbel sering dilakukan dengan persamaan berikut:

$$X = \bar{x} + K_S \dots \dots \dots (2.13)$$

dengan K adalah faktor frekuensi yang bisa dihitung dengan persamaan berikut:

$$y = y_n + K S_n \dots \dots \dots (2.14)$$

dengan y adalah faktor reduksi Gumbel. y_n dan S_n adalah nilai rata-rata dan deviasi standar dari variat Gumbel, yang nilainya tergantung dari jumlah data seperti yang diberikan dalam **Tabel 2.3** dan **Tabel 2.4** berikut ini.

Tabel 2.3 Nilai y_n untuk Distribusi Gumbel

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5128	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5236	0,5252	0,5268	0,5283	0,5296	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5362	0,5371	0,5380	0,5388	0,8396	0,5403	0,5410	0,5418	0,5424	0,5436
40	0,5436	0,5442	0,5448	0,5453	0,5458	0,5463	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5489	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5515	0,5518
60	0,5521	0,5524	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5550	0,5552	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5589	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599
100	0,5600	0,5602	0,5603	0,5604	0,5606	0,5607	0,5608	0,5609	0,5610	0,5611

Sumber: Bambang Triatmodjo, 2010

Tabel 2.4 Nilai S_n untuk Distribusi Gumbel

N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0095	1,0206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	1,0628	1,0696	1,0754	1,0811	1,0864	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1080
30	1,1124	1,1159	1,1193	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1388
40	1,1413	1,1436	1,1458	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	1,1607	1,1623	1,1638	1,1658	1,1667	1,1681	1,1696	1,1708	1,1721	1,1734
60	1,1747	1,1759	1,1770	1,1782	1,1793	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	1,1854	1,1863	1,1873	1,1881	1,1890	1,1898	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	1,1938	1,1945	1,1953	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1987	1,1994	1,2001
90	1,2007	1,2013	1,2020	1,2026	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2066
100	1,2065	1,2069	1,2073	1,2077	1,2081	1,2084	1,2087	1,2090	1,2093	1,2096

Sumber: Bambang Triatmodjo, 2010

2.2.3 Uji Kecocokan Sebaran Data

Ada dua cara yang dapat dilakukan untuk menguji kecocokan jenis distribusi yang dipilih dengan data yang ada, yaitu uji Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov (Sri Harto, 1993). Berikut ini, akan dijelaskan tentang metode uji sebaran data tersebut.

a. Uji Chi-Kuadrat (*Chi-Square*)

Uji Chi-Kuadrat (*Chi-Square*) dimaksudkan untuk menentukan apakah persamaan distribusi peluang yang telah dipilih dapat mewakili distribusi statistik dari sampel data yang dianalisis. Uji ini menggunakan persamaan:

$$X^2 = \sum_{i=1}^G \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} \dots \dots \dots (2.15)$$

Keterangan:

X^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

Adapun prosedur pengujian Chi-Kuadrat sebagai berikut (Soewarno, 1995):

- 1) Mengurutkan data pengamatan (dari besar ke kecil atau sebaliknya).
- 2) Mengelompokkan data menjadi sebanyak G sub-kelompok, tiap-tiap sub-kelompok minimal terdapat empat buah data pengamatan. Bisa menggunakan rumus Sturges untuk penentuan jumlah sub-kelompok, yaitu: $G = 1 + 3,332 \times \log n$, dengan n adalah jumlah data yang tersedia.
- 3) Menghitung jumlah pengamatan yang teramati pada setiap sub-kelompok.
- 4) Menghitung jumlah atau banyaknya data yang secara teoritis ada di tiap-tiap sub-kelompok (E_i).
- 5) Menghitung nilai setiap sub-kelompok dengan nilai: $(O_i - E_i)$ dan $(\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i})$.
- 6) Menjumlah seluruh G sub-kelompok (nilai $\sum \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$) untuk menentukan nilai Chi-Kuadrat.
- 7) Menentukan derajat kebebasan, $dk = G - R - 1$ (nilai R = 2, untuk distribusi Normal dan Binomial; dan R = 1, untuk distribusi Poisson).

Dapat disimpulkan bahwa jika setelah diuji dengan Chi-Kuadrat pemilihan jenis sebaran memenuhi syarat distribusi, maka curah hujan rencana dapat dihitung. Adapun kriteria *penilaian* hasilnya adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995):

- 1) Apabila peluang lebih besar dari 5%, maka persamaan distribusi teoritis yang dapat digunakan dapat diterima;

- 2) Apabila peluang lebih kecil dari 1%, maka persamaan distribusi teoritis yang digunakan tidak dapat diterima;
- 3) Apabila peluang berada diantara 1-5%, maka tidak mungkin mengambil keputusan, sehingga perlu penambahan data.

b. Uji Smirnov Kolmogorov

Uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorov*, sering disebut uji kecocokan non parametrik (*non-parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu. Pengujian dengan cara ini dinilai lebih sederhana dibanding dengan pengujian cara Chi-Kuadrat. Dengan membandingkan kemungkinan (*probability*) untuk setiap variat, dari distribusi 23 empiris dan teoritisnya, akan terdapat perbedaan (Δ). (*Soewarno, 1995*)

Prosedur uji kecocokan *Smirnov-Kolmogorov* adalah sebagai berikut:

- 1) Mengurutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan menentukan besarnya peluang dari masing-masing data tersebut:

$$X_1 \rightarrow P(X_1)$$

$$X_2 \rightarrow P(X_2)$$

$$X_m \rightarrow P(X_m)$$

$$X_n \rightarrow P(X_n)$$

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

$$X_1 \rightarrow P'(X_1)$$

$$X_2 \rightarrow P'(X_2)$$

$$X_m \rightarrow P'(X_m)$$

$$X_n \rightarrow P'(X_n)$$

- 3) Dari kedua nilai peluang tersebut tentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.

$$D = \text{maksimum} [P(X_m) - P'(X_m)] \dots\dots (2.16)$$

- 4) Berdasarkan **Tabel 2.5.**, ditentukan harga D_0 . Apabila D_{maks} lebih kecil dari D_0 , maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima. Apabila D_{maks} lebih besar dari D_0 , maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

Tabel 2.5 Nilai D_0 untuk Uji Smirnov Kolmogorov

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

Sumber: Soewarno, 1995

2.2.4 Perhitungan Intensitas Hujan

Langkah awal dalam perencanaan bangunan air (saluran sungai) adalah penentuan besarnya debit yang harus dialirkan.

Besarnya debit (banjir) perencanaan ditentukan oleh intensitas hujan yang terjadi.

Pada umumnya, semakin lama waktu terjadinya hujan (t), maka intensitas hujan semakin kecil. Jika tidak mempunyai waktu maupun alat untuk mengamati besarnya intensitas hujan, maka intensitas hujan masih dapat diketahui dengan cara-cara empiris, antara lain:

1. Metode *Talbot*
2. Metode *Ishiguro*
3. Metode *Sherman*
4. Metode *Mononobe*

Pada Tugas Akhir ini, metode perhitungan intensitas hujan yang digunakan yaitu Metode ***Mononobe*** karena data yang tersedia adalah data curah hujan harian maksimum tiap tahun. Persamaan untuk mendapatkan intensitas ditunjukkan di bawah ini:

$$I_t = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{\frac{2}{3}} \dots \dots \dots (2.17)$$

Keterangan :

I_t = intensitas hujan untuk lama hujan selama t jam
(mm/jam)

t = durasi hujan (jam)

R_{24} = curah hujan maksimum selama 24 jam (mm)

2.2.5 Perhitungan Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi (t_c) didefinisikan sebagai waktu pengaliran air dari titik terjauh pada lahan hingga masuk pada saluran terdekat sampai pada titik yang ditinjau (inlet). Perhitungan waktu konsentrasi ini mempengaruhi besar kecilnya nilai dari intensitas hujan (I) yang terjadi. Besarnya nilai intensitas hujan (I) berbanding lurus dengan besar kecilnya debit (Q) pada sungai, sehingga berpengaruh besar pada besar kecilnya dimensi sungai. Waktu konsentrasi dihitung dengan persamaan:

$$t_c = t_0 + t_f \dots \dots \dots (2.18)$$

Keterangan :

- tc = waktu konsentrasi (menit)
- t0 = waktu yang dibutuhkan untuk mengalir di permukaan untuk mencapai inlet (menit)
- tf = waktu yang diperlukan untuk mengalir di sepanjang saluran sungai (menit)

a. Untuk Pengaliran pada Lahan (t₀)

Waktu pengaliran yang dibutuhkan untuk daerah urban sekitar 4-5 menit, atau dari perhitungan di lapangan dengan mengukur jarak dan kecepatan aliran. Sedangkan untuk permukaan dengan penutup *homogeny* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan *Kerby* yang menghubungkan antara jarak, koefisien kekasaran, dan kemiringan medan.

$$t_0 = 1,44 \times (n_d \times \frac{l}{S})^{0,467} \dots\dots\dots (2.19)$$

Keterangan:

- t₀ = waktu konsentrasi pengaliran pada lahan (menit)
- l = jarak dari titik terjauh ke inlet (m) ≤ 400 meter
- n_d = koefisien setara koefisien kekasaran
- S = kemiringan medan

Nilai koefisien kekasaran dapat dilihat pada ***Tabel 2.6.***

Tabel 2.6 Harga Koefisien Hambatan (n _d)	
Kondisi Lapis Permukaan	n _d
Lapisan semen dan aspal beton	0,013
Permukaan licin dan kedap air	0,020
Permukaan licin dan kotor	0,010
Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200

Lanjutan Tabel 2.6 Harga Koefisien Hambatan (n_d)

Kondisi Lapis Permukaan	n_d
Padang rumput dan rerumputan	0,400
Hutan gundul	0,600
Hutan rimbun dan hutan gundul rapat dengan hamparan rimput jarang sampai rapat	0,800

Sumber: *Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan No.008/T/BNKT/1990.BINA MARGA*

b. Untuk Pengaliran pada Sungai (t_f)

$$t_f = \frac{L}{60 \times v} \dots \dots \dots (2.20)$$

Keterangan :

t_f = waktu pengaliran pada sungai (menit)

L = panjang sungai yang dilalui oleh air (m)

V = kecepatan aliran air pada sungai (m/detik)

2.2.6 Perhitungan Debit Banjir Rencana

a. HEC-HMS

Dalam Tugas Akhir ini, perhitungan debit banjir rencana menggunakan pemodelan HEC-HMS. Model HEC-HMS mengemas berbagai macam metode yang digunakan dalam analisa hidrologi. HEC-HMS didesain untuk mensimulasikan respon limpasan permukaan dari suatu DAS sebagai suatu sistem hidrologi dengan komponen-komponen hidrolika yang saling berhubungan (topologic tree diagram). Setiap komponen memodelkan suatu aspek dari proses hujan-limpasan untuk suatu sub-DAS dari keseluruhan DAS. Hasil luaran program adalah perhitungan hidrograf aliran sungai pada lokasi yang dikehendaki dalam DAS. (UASCE, 2000)

Struktur pembangun model HEC-HMS terdiri dari enam komponen, antara lain: model hujan (*meteorology*), model

volume limpasan (*loss*), model limpasan langsung (*direct run-off*), model aliran dasar (*baseflow*), model penelusuran aliran (*routing*), serta model *water-control measure* yang meliputi *diversions* dan *storage facilities (reservoir)*. Masing-masing komponen model tersebut didukung oleh beberapa metode perhitungan yang dapat dipilih dan ditentukan oleh pengguna berdasarkan ketersediaan data simulasi pada suatu DAS.

Perhitungan pertama dilakukan pada komponen model hujan. Pada komponen ini, analisis hujan dilakukan terhadap data presipitasi, dimana diupayakan agar curah hujan terdistribusi ke seluruh DAS secara spasial (dengan cara interpolasi, ekstrapolasi) dan temporal (pengisian data tidak terukur, pembangkit data presipitasi hipotesis).

Curah hujan yang terdistribusi spasial dan temporal akan jatuh baik pada permukaan *pervious* maupun *impervious*. Sebagian hujan yang jatuh pada permukaan *pervious* akan hilang akibat intersepsi, infiltrasi, evaporasi dan transpirasi, yang dimodelkan dalam komponen *loss*. Curah hujan efektif yang berasal dari komponen *loss* akan berkontribusi terhadap aliran limpasan langsung dan aliran air bumi dalam akuifer. Curah hujan yang jatuh pada permukaan *impervious* akan langsung menjadi limpasan tanpa mengalami berbagai bentuk kehilangan (*losses*), yang ditranformasikan menjadi aliran permukaan dalam komponen *direct runoff*.

Pergerakan air dalam kuifer dimodelkan dalam komponen *baseflow*. Baik *baseflow* maupun *overland flow* akan mengalir pada saluran sungai. Proses *translation* dan *attenuation* aliran sungai akan distimulasi pada komponen *routing*. Terakhir, efek dari fasilitas hidrolik (bendungan) dan cekungan alami (danau, kolam, lahan basah) akan dimodelkan dalam komponen *reservoir*.

b. Limpasan SCS Curve Number

Motode perhitungan dari Soil Conservation Service (SCS) Curve Number (CN) beranggapan bahwa hujan yang menghasilkan limpasan merupakan fungsi dari hujan kumulatif, tata guna lahan, jenis tanah serta kelembaban. Model perhitungannya adalah sebagai berikut (*HEC-HMS Technical Reference Manual, 2000:40*)

$$P_e = \frac{(P-I_0)^2}{P-I_0+S} \dots\dots\dots (2.21)$$

Keterangan :

P_e = hujan kumulatif pada waktu t

P = kedalaman hujan kumulatif pada waktu t

I_0 = kehilangan mula-mula (*initial loss*)

S = kemampuan penyimpanan maksimum

Hubungan antara nilai kemampuan penyimpanan maksimum dengan nilai dari karakteristik DAS yang diwakili oleh nilai CN (*Curve Number*) adalah sebagai berikut:

$$S = \frac{1000-10.CN}{CN} \dots\dots\dots (2.22)$$

$$S = \frac{25400-254.CN}{CN} \dots\dots\dots (2.23)$$

Nilai dari CN (*Curve Number*) bervariasi dari 100 (untuk permukaan yang digenangi air) hingga sekitar 30 (untuk permukaan tak kedap air dengan nilai infiltrasi tinggi). Nilai CN dapat dilihat pada Tabel 2.7.

Tabel 2.7 Harga Nilai CN dan *Impervious*

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

Sumber: Modul Ajar Hidrologi, Umboro Lasminto

c. Metode Perhitungan Hidrograf Satuan Sintetis

Dalam pemodelan menggunakan HEC-HMS ini, disediakan beberapa pilihan metode yang dapat digunakan untuk perhitungan hidrograf satuan. Metode-metode yang ada antara lain:

- 1) Hidrograf satuan sintetis Snyder
- 2) Hidrograf satuan SCS (*Soil Conservation Service*)
- 3) Hidrograf satuan Clark
- 4) Hidrograf satuan Clark modifikasi
- 5) Hidrograf satuan *Kinematic Wave*

Dalam mengerjakan Tugas Akhir ini digunakan model SCS Unit Hidrograf. Model ini merupakan suatu Unit Hidrograf yang berdimensi, yang dicapai puncak tunggal Unit Hidrograf. SCS menyatakan bahwa puncak Unit Hidrograf dan waktu puncak Unit Hidrograf terkait oleh:

$$U_p = C \frac{A}{T_p} \dots\dots\dots (2.24)$$

Keterangan :

A = daerah aliran air

C = konversi tetap (208 di SI dan 484 di sistem Inggris)

Waktu puncak (juga dikenal sebagai waktu kenaikan) terkait kepada jangka waktu unit dari kelebihan hujan, seperti:

$$T_p = \frac{\Delta t}{2} + t_{lag} \dots\dots\dots (2.25)$$

Keterangan :

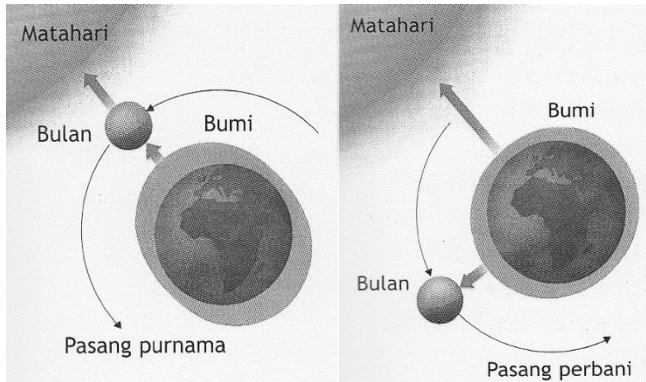
Δt = jangka waktu kelebihan hujan

t_{lag} = perbedaan waktu antara pusat massa dari kelebihan curah hujan dan puncak dari Unit Hidrograf. Perlu dicatat bahwa untuk Δt , yang kurang dari 29% dari t_{lag} harus digunakan (USACE, 1998).

Ketika waktu keterlambatan tersebut ditetapkan, HEC-HMS memecahkan persamaan untuk menemukan waktu dari puncak Unit Hidrograf dan untuk menemukan puncak Unit Hidrograf.

2.3 Analisis Data Pasang-Surut

Menurut *Bambang Triadmodjo* (2009), pasang surut adalah fluktuasi muka air laut sebagai fungsi waktu karena adanya gaya tarik benda-benda langit, terutama matahari dan bulan terhadap massa air laut di bumi. Pengaruh gaya tarik bulan lebih besar pengaruhnya terhadap bumi, daripada pengaruh gaya tarik matahari, karena jarak bulan yang lebih dekat dengan bumi, seperti yang diilustrasikan pada **Gambar 2.4**.



Gambar 2. 4 Ilustrasi Pengaruh Gaya Tarik Matahari dan Bulan Terhadap Pasang Surut Air di Bumi

Sumber: entertainment123fisikaku.files.wordpress.com, 2016

Pasang surut adalah gelombang panjang dengan periode sekitar 12 jam dan 24 jam. Puncak gelombang pasang surut biasa disebut muka air pasang (*high tide*) dan lembahnya biasa disebut air surut (*low tide*), sedangkan tinggi gelombang disebut *tidal range*.

Pasang surut mempunyai pengaruh yang cukup besar terhadap sistem drainase di wilayah perkotaan yang terletak di kawasan pantai, khususnya untuk daerah yang datar dengan elevasi muka tanah yang tidak cukup tinggi (Suripin, 2004). Permasalahan yang terpengaruh pasang surut antara lain:

1. Terjadinya genangan pada kawasan-kawasan yang elevasinya berada di bawah muka air pasang;
2. Terbentuknya aliran air/banjir pada saluran yang langsung berhubungan dengan laut/sungai (yang terpengaruh pasang surut) akibat naiknya permukaan air pada saat terjadi air pasang;
3. Drainase sistem gravitasi tidak dapat bekerja penuh, sehingga perlu bantuan pompa atau perlu dilengkapi pintu otomatis pada outlet-outlet yang berfungsi untuk mencegah masuknya air laut pada saat pasang, sehingga

biaya konstruksi maupun operasi dan pemeliharaan sistem drainase menjadi lebih mahal;

4. Bangunan-bangunan air, khususnya yang terbuat dari metal, mudah berkarat dan rusak akibat terkena air laut, sehingga biaya pemeliharaan menjadi lebih meningkat.

Perencanaan sistem drainase kawasan yang dipengaruhi oleh pasang surut perlu memperhatikan hal-hal berikut:

1. Tinggi dan tipe pasang surut;
2. Elevasi kawasan yang menjadi objek perencanaan sistem drainase.

Persamaan dasar analisis peramalan pasang surut adalah:

$$Z_t = Z_0 + \sum_1^n A_i \cos\left(\frac{2\pi}{T_i} t - \theta_i\right) \dots\dots\dots (2.26)$$

Keterangan:

Z_t = elevasi muka air pada saat t (m)

Z_0 = muka air rata-rata diukur dari datum (m)

A_i = amplitudo masing-masing konstituen harmonik (M_2 , S_2 , dst)

T_i = periode masing-masing konstituen harmonik (M_2 , S_2 , dst)

θ_i = selisih fasa masing-masing konstituen harmonik (M_2 , S_2 , dst)

n = jumlah komponen pasang surut

Periode dan amplitudo relatif dari tujuh konstituen utama pasang surut dapat dilihat pada **Tabel 2.8** berikut:

Tabel 2.8 Periode dan Amplitudo Relatif dari Tujuh Konstituen Utama Pasang Surut

Sumber	Simbol
<i>Main lunar, semi-diurnal</i>	M ₂
<i>Main solar, semi-diurnal</i>	S ₂
<i>Lunar elliptic</i>	N ₂
<i>Lunar – Solar, semi-diurnal</i>	K ₂
<i>Lunar – Solar, diurnal</i>	K ₁
<i>Main lunar, diurnal</i>	O ₁
<i>Main solar, diurnal</i>	P ₁

Sumber: Bambang Triatmodjo, 2009

Untuk menentukan klasifikasi suatu gelombang pasang surut, terlebih dahulu perlu diketahui nilai bilangan Formzahl. Menurut Ilahude (1999, dalam *Siswanto (2007)*), nilai bilangan Formzahl dapat ditentukan menggunakan rumus berikut:

$$F = \frac{A_{K1} + A_{O1}}{A_{M2} + A_{S2}} \dots \dots \dots (2.27)$$

Dimana hasil dari nilai F akan menentukan tipe pasang surutnya, dengan klasifikasi sebagai berikut:

- 0 < F < 0,25 : Pasang surut harian ganda (*semi-diurnal tide*)
- 0,25 < F < 1,50 : Pasang surut campuran condong ke harian Ganda (*mixed, mainly semi-diurnal tide*)
- 1,50 < F < 3,00 : Pasang surut campuran condong ke harian tunggal (*mixed, mainly diurnal tide*)
- F > 3,00 : Pasang surut harian tunggal (*diurnal tide*)

Penentuan elevasi muka air dalam perhitungan pasang surut menggunakan rumus-rumus berikut:

Mean High Water Spring

$$\text{MHWS} = Z_0 + (A_{M2} + A_{S2})$$

Mean Low Water Spring

$$\text{MLWS} = Z_0 - (A_{M2} + A_{S2})$$

Highest High Water Spring

$$\text{HHWS} = Z_0 + (A_{M2} + A_{S2}) + (A_{K1} + A_{O1})$$

Lowest Low Water Spring

$$\text{LLWS} = Z_0 - (A_{M2} + A_{S2}) - (A_{K1} + A_{O1})$$

Highest Astronomical Tide

$$\text{HAT} = Z_0 + \sum A_i$$

Lowest Astronomical Tide

$$\text{LAT} = Z_0 - \sum A_i$$

Keterangan:

Z_0 = muka air rata-rata diukur dari datum (m)

A_i = amplitudo masing-masing konstituen harmonik (M_2 , S_2 , dst)

Selanjutnya dilakukan pengolahan data pasang surut. Berbagai metode pengukuran pasang surut telah dikembangkan saat ini, seperti metode *Least Square* (Emery and Thomson, 1997) dan metode *British Admiralty*. Pada Tugas Akhir ini akan digunakan metode *Admiralty*. Hasil pencatatan diambil dengan interval 1 jam sebagai input untuk *Admiralty* dan konstanta pasang surut.

Dengan konstanta pasang surut yang didapat pada proses sebelumnya, dilakukan penentuan jenis pasang surut menurut rumus (2.27).

Selanjutnya, dilakukan peramalan pasang surut untuk 15 hari yang dipilih bersamaan dengan masa pengukuran yang dilakukan. Hasil peramalan tersebut dibandingkan dengan pembacaan elevasi di lapangan untuk melihat kesesuaiannya. Dengan konstanta yang didapatkan, dilakukan pula peramalan pasang surut untuk masa 20 tahun sejak tanggal pengamatan. Hasil peramalan

ini dibaca untuk menentukan elevasi-elevasi penting pasang surut yang menjadi ciri daerah tersebut sebagaimana disajikan pada **Tabel 2.9**.

Tabel 2.9 Elevasi Penting Pasang Surut

Jenis Elevasi	Definisi
<i>Highest High Water Level</i> (HHWL)	Air tertinggi pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.
<i>Mean High Water Spring</i> (MHWS)	Muka air tertinggi dari dua air tinggi dalam satu hari, seperti dalam pasang surut tipe campuran.
<i>Mean High Water Level</i> (MHWL)	Rata-rata dari muka air tinggi selama periode 20 tahun.
<i>Mean Sea Level</i> (MSL)	Muka air rata-rata antara muka air tinggi rata-rata dan muka air rendah rata-rata. Elevasi ini digunakan sebagai referensi untuk elevasi daratan.
<i>Mean Low Water Level</i> (MLWL)	Rata-rata dari muka air rendah selama periode 20 tahun.
<i>Mean Low Water Spring</i> (MLWS)	Muka air terendah dari dua air rendah dalam satu hari, seperti dalam pasang surut tipe campuran.
<i>Lowest Low Water Level</i> (LLWL)	Air terendah pada saat pasang surut purnama atau bulan mati.

Sumber: Bambang Triatmodjo, 2009

Dari elevasi penting pasang surut yang ada maka ditetapkan nilai LLWL sebagai elevasi nol acuan. Di samping itu, dari peramalan untuk masa 20 tahun ke depan akan didapatkan nilai probabilitas dari masing-masing elevasi penting tersebut.

2.4 Analisis Hidrolika

2.4.1 Perhitungan Dimensi Sungai

Untuk menghitung dimensi sungai, dibutuhkan data debit hidrologi rencana yang akan melewati sungai tersebut. Luas penampang basah yang akan digunakan untuk perhitungan dimensi sungai dihitung menggunakan rumus berikut:

$$Q = v \times A \dots \dots \dots (2.28)$$

Keterangan:

Q = debit aliran hidrolika (m³/detik)

v = kecepatan aliran (m/detik)

A = luas penampang basah sungai (m²)

Perhitungan luas saluran memuat lebar saluran dan tinggi saluran. Lebar saluran direncanakan sama dengan lebar penampang basah, sedangkan tinggi saluran direncanakan sama dengan tinggi penampang basah ditambah dengan tinggi jagaan (*waking*). Berikut adalah harga tinggi jagaan minimum pada **Tabel 2.10**.

Tabel 2.10 Tinggi Jagaan Berdasarkan Debit

Debit, Q (m ³ /detik)	Tinggi Jagaan, W (m)
< 0,50	0,40
0,50 – 1,50	0,50
1,50 – 5,00	0,60
5,00 – 10,00	0,75
10,00 – 15,00	0,85
> 15,00	1,00

Sumber: Kriteria Perencanaan Irigasi, 2010

2.4.2 Perhitungan Kecepatan Aliran

Kecepatan aliran suatu saluran memiliki batas maksimum sesuai dengan material saluran. **Tabel 2.11** berikut adalah batas kecepatan aliran yang mengalir pada berbagai material saluran (*Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan, 1990*):

Tabel 2.11 Kecepatan Aliran Air yang Diiijinkan Berdasarkan Jenis Material

Jenis Material	Kecepatan Aliran yang Diiijinkan (m/detik)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau aluvial	0,60
Kerikil halus	0,75
Lempung kokoh	0,75
Lempung padat	1,10
Kerikil dasar	1,20
Batu-batu besar	1,50
Pasangan batu	1,50
Beton	1,50

*Sumber: Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan
No.008/T/BNKT/1990.BINA MARGA*

Kecepatan aliran air ditentukan oleh sifat hidrolis penampang salurannya, antara lain kemiringan saluran, jari-jari hidrolis dan material saluran tersebut. Perhitungan kecepatan aliran dalam saluran menggunakan rumus Manning sebagai berikut:

$$v = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times I^{1/2} \dots \dots \dots (2.29)$$

Keterangan:

v = kecepatan aliran (m/detik)

n = koefisien kekasaran Manning

$R = \frac{A}{P}$ = jari-jari hidrolis saluran (m)

A = luas penampang basah (m²)

P = keliling penampang basah (m)

I = kemiringan saluran

Harga koefisien kekasaran dinding menurut Manning dapat dilihat pada Tabel 2.12:

Tabel 2.12 Harga Koefisien Kekasaran Dinding (n) untuk Rumus Manning

Tipe Saluran	n
Saluran buatan:	
1. Saluran tanah, lurus teratur	0,017
2. Saluran tanah, dibuat dengan <i>excavator</i>	0,023
3. Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,023
4. Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0,035
5. Saluran batuan yang diledakkan, ada tumbuh-tumbuhan	0,025
6. Dasar saluran dari tanah, sisi saluran berbatu	0,028
7. Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020
Saluran alam:	
8. Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0,025
9. Seperti no. 8, ada tumbuhan atau kerikil	0,030
10. Melengkung, bersih, berlubang dan ber dinding pasir	0,033
11. Seperti no. 10, dangkal, tidak teratur	0,040
12. Seperti no. 10, berbatu dan ada tumbuhan	0,035
13. Seperti no. 11, sebagian berbatu	0,045
14. Aliran pelan, banyak tumbuhan dan berlubang	0,050
15. Banyak tumbuh-tumbuhan	0,075

Sumber: *Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan No.008/T/BNKT/1990.BINA MARGA*

2.4.3 HEC-RAS

Dalam pengerjaan analisa hidrolika, digunakan program bantu HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Center: River Analysis System*). HEC-RAS adalah suatu sistem *software* terintegrasi yang didesain untuk dapat digunakan secara interaktif pada beragam kondisi tugas. Sistem ini terdiri dari *interface* grafik pengguna, komponen analisis hidrolika terpisah, kemampuan manajemen dan tampungan data, fasilitas pelaporan serta grafik. (*HEC-RAS Hydraulic Reference Manual v4.1*)

HEC-RAS melakukan analisis hidrolika dengan menggunakan asumsi aliran *steady* dan *unsteady*. *Steady flow* adalah aliran yang komponen alirannya (kecepatan dan debit) tidak berubah terhadap waktu. Sedangkan *unsteady flow* merupakan aliran yang komponen alirannya berubah terhadap waktu.

Data-data yang digunakan dalam analisis hidrolika menggunakan program HEC-RAS adalah:

1. Data geometri saluran drainase sungai, berupa koordinat x dan y , untuk penampang memanjang dan penampang melintang;
2. Koefisien Manning (Tabel 2.12);
3. Data aliran (besar debit setiap titik penampang).

Dari data-data tersebut, diolah dengan program bantu HEC-RAS sehingga menghasilkan luaran berupa:

1. Elevasi muka air sepanjang aliran,
2. Profil aliran yang ditinjau,
3. Kecepatan aliran.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Studi Lapangan

Studi lapangan (*field research*) adalah pengamatan secara langsung ke lapangan agar dapat memperoleh gambaran yang lebih jelas tentang kondisi drainase Sungai Guring saat ini. Studi ini dilakukan dengan tujuan untuk lebih memahami dan mendalami masalah-masalah yang terjadi di lingkungan Sungai Guring. Survei studi ke lapangan dapat dilakukan dengan melakukan penyusuran secara individu, memotret kondisi bantaran Sungai Guring, serta melakukan wawancara dengan warga sekitar Sungai Guring dan Pemerintah terkait.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur adalah proses mencari referensi teori yang relevan dengan kasus atau permasalahan yang ditemukan. Referensi tersebut membahas tentang:

- ❖ Sungai
- ❖ Modul hidrologi dan hidrolika
- ❖ Peta drainase sungai
- ❖ Peraturan-peraturan perencanaan

Referensi di atas bisa didapatkan dari buku, artikel penelitian, maupun situs-situs di internet. Output dari studi literatur ini adalah terkoleksinya referensi yang relevan dengan perumusan masalah. Studi literatur ini bertujuan untuk memperkuat permasalahan serta sebagai dasar teori dalam melakukan studi dan juga menjadi dasar untuk melakukan perencanaan drainase di daerah aliran Sungai Guring.

3.3 Pengumpulan Data

Data sekunder yang dibutuhkan untuk dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini adalah:

1. Data hidrologi
Data hidrologi ini mencakup data curah hujan yang terjadi dari tahun 1978-2016 di daerah aliran Sungai Guring, dengan pendekatan menggunakan data curah hujan dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika Kota Banjarbaru.
2. Data peta
Data peta ini mencakup peta topografi daerah aliran sungai, peta tata ruang Kota Banjarmasin dan skema jaringan drainase sungai.
3. Data pasang-surut sungai
Data pasang-surut sungai yang digunakan dalam Tugas Akhir ini merupakan pendekatan dari data ketinggian muka air sungai (telemetry) yang terjadi dari tahun 2015-2016 di Sungai Martapura, dari Stasiun AWLR Menara Pandang yang berjarak kurang lebih 800 m dari muara Sungai Guring.
4. Data hidrolika
Data hidrolika ini mencakup data dimensi penampang sungai eksisting, baik penampang memanjang maupun penampang melintang.

3.4 Analisis Data

Hasil dari pengumpulan data-data di atas, perlu dilakukan analisis terlebih dahulu. Analisis tersebut mencakup:

1. Analisis debit banjir rencana
 - a. Hujan rencana
Data hidrologi yang telah didapatkan kemudian dianalisis dan dihitung dengan menggunakan metode statistik frekuensi hujan (Probabilitas Distribusi Normal, Log Pearson Tipe III dan Gumbel; pemilihan metode menggunakan Uji *Chi Square* dan Smirnov

Kolmogorov). Perhitungan intensitas hujan ditinjau dengan menggunakan metode Mononobe.

b. Tata guna lahan

Identifikasi tata guna lahan dilakukan dengan pendeskripsian peta. Pada data tata guna lahan, yang dikeluarkan oleh Bappeda Kota Banjarmasin, telah digambarkan penataan lahan serapan air, yang nilainya dibandingkan dengan lahan untuk jalan dan pemukiman.

c. Debit

Dari data hidrologi dan tata guna lahan, dianalisis debit banjir rencana dengan menggunakan program bantu *HEC-HMS*. *HEC-HMS* adalah model matematika numeris yang dikemas dalam paket program komputer, yang terdiri dari sejumlah metode untuk mensimulasikan suatu *watershed* dan saluran beserta perilakunya.

2. Analisis data pasang-surut sungai (*tidal analysis*)

Pasang air laut memperlambat aliran limpasan hujan di permukiman menuju ke sungai yang selanjutnya mengalir ke laut. Pada waktu banjir bersamaan dengan air pasang yang tinggi maka tinggi genangan atau banjir menjadi besar karena terjadi aliran balik (*backwater*). Metode yang digunakan dalam analisis data pasang-surut yaitu metode *British Admiralty*. Metode ini merupakan metode yang dikembangkan oleh A.T. Doodson untuk menganalisis data pasang surut jangka pendek (15 dan 29 hari/piantan).

3. Analisis hidrolika

Dari data hidrolika dimensi penampang sungai eksisting, dapat dianalisis dan diuji menggunakan program bantu

HEC-RAS, untuk mengetahui kapasitas sungai eksisting. *HEC-RAS* digunakan untuk memodelkan aliran satu dimensi suatu sungai.

3.5 Evaluasi

Hasil dari analisis tersebut, dapat dilakukan evaluasi permasalahan yang telah diidentifikasi berdasarkan perbandingan debit hasil perhitungan menggunakan kapasitas sungai eksisting dengan debit hasil perhitungan menggunakan hasil analisis hidrologi dan debit yang direncanakan.

3.6 Perencanaan

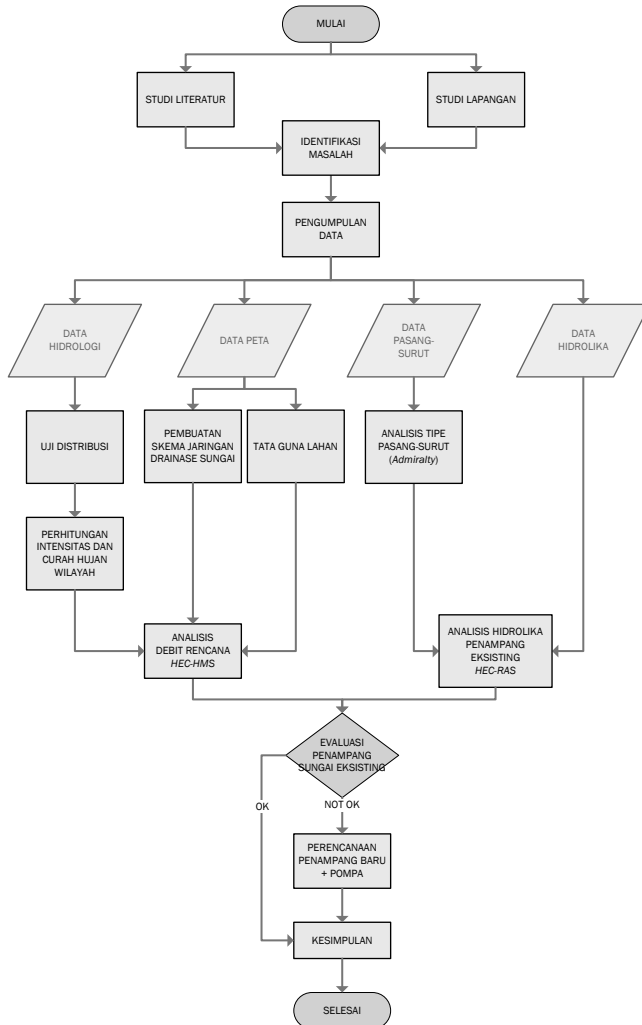
Dalam tahap perencanaan, setelah proses analisis data dan evaluasi selesai maka akan didapatkan suatu jalan keluar secara teknis untuk merencanakan dimensi penampang sungai dalam bentuk perhitungan dan gambar desain.

3.7 Kesimpulan

Pada tahap ini merupakan proses untuk menarik kesimpulan atas apa yang telah dilakukan selama pengerjaan Tugas Akhir. Dasar pengambilan kesimpulan diantaranya adalah hasil dari analisis, evaluasi dan perencanaan. Tahap ini juga berisikan rekomendasi teknis yang berhubungan dengan perencanaan drainase Sungai Guring, Kota Banjarmasin.

3.9 Diagram Alir

Secara sistematis, langkah-langkah dalam Tugas Akhir ini dijadikan dalam bentuk diagram alir seperti pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.1 Diagram Alir Metodologi Penelitian Tugas Akhir

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Masalah Banjir

Berdasarkan studi lapangan, beberapa kemungkinan penyebab terjadinya genangan di DAS Guring antara lain:

1. Perubahan tata guna lahan dan padatnya pemukiman. Kurangnya lahan terbuka hijau dan lahan-lahan bebas sebagai daerah infiltrasi mengakibatkan hujan yang turun banyak yang mengalir di permukaan (*surface run-off*), sehingga debit yang harus dialirkan melalui Sungai Guring terus bertambah. Hal ini terjadi seiring bertambahnya kepadatan pemukiman di beberapa kawasan DAS Guring, seperti di Kelurahan Pekapuran Raya misalnya.
2. Penyempitan lebar saluran pada hulu Sungai Guring. Adanya pemukiman di bantaran sungai, penumpukan sampah, penumpukan sedimentasi serta kurangnya perawatan saluran sungai, seperti pada Gambar 4.1, mengakibatkan *surface run-off* dari hulu memiliki waktu konsentrasi yang lebih besar untuk mengalir menuju saluran. Hal inilah yang menyebabkan terjadinya genangan di daerah hulu.



Gambar 4.1 Pemukiman di Sepanjang Bantaran Sungai Guring dan Kondisi Saluran yang Kurang Terawat

3. Pengaruh pasang surut air yang cukup besar terhadap sistem drainase. Terlebih lagi jika pada saat kondisi

pasang, sekaligus terjadi hujan dengan intensitas besar. Hal ini mengakibatkan drainase sistem gravitasi tidak dapat bekerja secara maksimal sehingga menghambat aliran air/genangan ke arah hilir.

4.2 Perhitungan Hujan Rencana

4.2.1 Data Curah Hujan Maksimum

Curah hujan yang digunakan dalam perencanaan ini adalah curah hujan rata-rata maksimum yang telah dianalisis berdasarkan data curah hujan harian selama 17 tahun mulai tahun 1999 hingga tahun 2015. Data curah hujan rata-rata maksimum dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Rata-Rata Maksimum

NO	TAHUN	Curah Hujan
		R_{maks} (mm)
1	2015	391
2	2000	168
3	2014	100
4	2013	95
5	1999	91
6	2001	90
7	2003	75
8	2007	69
9	2012	66
10	2006	61
11	2008	61
12	2002	59
13	2004	55
14	2011	55
15	2005	54
16	2010	50
17	2009	49.1

Sumber: hasil perhitungan

4.2.2 Uji Parameter Statistik

a. Metode Distribusi Normal dan Gumbel

Tabel 4.2 Perhitungan $(R - \bar{R})$, $(R - \bar{R})^2$, $(R - \bar{R})^3$ dan $(R - \bar{R})^4$ untuk Metode Distribusi Normal dan Gumbel

NO	TAHUN	R maks	\bar{R}	$R - \bar{R}$	$R - \bar{R}^2$	$R - \bar{R}^3$	$R - \bar{R}^4$
		(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)
1	2015	391	93,476	297,524	88520,25	26336857,37	7835834758,08
2	2000	168	93,476	74,524	5553,76	413885,53	30844210,55
3	2014	100	93,476	6,524	42,56	277,62	1811,05
4	2013	95	93,476	1,524	2,32	3,54	5,39
5	1999	91	93,476	-2,476	6,13	-15,19	37,61
6	2001	90	93,476	-3,476	12,09	-42,02	146,07
7	2003	75	93,476	-18,476	341,38	-6307,50	116540,28
8	2007	69	93,476	-24,476	599,10	-14663,80	358917,95
9	2012	66	93,476	-27,476	754,96	-20743,54	569959,22
10	2006	61	93,476	-32,476	1054,72	-34253,62	1112436,69
11	2008	61	93,476	-32,476	1054,72	-34253,62	1112436,69
12	2002	59	93,476	-34,476	1188,63	-40979,66	1412834,20
13	2004	55	93,476	-38,476	1480,44	-56962,06	2191699,01
14	2011	55	93,476	-38,476	1480,44	-56962,06	2191699,01
15	2005	54	93,476	-39,476	1558,39	-61519,81	2428584,78
16	2010	50	93,476	-43,476	1890,20	-82179,38	3572869,25
17	2009	49,1	93,476	-44,376	1969,27	-87389,30	3878028,83
Σ		1589,1	1589,1	-1,63425E-13	107509,3506	26254752,51	7885626974,656

Sumber: hasil perhitungan

Perhitungan parameter statistik berdasarkan metode distribusi Normal dan Gumbel:

1) Deviasi Standar (*Standard Deviation*)

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{107.509,351}{17-1}} = 81,972 \text{ mm}$$

2) Koefisien Variasi (*Cv*)

$$C_v = \frac{S}{\bar{R}} = \frac{81,972}{93,467} = 0,877$$

3) Koefisien Kemencengan (*Coefficient of Skewness*)

$$C_s = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (R - \bar{R})^3}{(n-1)(n-2)S^3} = \frac{17 \times 26.254.752,5}{(17-1)(17-2)81,972^3} = 3,376$$

4) Koefisien Ketajaman (*Coefficient of Kurtosis*)

$$C_k = \frac{n^2 \times \sum_{i=1}^n (R - \bar{R})^4}{(n-1)(n-2)(n-3)S^4} = \frac{17^2 \times 7.885.626.974,656}{(17-1)(17-2)(17-3)81,972^4}$$

$$C_k = 15,0225$$

b. Distribusi Log Pearson III

Tabel 4.3 Perhitungan $(\log R - \overline{\log R})$, $(\log R - \overline{\log R})^2$, $(\log R - \overline{\log R})^3$ dan $(\log R - \overline{\log R})^4$ untuk Metode Distribusi Log Pearson Tipe III

NO	TAHUN	R maks	\bar{R}	log R	log \bar{R}	log R - log \bar{R}	log R - log \bar{R}^2	log R - log \bar{R}^3	log R - log \bar{R}^4
		(mm)	(mm)						
1	2015	391	93,476	2,592	1,893	0,699	0,4883851	0,3413058	0,2385200
2	2000	168	93,476	2,225	1,893	0,332	0,1102095	0,0365871	0,0121461
3	2014	100	93,476	2	1,893	0,107	0,0113782	0,0012137	0,0001295
4	2013	95	93,476	1,978	1,893	0,084	0,0071221	0,0006010	0,0000507
5	1999	91	93,476	1,959	1,893	0,066	0,0043178	0,0002837	0,0000186
6	2001	90	93,476	1,954	1,893	0,061	0,0037102	0,0002260	0,0000138
7	2003	75	93,476	1,875	1,893	-0,018	0,0003338	-0,0000061	0,0000001
8	2007	69	93,476	1,839	1,893	-0,054	0,0029683	-0,0001617	0,0000088
9	2012	66	93,476	1,820	1,893	-0,074	0,0054446	-0,0004017	0,0000296
10	2006	61	93,476	1,785	1,893	-0,108	0,0116643	-0,0012598	0,0001361
11	2008	61	93,476	1,785	1,893	-0,108	0,0116643	-0,0012598	0,0001361
12	2002	59	93,476	1,771	1,893	-0,122	0,0150011	-0,0018373	0,0002250
13	2004	55	93,476	1,740	1,893	-0,153	0,0233994	-0,0035794	0,0005475
14	2011	55	93,476	1,740	1,893	-0,153	0,0233994	-0,0035794	0,0005475
15	2005	54	93,476	1,732	1,893	-0,161	0,0259009	-0,0041684	0,0006709
16	2010	50	93,476	1,699	1,893	-0,194	0,0377763	-0,0073422	0,0014270
17	2009	49,1	93,476	1,691	1,893	-0,202	0,0409049	-0,0082730	0,0016732
Σ		1589,1	1589,1	32,187	32,187	2,89E-15	0,8235801	0,3483486	0,2562806

Sumber: hasil perhitungan

Perhitungan parameter statistik berdasarkan metode distribusi Log Pearson Tipe III:

1) Deviasi Standar (*Standard Deviation*)

$$S \log R = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\log R_i - \overline{\log R})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,8236}{17-1}}$$

$$S \log R = 0,227$$

2) Koefisien Variasi (*Cv*)

$$C_v = \frac{S \log R}{\log R} = \frac{0,227}{1,893} = 0,120$$

3) Koefisien Kemencengan (*Coefficient of Skewness*)

$$C_s = \frac{n \times \sum_{i=1}^n (\log R_i - \overline{\log R})^3}{(n-1)(n-2) \times (S \log R)^3} = \frac{17 \times 0,3483}{(17-1)(17-2)0,227^3}$$

$$C_s = 2,113$$

4) Koefisien Ketajaman (*Coefficient of Kurtosis*)

$$C_k = \frac{n^2 \times \sum_{i=1}^n (\log R_i - \overline{\log R})^4}{(n-1)(n-2)(n-3) \times (S \log R)^4}$$

$$C_k = \frac{17^2 \times 0,2563}{(17-1)(17-2)(17-3)0,227^4} = 8,320$$

Diambil hasil perhitungan parameter C_s dan C_k untuk dibandingkan dalam uji kecocokan distribusi agar mengetahui distribusi mana yang dapat digunakan. Hasil perbandingan dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Kesimpulan Uji Parameter Statistik

Metode Distribusi	Sifat Distribusi		Perhitungan		Keterangan
	C_s	C_k	C_s	C_k	
Normal	0	3	3,376	15,0225	NOT OK
Gumbel	≤ 1.139	≤ 5.402	3,376	15,0225	NOT OK
Log Pearson Tipe III	fleksibel	$C_k = 1.5 * C_s^2 + 3$	2,113	9,696	mendekati

Sumber: hasil perhitungan

4.2.3 Uji Kecocokan Sebaran Data

Uji kecocokan distribusi dilakukan untuk mengetahui persamaan distribusi peluang yang paling sesuai dengan data hujan. Berdasarkan perhitungan uji parameter statistik sebelumnya, persamaan distribusi yang paling mendekati adalah metode Log Pearson Tipe III.

a. Uji Chi-Kuadrat (*Chi-Square*)

- 1) Jumlah data (n) = 17
- 2) Jumlah grup (G) = $1 + 3,322 \log (n)$
 = $1 + 3,322 \log (17)$
 = $5,088 \approx 6$ grup
- 3) Data pengamatan dibagi menjadi 6 sub-grup dengan interval peluang (P) = $\frac{1}{G} = \frac{1}{6} = 0,167$. Sehingga peluang setiap grup adalah:
 - a. Sub-grup 1 = $P \leq 0,167$
 - b. Sub-grup 2 = $0,167 < P \leq 0,333$
 - c. Sub-grup 3 = $0,333 < P \leq 0,5$
 - d. Sub-grup 4 = $0,5 < P \leq 0,667$
 - e. Sub-grup 5 = $0,667 < P \leq 0,833$
 - f. Sub-grup 6 = $P > 0,833$
- 4) Berdasarkan perhitungan parameter statistik Log Pearson Tipe III, diketahui:

$$\overline{\log R} = 1,893 \text{ mm}$$

$$S \log R = 0,227$$

$$Cs = 2,113$$
- 5) Persamaan distribusi:

$$\log R_T = \overline{\log R} + k \cdot S \log R = 1,893 + 0,227k$$

- 6) Contoh perhitungan batasan sub-grup:
 Untuk peluang (P) = 0,167, dengan interpolasi dari
 Tabel 2.2, diperoleh:
 $k = 0,813$
- 7) Sehingga diperoleh:
 $\log R_T = 1,893 + 0,227(0,813) = 2,078$
 $R_T = 10^{2,078} = 119,592 \text{ mm}$
- 8) Hasil perhitungan R_T sebagai batasan sub-grup dapat
 dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Perhitungan R_T sebagai Batasan Sub-Grup

Peluang	$\log \bar{R}$	Cs	k	S log R (mm)	$\log R_T$ (mm)	R_T (mm)
0,167	1,893	2,113	0,813	0,227	2,078	119,592
0,333	1,893	2,113	0,178	0,227	1,934	85,835
0,5	1,893	2,113	-0,320	0,227	1,821	66,166
0,667	1,893	2,113	-0,531	0,227	1,773	59,261
0,833	1,893	2,113	-0,742	0,227	1,725	53,076

Sumber: hasil perhitungan

- 9) Uji Chi-Kuadrat (Chi-Square) menggunakan sebaran
 data metode Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada
 Tabel 4.6:

Tabel 4.6 Uji Chi Kuadrat Metode Log Pearson Tipe III

Grup	Ef	R awal	R akhir	OF	EF - OF	(EF-OF) ²	(EF-OF) ² /EF
1	2,833	0	53,07600559	2	0,833	0,6944	0,2451
2	2,833	53,07600559	59,26073261	4	-1,167	1,3611	0,4804
3	2,833	59,26073261	66,16614025	3	-0,167	0,0278	0,0098
4	2,833	66,16614025	85,83474086	2	0,833	0,6944	0,2451
5	2,833	85,83474086	119,5918536	5	-2,167	4,6944	1,6569
6	2,833	119,5918536	∞	1	1,833	3,3611	1,1863
Σ	17			17	0,000	7,4722	2,6373

Sumber: hasil perhitungan

Berdasarkan Tabel Nilai Kritis untuk Uji Chi Kuadrat
 (Soewarno, 1995), dengan derajat kebebasan (dk) = 6 - 2 -
 1 = 3 dan derajat kepercayaan (α) = 5%, maka didapat

$X^2 = 7,815$. Diperoleh $Xh^2 < X^2$, yakni $2,6373 < 7,815$, sehingga persamaan distribusi Log Pearson Tipe III dapat diterima.

b. Uji Smirnov Kolmogorov

Contoh perhitungan untuk data curah hujan tahun 2014:

- 1) Berdasarkan data yang telah diurutkan, diketahui bahwa:

$$R = 100 \text{ mm ; } \quad \log R = 2$$

$$m \text{ (urutan ke-)} = 3$$

$$n \text{ (jumlah data)} = 17$$

$$\overline{\log R} = 1,893 ; \quad S \log R = 0,227$$

- 2) Peluang Pengamatan

$$P(x) = \frac{m}{n+1} = \frac{3}{17+1} = 0,167$$

$$P(x <) = 1 - P(x) = 1 - 0,167 = 0,833$$

- 3) Peluang Teoritis

$$f(t) = \frac{\log R - \overline{\log R}}{S \log R} = \frac{2 - 1,893}{0,227} = 0,470$$

$P'(x <)$ didapat dari Tabel Wilayah Luas di Bawah Kurva Normal (Soewarno, 1995), berdasarkan nilai

$f(t)$:

$$P'(x <) = 0,681$$

$$P'(x) = 1 - P'(x <) = 1 - 0,681 = 0,319$$

- 4) D = selisih terbesar peluang pengamatan dan peluang teoritis

$$D = P(x <) - P'(x <) = 0,833 - 0,681 = 0,153$$

- 5) Uji Smirnov-Kolmogorov menggunakan sebaran data metode Log Pearson Tipe III dapat dilihat pada Tabel 4.7:

Tabel 4.7 Uji Smirnov-Kolmogorov untuk Metode Log Pearson Tipe III

NO	TAHUN	R maks	\bar{R}	log R maks	m	P(x)	P(x<)	f(t)	P'(x)	P'(x<)	D
		(mm)	(mm)	(mm)							
1	2015	391	93,47647059	2,59217676	1	0,056	0,944	3,080	0,001	0,999	0,055
2	2000	168	93,476	2,225	2	0,111	0,889	1,463	0,072	0,928	0,039
3	2014	100	93,476	2,000	3	0,167	0,833	0,470	0,319	0,681	0,153
4	2013	95	93,476	1,978	4	0,222	0,778	0,372	0,356	0,644	0,133
5	1999	91	93,476	1,959	5	0,278	0,722	0,290	0,386	0,614	0,108
6	2001	90	93,476	1,954	6	0,333	0,667	0,268	0,394	0,606	0,060
7	2003	75	93,476	1,875	7	0,389	0,611	-0,081	0,532	0,468	0,143
8	2007	69	93,476	1,839	8	0,444	0,556	-0,240	0,595	0,405	0,150
9	2012	66	93,476	1,820	9	0,500	0,500	-0,325	0,629	0,371	0,129
10	2006	61	93,476	1,785	10	0,556	0,444	-0,476	0,684	0,316	0,129
11	2008	61	93,476	1,785	11	0,611	0,389	-0,476	0,684	0,316	0,073
12	2002	59	93,476	1,771	12	0,667	0,333	-0,540	0,705	0,295	0,039
13	2004	55	93,476	1,740	13	0,722	0,278	-0,674	0,749	0,251	0,026
14	2011	55	93,476	1,740	14	0,778	0,222	-0,674	0,749	0,251	0,029
15	2005	54	93,476	1,732	15	0,833	0,167	-0,709	0,761	0,239	0,072
16	2010	50	93,476	1,699	16	0,889	0,111	-0,857	0,805	0,195	0,084
17	2009	49,1	93,476	1,691	17	0,944	0,056	-0,891	0,813	0,187	0,131
Max	2015	391		2,592							0,153
Min	1999	49,1		1,691							
Σ		1589,1	1589,1	32,1866302							

Sumber: hasil perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh $D_{\text{maks}} = 0,153$. Kemudian, berdasarkan Tabel Nilai Kritis D_0 untuk Uji Smirnov-Kolmogorov (Soewarno, 1995), dengan $N = 17$ dan derajat kepercayaan (α) = 5%, maka didapat $D_0 = 0,3$. Diperoleh $D_{\text{maks}} < D_0$, yakni $0,153 < 0,3$, sehingga persamaan distribusi Log Pearson Tipe III dapat diterima.

4.2.4 Kesimpulan Curah Hujan Rencana

Berdasarkan perhitungan uji kecocokan sebaran data Chi Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov tersebut, persamaan distribusi Log Pearson Tipe III telah memenuhi syarat uji kecocokan distribusi. Sehingga, perhitungan curah hujan rencana dapat menggunakan metode Log Pearson Type III.

a. Distribusi Log Pearson Tipe III

- 1) Berdasarkan perhitungan parameter statistik Log Pearson Tipe III, diketahui:

$$\overline{\log R} = 1,893 \text{ mm}$$

$$S \log R = 0,227$$

$$C_s = 2,113$$

- 2) Persamaan distribusi:

$$\log R_T = \overline{\log R} + k \cdot S \log R = 1,893 + 0,227k$$

- 3) Contoh perhitungan batasan sub-grup:

Untuk periode ulang = 2 tahun, dengan interpolasi dari Tabel 2.2, diperoleh:

$$k = -0,317$$

- 4) Sehingga diperoleh:

$$\log R_T = 1,893 + 0,227(-0,317) = 1,821$$

$$R_T = 10^{1,821} = 66,284 \text{ mm}$$

- 5) Hasil perhitungan R_T dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Distribusi Log Pearson Tipe III

T	\bar{R} (mm)	k	S	log R	R = anti log R (mm)
2	1,893	-0,317	0,227	1,821	66,284
5	1,893	0,589	0,227	2,027	106,419
10	1,893	1,292	0,227	2,186	153,611
25	1,893	2,228	0,227	2,399	250,524
50	1,893	2,937	0,227	2,560	362,855
100	1,893	3,649	0,227	2,721	526,152

Sumber: hasil perhitungan

4.2.5 Perhitungan Curah Hujan Efektif Periode Ulang

Perhitungan rata-rata hujan (R_t) dilakukan dari jam ke-1 sampai jam ke-4, sesuai dengan durasi optimum hujan rencana Banjarmasin yakni 4 jam. Berikut ini adalah contoh perhitungan rata-rata hujan dan tinggi hujan pada jam ke-1 untuk hujan periode ulang 2 tahun.

- **Pada jam ke-1**

$$R_t = \frac{R_{24}}{4} \left(\frac{T}{t}\right)^{2/3} = \frac{66,284}{4} \left(\frac{4}{1}\right)^{2/3} = 41,756 \text{ mm}$$

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

$$R_{t'} = 1 \times 41,756 - (1 - 1) \times 0 = 41,756 \text{ mm}$$

Dengan cara yang sama, didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.9 berikut ini:

Tabel 4.9 Tinggi Hujan pada Jam ke- t

Rt	PUH				Rt'	PUH			
	2	5	10	25		2	5	10	25
jam	mm				jam	mm			
1	41.756	67.040	96.769	157.820	1	41.756	67.040	96.769	157.820
2	26.305	42.232	60.961	99.421	2	10.853	17.425	25.152	41.021
3	20.074	32.229	46.522	75.872	3	7.613	12.223	17.644	28.775
4	16.571	26.605	38.403	62.631	4	6.061	9.731	14.046	22.908

Sumber: hasil perhitungan

4.2.6 Analisis Hidrologi

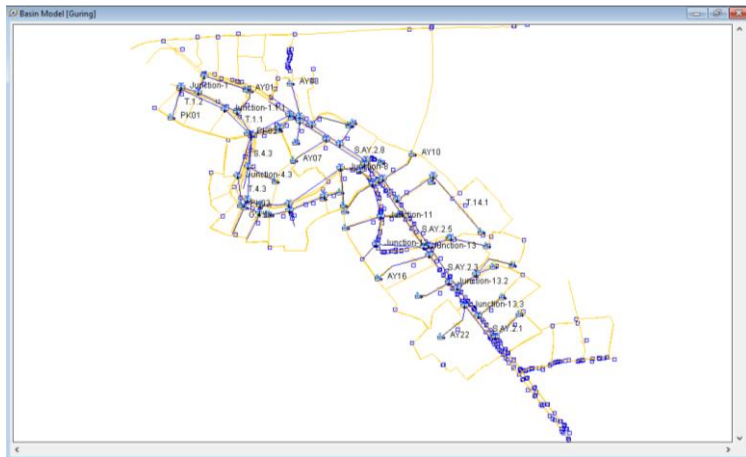
Perhitungan debit banjir rencana dilakukan menggunakan program bantu HEC-HMS. Metode yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah metode hidrograf satuan sintetik SCS (*soil conservation service*). Untuk memudahkan proses memasukkan data ke dalam program bantu HEC-HMS, berikut ini data kode *catchment* dan luas *catchment* dari masing-masing sub-DAS Guring pada Tabel 4.10, dengan pembagian daerah sub-DAS terlampir pada Lampiran 1.

Tabel 4.10 Kode *Catchment* Sub-DAS Guring

No.	Kode <i>Catchment</i>	Luas Sub DAS (km ²)	No.	Kode <i>Catchment</i>	Luas Sub DAS (km ²)
1	AY24	0,0731	19	AY6	0,0603
2	AY23	0,1130	20	AY5	0,0755
3	AY22	0,3030	21	AY4	0,0346
4	AY21	0,1305	22	AY3	0,1036
5	AY20	0,1934	23	AY2	0,0983
6	AY19	0,0948	24	AY1	0,0926
7	AY18	0,1560	25	PK11	0,0551
8	AY17	0,0142	26	PK10	0,0442
9	AY16	0,1453	27	PK9	0,1179
10	AY15	0,1513	28	PK8	0,0553
11	AY14	0,2350	29	PK7	0,0440
12	AY13	0,0919	30	PK6	0,0374
13	AY12	0,0704	31	PK5	0,1661
14	AY11	0,1199	32	PK4	0,1289
15	AY10	0,1258	33	PK3	0,1006
16	AY9	0,0871	34	PK2	0,1139
17	AY8	0,0622	35	PK1	0,1383
18	AY7	0,1177			

a. Basin Model

Penggambaran skema saluran pada basin model dilakukan menggunakan *Tools Subbasin* untuk sub-DAS, *reach* untuk saluran dan *junction* untuk setiap pertemuan saluran. Pemodelan skema saluran DAS Guring dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Gambar 4.2 Basin Model DAS Guring pada HEC-HMS

- Sub-Basin Loss Method

Subbasin loss method merupakan metode yang digunakan untuk menghitung hujan yang menjadi limpasan (hujan efektif). Dalam tugas akhir ini digunakan metode *SCS Curve Number* seperti pada Gambar 4.3.

Subbasin	
Basin Name:	Guring
Element Name:	AY24
Description:	
Downstream:	T.14.5
*Area (KM2):	0.0731
Latitude Degrees:	
Latitude Minutes:	
Latitude Seconds:	
Longitude Degrees:	
Longitude Minutes:	
Longitude Seconds:	
Canopy Method:	--None--
Surface Method:	--None--
Loss Method:	SCS Curve Number
Transform Method:	SCS Unit Hydrograph
Baseflow Method:	--None--

Gambar 4.3 Sub-Basin Method

Parameter yang harus dimasukkan untuk metode ini adalah nilai *Curve Number* (daya serap air) dan *Impervious* (daya kedap air) seperti pada Gambar 4.4. Besarnya nilai *Curve Number* dan *Impervious* diperoleh dari Tabel 2.7 berdasarkan Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Banjarmasin yang terlampir pada Lampiran 2. Nilai *Curve Number* dan *Impervious* tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.11.

Subbasin Loss Transform Options

Basin Name: Guring
Element Name: AY24

Initial Abstraction (MM)

Curve Number: 70.7

Impervious (%) 88.2

Gambar 4.4 Input Parameter Sub-Basin Loss

Tabel 4.11 Nilai *CN* dan *Impervious* DAS Guring

No.	Kode	CN	Imp %
1	AY24	70,7	88,2
2	AY23	71,3	87,4
3	AY22	77,2	47,2
4	AY21	70,4	80,3
5	AY20	76,3	81,1
6	AY19	74,0	85,0
7	AY18	68,1	87,2
8	AY17	54,5	92,2
9	AY16	74,0	69,9
10	AY15	79,9	86,9
11	AY14	71,2	75,8
12	AY13	78,2	88,1
13	AY12	84,0	90,0
14	AY11	83,9	90,0
15	AY10	75,6	78,2
16	AY9	75,0	92,3
17	AY8	65,0	80,5
18	AY7	78,9	90,1
19	AY6	66,0	93,2
20	AY5	64,5	92,3
21	AY4	82,0	91,4
22	AY3	70,4	92,8
23	AY2	82,1	59,2
24	AY1	83,8	91,3
25	PK11	84,0	90,0
26	PK10	84,0	90,0
27	PK9	84,0	90,0
28	PK8	84,0	90,0
29	PK7	84,0	90,0
30	PK6	84,0	90,0
31	PK5	84,0	90,0
32	PK4	84,0	90,0
33	PK3	84,0	90,0
34	PK2	76,7	91,1
35	PK1	63,2	92,2

Sumber: hasil perhitungan

- Sub-Basin Transform Method

Subbasin Transform Method merupakan metode yang digunakan untuk mentransformasi dari hujan efektif menjadi aliran. Pada tugas akhir ini digunakan metode *SCS Unit Hydrograph* seperti pada Gambar 4.3. Parameter yang harus dimasukkan untuk metode ini adalah *Time Lag* seperti pada Gambar 4.5.

Gambar 4.5 Input Parameter Sub-Basin Transform

Time lag adalah waktu yang dibutuhkan air untuk mengalir dari titik terjauh lahan ke saluran. Perhitungan *time lag* dipengaruhi oleh jarak terjauh lahan ke saluran, kemiringan lahan, dan nilai *curve number*. Contoh perhitungan *time lag* (t_L) pada *catchment* AY24 adalah sebagai berikut:

- Panjang *overland flow* (L) = 827,3855 ft
- Kemiringan lahan (Y) = 0,10 %
- Nilai *Curve Number* (CN) = 70,7
- Retensi maksimum (S) = $\frac{1000}{CN} - 10$
 $= \frac{1000}{70,7} - 10$
 $= 4,1443 \text{ inch}$

$$\begin{aligned}
 - \text{Time lag (tL)} &= \frac{L^{0,8} \times (S+1)^{0,7}}{1900 \times Y^{0,5}} \\
 &= \frac{827,3855^{0,8} \times (4,1443+1)^{0,7}}{1900 \times 0,10^{0,5}} \\
 &= 1,1307 \text{ jam} = 67,8408 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, didapatkan *time lag* setiap *cathment* pada DAS Guring seperti dalam Tabel 4.12.

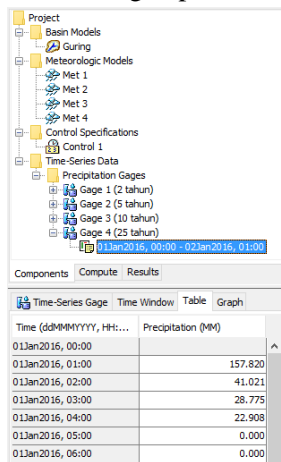
Tabel 4.12 *Time Lag* Sub-Basin DAS Guring

No.	Kode	CN	Overland Flow	Kemiringan (%)	S (inch)	Time Lag (min)
1	AY24	70,7	827,4	0,10	4,144	67,841
2	AY23	71,3	785,2	0,06	4,025	82,629
3	AY22	77,2	1452,9	0,08	2,953	98,976
4	AY21	70,4	852,0	0,08	4,205	78,284
5	AY20	76,3	814,7	0,11	3,106	54,563
6	AY19	74,0	751,3	0,10	3,514	57,306
7	AY18	68,1	1138,2	0,07	4,684	112,223
8	AY17	54,5	98,4	0,08	8,349	20,983
9	AY16	74,0	732,7	0,06	3,514	72,515
10	AY15	79,9	933,9	0,09	2,516	60,357
11	AY14	71,2	2259,7	0,07	4,045	178,685
12	AY13	78,2	1110,2	0,11	2,788	66,053
13	AY12	84,0	1221,1	0,12	1,905	56,675
14	AY11	83,9	971,9	0,09	1,919	54,705
15	AY10	75,6	805,0	0,09	3,228	60,978
16	AY9	75,0	583,4	0,17	3,333	34,892
17	AY8	65,0	773,9	0,14	5,385	63,225
18	AY7	78,9	656,2	0,06	2,674	57,485
19	AY6	66,0	278,9	0,25	5,152	20,372
20	AY5	64,5	255,9	0,11	5,504	29,812
21	AY4	82,0	239,5	0,17	2,195	13,828
22	AY3	70,4	1039,0	0,17	4,205	62,940
23	AY2	82,1	614,0	0,10	2,180	38,165
24	AY1	83,8	746,3	0,05	1,933	59,617
25	PK11	84,0	465,9	0,10	1,905	28,721
26	PK10	84,0	374,0	0,14	1,905	20,362
27	PK9	84,0	393,7	0,14	1,905	21,215
28	PK8	84,0	754,6	0,20	1,905	29,870
29	PK7	84,0	410,1	0,20	1,905	18,339
30	PK6	84,0	377,3	0,20	1,905	17,156
31	PK5	84,0	367,5	0,10	1,905	23,754
32	PK4	84,0	397,0	0,10	1,905	25,269
33	PK3	84,0	292,0	0,15	1,905	16,137
34	PK2	76,7	705,4	0,11	3,038	48,055
35	PK1	63,2	246,1	0,10	5,823	31,333

Sumber: hasil perhitungan

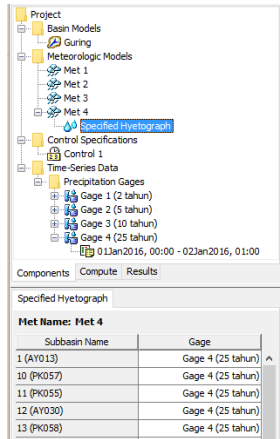
b. Meteorologic Model

Langkah selanjutnya adalah memasukkan data hujan rencana yang ada pada Tabel 4.9. Dalam memasukkan data dibuat *gage* pada menu *Time Series Data*, dengan *gage* untuk data hujan periode ulang 25 tahunan. Hujan periode ulang 25 tahunan untuk sungai. Contoh inputan data hujan periode ulang dapat dilihat pada Gambar 4.6.



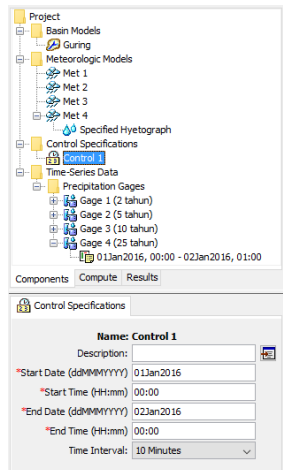
Gambar 4. 6 Input Data Hujan Periode Ulang pada *Time Series Data*

Kemudian membuat *Meteorologic Model*. Contoh inputan data *meteorologic model* dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4. 7 Meteorologic Model

Langkah selanjutnya adalah pembuatan *Control Specifications* seperti pada Gambar 4.8.



Gambar 4. 8 Control Specifications

c. Output HEC-HMS

Selanjutnya dilakukan *running* pada program HEC-HMS untuk mendapatkan *output* untuk hujan rencana periode ulang 10 tahunan dan 25 tahunan.

Hasil simulasi secara keseluruhan pada setiap elemen hidrologi (rentang waktu simulasi tanggal 1 Januari 2016 – 2 Januari 2016) untuk hujan rencana periode ulang 10 tahunan dapat dilihat pada Tabel 4.13, dan untuk hujan rencana periode ulang 25 tahunan dapat dilihat pada Tabel 4.14.

Tabel 4.13 Hasil Simulasi Hujan Rencana Periode Ulang
10 Tahunan

Element	Drainage Area	Peak	Time of Peak	V (1000 m ³)
AY01	0,0926	1	01Jan2016, 01:50	9,9
AY02	0,0983	1,8	01Jan2016, 01:20	13,1
AY03	0,1036	1,7	01Jan2016, 01:40	15,3
AY04	0,0346	0,9	01Jan2016, 01:00	5,2
AY05	0,0755	1,7	01Jan2016, 01:10	11,1
AY06	0,0603	1,5	01Jan2016, 01:00	8,9
AY07	0,1177	2	01Jan2016, 01:40	17,4
AY08	0,0622	0,9	01Jan2016, 01:40	8,4
AY09	0,0871	1,8	01Jan2016, 01:10	12,9
AY10	0,1258	1,9	01Jan2016, 01:40	17,5
AY11	0,1199	2,1	01Jan2016, 01:30	17,9
AY12	0,0704	1,2	01Jan2016, 01:40	10,5
AY13	0,0919	1,4	01Jan2016, 01:50	13,4
AY14	0,225	1,7	01Jan2016, 04:10	31,6
AY15	0,1513	2,5	01Jan2016, 01:40	22,1
AY16	0,1453	1,9	01Jan2016, 02:00	19,2
AY17	0,0142	0,3	01Jan2016, 01:00	2,1
AY18	0,156	3,9	01Jan2016, 01:00	22,2
AY19	0,0948	1,5	01Jan2016, 01:40	13,5
AY20	0,1934	3,2	01Jan2016, 01:30	27,3
AY21	0,1305	1,7	01Jan2016, 02:00	18
AY22	0,303	2,9	01Jan2016, 02:30	36,4
AY23	0,113	1,5	01Jan2016, 02:10	16,2
AY24	0,0731	1,1	01Jan2016, 01:50	10,5
G-1	3,499	26,1	01Jan2016, 05:00	490
G-10	1,7719	17,5	01Jan2016, 03:20	243,1
G-11	1,6096	16,2	01Jan2016, 03:10	219,2
G-12	1,6096	16,2	01Jan2016, 03:00	219,2
G-2	3,4064	25,8	01Jan2016, 04:50	480,1
G-3	3,3081	25,4	01Jan2016, 04:30	467
G-4	2,6385	22,7	01Jan2016, 04:30	367,7
G-5	2,6385	22,7	01Jan2016, 04:10	367,7
G-6	2,5571	22,5	01Jan2016, 04:00	355,5
G-7	2,3397	21,6	01Jan2016, 03:50	325,4
G-8	2,2846	21,3	01Jan2016, 03:30	317,2
G-9	1,8918	18,3	01Jan2016, 03:30	261
Junction-1	3,7512	26,8	01Jan2016, 04:50	527
Junction-10	1,8918	18,3	01Jan2016, 03:20	261
Junction-11	1,7719	17,5	01Jan2016, 03:10	243,1
Junction-12	1,6096	16,2	01Jan2016, 03:00	219,2
Junction-13	1,6096	16,2	01Jan2016, 02:40	219,2
Junction-13.1	0,6417	6,6	01Jan2016, 02:30	82,8
Junction-13.2	0,4964	4,8	01Jan2016, 02:20	63,7
Junction-13.3	0,303	2,9	01Jan2016, 02:50	36,4
Junction-14	0,9679	9,7	01Jan2016, 02:40	136,4
Junction-14.1	0,3863	3,3	01Jan2016, 02:40	53,7
Junction-14.1.1	0,3863	3,3	01Jan2016, 02:20	53,7
Junction-14.2	0,1702	4,2	01Jan2016, 01:10	24,3
Junction-14.3	0,4114	5,6	01Jan2016, 02:20	58,3
Junction-14.3.1	0,2253	3,2	01Jan2016, 02:00	31,5
Junction-14.4	0,1861	2,6	01Jan2016, 02:20	26,8
Junction-14.5	0,0731	1,1	01Jan2016, 02:00	10,5
Junction-11	0,2522	4,4	01Jan2016, 01:30	37
Junction-1.1.1	0,1139	2,1	01Jan2016, 01:40	16,8
Junction-2	3,499	26,1	01Jan2016, 04:50	490
Junction-2.1	0,0926	1	01Jan2016, 02:10	9,9
Junction-3	3,4064	25,8	01Jan2016, 04:30	480,1
Junction-4	3,3081	25,5	01Jan2016, 04:20	467
Junction-4.0	0,2394	4,1	01Jan2016, 01:40	35,3
Junction-4.0.1	0,2394	4,2	01Jan2016, 01:30	35,3
Junction-4.0.2	0,1639	2,7	01Jan2016, 01:40	24,3
Junction-4.0.2.1	0,0603	1,5	01Jan2016, 01:20	8,9
Junction-4.1	0,1635	3,9	01Jan2016, 01:10	24,4
Junction-4.2	0,1661	3,9	01Jan2016, 01:20	24,8
Junction-4.3	0,1006	2,5	01Jan2016, 01:10	15
Junction-5	2,6385	22,7	01Jan2016, 04:10	367,7
Junction-6	2,6385	22,8	01Jan2016, 04:00	367,7
Junction-6.1	0,0814	2	01Jan2016, 01:00	12,1
Junction-7	2,5571	22,5	01Jan2016, 03:50	355,5
Junction-7.1	0,2174	4,8	01Jan2016, 01:20	30,1
Junction-7.1.1	0,1621	3,9	01Jan2016, 01:00	24,2
Junction-8	2,3397	21,6	01Jan2016, 03:30	325,4
Junction-9	2,2846	21,4	01Jan2016, 03:20	317,2
Junction-9.1	0,3928	5,8	01Jan2016, 02:00	56,2
Junction-9.1.1	0,1177	2	01Jan2016, 01:50	17,4

Element	Drainage Area	Peak	Time of Peak	V (1000 m ³)
Junction-9.2	0,2751	3,9	01Jan2016, 01:50	38,8
Junction-9.2.1	0,1258	1,9	01Jan2016, 02:00	17,5
Junction-9.2.2	0,0622	0,9	01Jan2016, 01:50	8,4
PK01	0,1383	3	01Jan2016, 01:10	20,2
PK02	0,1139	2,1	01Jan2016, 01:50	16,8
PK03	0,1006	2,6	01Jan2016, 01:40	15
PK04	0,1289	3	01Jan2016, 01:10	19,2
PK05	0,1661	4	01Jan2016, 01:00	24,8
PK06	0,0374	1	01Jan2016, 01:00	5,6
PK07	0,044	1,1	01Jan2016, 01:00	6,6
PK08	0,0553	0,9	01Jan2016, 01:20	6
PK09	0,1179	2,9	01Jan2016, 01:00	17,6
PK10	0,0442	1,1	01Jan2016, 01:00	6,6
PK11	0,0551	1,3	01Jan2016, 01:10	8,2
S.AY.1.10	0,0603	1,4	01Jan2016, 01:20	8,9
S.AY.1.2	0,0731	1,1	01Jan2016, 02:10	10,5
S.AY.1.3	0,1861	2,5	01Jan2016, 02:30	26,8
S.AY.1.4	0,4114	5,6	01Jan2016, 02:40	58,3
S.AY.1.5	0,3863	3,3	01Jan2016, 03:00	53,7
S.AY.1.7	0,1258	1,9	01Jan2016, 02:10	17,5
S.AY.1.8	0,0622	0,9	01Jan2016, 02:10	8,4
S.AY.2.10	0,2394	4,1	01Jan2016, 01:40	35,3
S.AY.2.2	0,303	2,9	01Jan2016, 03:00	36,4
S.AY.2.3	0,4964	4,8	01Jan2016, 03:20	63,7
S.AY.2.4	0,6417	6,6	01Jan2016, 02:30	82,8
S.AY.2.8	0,1177	2	01Jan2016, 02:10	17,4
S.1	0,2522	4,4	01Jan2016, 01:40	37
S.13	0,9679	9,7	01Jan2016, 02:40	136,4
S.14.1	0,3863	3,3	01Jan2016, 02:40	53,7
S.1.1	0,1139	2,1	01Jan2016, 02:00	16,8
S.2	0,0926	1	01Jan2016, 02:10	9,9
S.2.1	0,0926	1	01Jan2016, 02:10	9,9
S.4.0.1	0,1639	2,7	01Jan2016, 01:40	24,2
S.4.0.2	0,1036	1,6	01Jan2016, 02:00	15,3
S.4.1	0,2394	4,1	01Jan2016, 02:10	35,3
S.4.2	0,1661	3,9	01Jan2016, 01:30	24,8
S.4.3	0,1006	2,5	01Jan2016, 01:20	15
S.6	0,0814	2	01Jan2016, 01:10	12,1
S.7	0,2174	4,7	01Jan2016, 01:20	30,1
S.9	0,3928	5,7	01Jan2016, 02:10	56,2
S.9.1	0,1375	3,9	01Jan2016, 01:50	38,8
T.10	0,1199	2,1	01Jan2016, 01:50	17,9
T.11.1	0,0704	1,2	01Jan2016, 01:50	10,5
T.11.2	0,0919	1,4	01Jan2016, 01:50	13,4
T.13.1	0,1453	1,9	01Jan2016, 02:20	19,2
T.13.2	0,1934	3,1	01Jan2016, 01:50	27,3
T.13.3	0,303	2,9	01Jan2016, 02:50	36,4
T.14	0,1702	4,2	01Jan2016, 01:20	24,3
T.14.1	0,1513	2,4	01Jan2016, 01:10	22,1
T.14.2	0,156	3,9	01Jan2016, 01:20	24,2
T.14.3	0,2253	3,2	01Jan2016, 02:10	31,5
T.14.3.1	0,1305	1,7	01Jan2016, 02:10	18
T.14.3.2	0,0948	1,5	01Jan2016, 01:50	13,5
T.14.4	0,113	1,5	01Jan2016, 02:20	16,2
T.14.5	0,0731	1,1	01Jan2016, 02:00	10,5
T.1.1	0,1139	2,1	01Jan2016, 01:40	16,8
T.1.2	0,1383	3	01Jan2016, 01:20	20,2
T.3	0,0983	1,8	01Jan2016, 01:30	13,1
T.4	0,1635	3,9	01Jan2016, 01:20	24,4
T.4.0.1	0,0755	1,7	01Jan2016, 01:20	11,1
T.4.0.2	0,0603	1,5	01Jan2016, 01:20	8,9
T.4.1	0,0346	0,9	01Jan2016, 01:00	5,2
T.4.2	0,1661	3,9	01Jan2016, 01:20	24,8
T.4.3	0,1006	2,5	01Jan2016, 01:10	15
T.6.1	0,0374	0,9	01Jan2016, 01:10	5,6
T.6.2	0,044	1,1	01Jan2016, 01:00	6,6
T.7.1	0,0553	0,9	01Jan2016, 01:20	6
T.7.2	0,1621	3,9	01Jan2016, 01:20	24,2
T.7.2.1	0,0442	1,1	01Jan2016, 01:10	6,6
T.8	0,0551	1,2	01Jan2016, 01:20	8,2
T.9.1.1	0,1177	2	01Jan2016, 01:50	17,4
T.9.2	0,0871	1,8	01Jan2016, 01:20	12,9
T.9.2.1	0,1258	1,9	01Jan2016, 02:00	17,5
T.9.2.2	0,0622	0,9	01Jan2016, 01:50	8,4

Sumber: hasil perhitungan

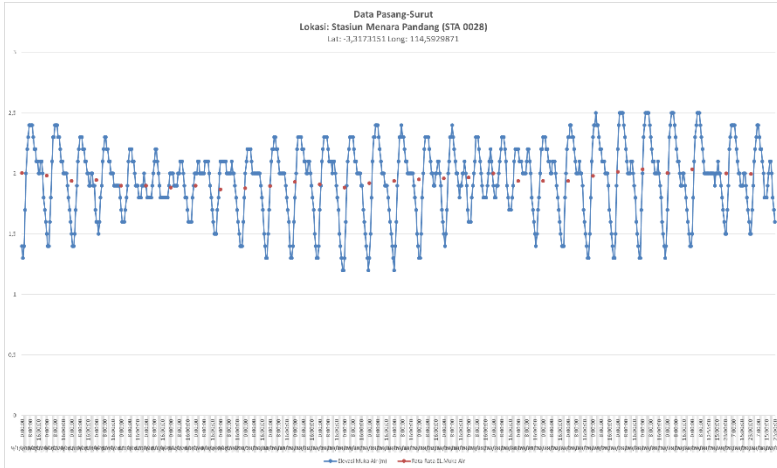
Tabel 4.14 Hasil Simulasi Hujan Rencana Periode Ulang
25 Tahunan

Element	Drainage Area	Peak	Time of Peak	V (1000 m ³)	Element	Drainage Area	Peak	Time of Peak	V (1000 m ³)
AY01	0,0926	2	01Jan2016, 01:50	18,5	Junction-9.2	0,2751	6,5	01Jan2016, 01:50	64,9
AY02	0,0983	3,1	01Jan2016, 01:20	22,4	Junction-9.2.1	0,1258	3,2	01Jan2016, 02:00	29,4
AY03	0,1036	2,7	01Jan2016, 01:40	25,3	Junction-9.2.2	0,0622	1,5	01Jan2016, 01:50	14,2
AY04	0,0346	1,5	01Jan2016, 01:00	8,5	PK01	0,1383	5	01Jan2016, 01:10	33,4
AY05	0,0755	2,8	01Jan2016, 01:10	18,3	PK02	0,1139	3,5	01Jan2016, 01:50	27,8
AY06	0,0603	2,4	01Jan2016, 01:00	14,7	PK03	0,1006	5,5	01Jan2016, 01:00	24,7
AY07	0,1177	3,3	01Jan2016, 01:40	28,7	PK04	0,1289	5,5	01Jan2016, 01:10	31,6
AY08	0,0622	1,5	01Jan2016, 01:40	14,2	PK05	0,1661	2	01Jan2016, 01:00	40,8
AY09	0,0871	3,1	01Jan2016, 01:10	21,3	PK06	0,0374	1,6	01Jan2016, 01:00	9,2
AY10	0,1258	3,2	01Jan2016, 01:40	29,4	PK07	0,0442	1,8	01Jan2016, 01:00	10,8
AY11	0,1199	3,5	01Jan2016, 01:30	29,4	PK08	0,0553	1,7	01Jan2016, 01:10	11,1
AY12	0,0704	2	01Jan2016, 01:40	17,3	PK09	0,1179	4,8	01Jan2016, 01:00	28,9
AY13	0,0919	2,3	01Jan2016, 01:50	22,3	PK10	0,0442	1,8	01Jan2016, 01:00	10,9
AY14	0,235	3	01Jan2016, 04:10	53,7	PK11	0,0551	2,1	01Jan2016, 01:10	13,5
AY15	0,1513	4,1	01Jan2016, 01:40	36,7	S.AY.1.0	0,0603	2,4	01Jan2016, 01:20	14,7
AY16	0,1453	3,2	01Jan2016, 02:00	32,8	S.AY.1.2	0,0731	1,8	01Jan2016, 02:10	17,5
AY17	0,0442	0,6	01Jan2016, 01:00	3,4	S.AY.1.3	0,1861	4,2	01Jan2016, 02:30	44,5
AY18	0,156	6,5	01Jan2016, 01:00	37	S.AY.1.4	0,4114	9,4	01Jan2016, 02:40	97,4
AY19	0,0948	2,6	01Jan2016, 01:40	22,6	S.AY.1.5	0,3863	5,5	01Jan2016, 03:00	90,3
AY20	0,1934	5,3	01Jan2016, 01:50	45,7	S.AY.1.7	0,1258	3,2	01Jan2016, 02:10	29,4
AY21	0,1305	2,9	01Jan2016, 02:00	30,3	S.AY.1.8	0,0622	1,5	01Jan2016, 02:10	14,2
AY22	0,303	5,1	01Jan2016, 02:30	64,4	S.AY.2.10	0,2394	6,8	01Jan2016, 01:40	58,2
AY23	0,113	2,5	01Jan2016, 02:10	27	S.AY.2.2	0,303	5,1	01Jan2016, 03:00	64,4
AY24	0,0731	1,8	01Jan2016, 01:50	17,5	S.AY.2.3	0,4964	8,4	01Jan2016, 02:30	110,1
G.1	3,499	43,8	01Jan2016, 05:00	822,8	S.AY.2.4	0,6417	11,5	01Jan2016, 02:30	142,9
G.10	1,7719	29,6	01Jan2016, 03:20	410,6	S.AY.2.8	0,1177	3,2	01Jan2016, 02:10	28,7
G.11	1,6096	27,5	01Jan2016, 03:10	371,1	S.1	0,2522	7,2	01Jan2016, 01:40	61,2
G.12	1,6096	27,5	01Jan2016, 03:00	371,1	S.1.3	0,9679	16,2	01Jan2016, 02:40	228,1
G.2	3,4064	43,3	01Jan2016, 04:50	804,3	S.1.4	0,3863	5,5	01Jan2016, 02:40	90,3
G.3	3,3081	42,7	01Jan2016, 04:50	781,9	S.1.1	0,1139	3,4	01Jan2016, 02:40	27,8
G.4	2,6385	38,3	01Jan2016, 04:50	618,1	S.2	0,0926	2	01Jan2016, 02:10	18,5
G.5	2,6385	38,3	01Jan2016, 04:10	618,1	S.2.1	0,0926	2	01Jan2016, 02:00	18,5
G.6	2,5571	37,9	01Jan2016, 04:00	598,1	S.4.0.1	0,1639	4,5	01Jan2016, 01:40	39,9
G.7	2,3397	36,4	01Jan2016, 03:50	547,2	S.4.0.2	0,1036	2,7	01Jan2016, 02:00	25,3
G.8	2,2846	36	01Jan2016, 03:30	533,7	S.4.1	0,2394	6,8	01Jan2016, 02:10	58,2
G.9	1,8918	31	01Jan2016, 03:30	440	S.4.2	0,1661	6,5	01Jan2016, 01:30	40,8
Junction-1	3,7512	45	01Jan2016, 04:50	883,9	S.4.3	0,1006	4,1	01Jan2016, 01:50	24,7
Junction-10	1,8918	31,1	01Jan2016, 03:20	440	S.6	0,0814	3,3	01Jan2016, 01:10	20
Junction-11	1,7719	29,7	01Jan2016, 03:10	410,6	S.7	0,2174	8	01Jan2016, 01:20	50,9
Junction-12	1,6096	27,5	01Jan2016, 03:00	371,1	S.9	0,3928	9,6	01Jan2016, 02:10	93,6
Junction-13	1,6096	27,5	01Jan2016, 02:40	371,1	S.9.1	0,2751	6,5	01Jan2016, 01:50	64,9
Junction-13.1	0,6417	11,5	01Jan2016, 02:30	142,9	T.10	0,1199	3,4	01Jan2016, 01:50	29,4
Junction-13.2	0,4964	8,4	01Jan2016, 02:20	110,1	T.11.1	0,0704	2	01Jan2016, 01:50	17,3
Junction-13.3	0,303	5,1	01Jan2016, 02:50	64,4	T.11.2	0,0919	2,3	01Jan2016, 01:50	22,3
Junction-14	0,9679	16,3	01Jan2016, 02:40	228,1	T.13.1	0,1453	3,2	01Jan2016, 02:20	32,8
Junction-14.1	0,3863	5,5	01Jan2016, 02:40	90,3	T.13.2	0,1934	5,3	01Jan2016, 01:50	45,7
Junction-14.1.1	0,3863	5,5	01Jan2016, 02:20	90,3	T.13.3	0,303	5,1	01Jan2016, 02:50	64,4
Junction-14.2	0,1702	7	01Jan2016, 01:10	40,4	T.14	0,1702	7	01Jan2016, 01:20	40,4
Junction-14.3	0,4114	9,4	01Jan2016, 02:20	97,4	T.14.1	0,1513	4	01Jan2016, 02:10	36,7
Junction-14.3.1	0,2253	5,3	01Jan2016, 02:00	52,9	T.14.2	0,156	6,5	01Jan2016, 01:10	37
Junction-14.4	0,1861	4,3	01Jan2016, 02:20	44,5	T.14.3	0,2253	5,3	01Jan2016, 02:10	52,9
Junction-14.5	0,0731	1,8	01Jan2016, 02:00	17,5	T.14.3.1	0,1305	2,8	01Jan2016, 02:10	30,3
Junction-1.1	0,2522	7,3	01Jan2016, 01:50	61,2	T.14.3.2	0,0948	2,5	01Jan2016, 01:50	22,6
Junction-1.1.1	0,1139	3,5	01Jan2016, 01:40	27,8	T.14.4	0,113	2,5	01Jan2016, 02:20	27
Junction-2	3,499	43,9	01Jan2016, 04:50	822,8	T.14.5	0,0731	1,8	01Jan2016, 02:00	17,5
Junction-2.1	0,0926	2	01Jan2016, 02:00	18,5	T.1.1	0,1139	3,5	01Jan2016, 01:40	27,8
Junction-3	3,4064	43,3	01Jan2016, 04:30	804,3	T.1.2	0,1383	4,9	01Jan2016, 01:20	33,4
Junction-4	3,3081	42,8	01Jan2016, 04:20	781,9	T.3	0,0983	3,1	01Jan2016, 01:30	22,4
Junction-4.0	0,2394	6,8	01Jan2016, 01:40	58,2	T.4	0,1635	6,4	01Jan2016, 01:10	40,1
Junction-4.0.1	0,2394	6,9	01Jan2016, 01:30	58,2	T.4.0.1	0,0755	2,8	01Jan2016, 01:20	18,3
Junction-4.0.2	0,1639	4,5	01Jan2016, 01:40	39,9	T.4.0.2	0,0603	2,4	01Jan2016, 01:20	14,7
Junction-4.0.2.1	0,0603	2,4	01Jan2016, 01:20	14,7	T.4.1	0,0346	1,5	01Jan2016, 01:00	8,5
Junction-4.1	0,1635	6,4	01Jan2016, 01:00	40,1	T.4.2	0,1661	6,5	01Jan2016, 01:20	40,8
Junction-4.2	0,1661	6,5	01Jan2016, 01:20	40,8	T.4.3	0,1006	4,2	01Jan2016, 01:10	24,7
Junction-4.3	0,1006	4,2	01Jan2016, 01:10	24,7	T.6.1	0,0374	1,5	01Jan2016, 01:10	9,2
Junction-5	2,6385	38,3	01Jan2016, 04:30	618,1	T.6.2	0,044	1,8	01Jan2016, 01:00	10,8
Junction-6	2,6385	38,4	01Jan2016, 04:00	618,1	T.7.1	0,0553	1,7	01Jan2016, 01:20	11,1
Junction-6.1	0,0814	3,3	01Jan2016, 01:00	20	T.7.2	0,1621	6,5	01Jan2016, 01:20	39,8
Junction-7	2,5571	37,9	01Jan2016, 03:50	598,1	T.7.2.1	0,0442	1,8	01Jan2016, 01:10	10,9
Junction-7.1	0,2174	8,1	01Jan2016, 01:20	50,9	T.8	0,0551	2,1	01Jan2016, 01:20	13,5
Junction-7.1.1	0,1621	6,5	01Jan2016, 01:00	39,8	T.9.1.1	0,1177	3,3	01Jan2016, 01:50	28,7
Junction-8	2,3397	36,4	01Jan2016, 03:50	547,2	T.9.2	0,0871	3	01Jan2016, 01:20	21,3
Junction-9	2,2846	36,1	01Jan2016, 03:20	533,7	T.9.2.1	0,1258	3,2	01Jan2016, 02:00	29,4
Junction-9.1	0,3928	9,6	01Jan2016, 02:00	93,6	T.9.2.2	0,0622	1,5	01Jan2016, 01:50	14,2
Junction-9.1.1	0,1177	3,3	01Jan2016, 01:50	28,7					

Sumber: hasil perhitungan

4.3 Analisis Data Pasang-Surut

Data pasang surut diperoleh dari Data Telemetri Stasiun Menara Pandang di Sungai Martapura, periode 1 September 2016 sampai dengan 30 September 2016. Data tersebut disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Grafik Data Pasang Surut di Stasiun Menara Pandang Sungai Martapura

4.3.1 Penentuan Konstanta Pasang Surut

Analisa harmonik data pengamatan untuk memperoleh konstanta-konstanta pasang surut dilakukan dengan menggunakan Metode Admiralty. Hasil akhir penguraian pasang surut adalah parameter amplitudo dan beda fase dari masing-masing komponen pasang surut yang besarnya dapat dilihat pada Tabel 4.15.

Tabel 4.15 Penentuan Konstanta Harmonik Pasang Surut

Konstanta	S ₀	M ₂	S ₂	N ₂	K ₁	O ₁	M ₄	MS ₄	K ₂	P ₁
A (m)	192	18	23	3	45	16	2	1	26	18
g (°)	-	138	9	354	198	174	40	170	173	21

Sumber: hasil perhitungan

Tabel 4.16 Nilai-Nilai Elevasi Penting Hasil Pengolahan Data Pasang Surut dengan Metode Admiralty

Konstanta	MSL	HHWL	LLWL	Z ₀	MLWL	MHWL
Elevasi (m)	1,92	2,93	0,90	0,90	1,513	2,32

Sumber: hasil perhitungan

Bilangan Formzhal yang diperoleh dari hasil analisa komponen harmonik pasang surut sebesar 1,511 yang menunjukkan bahwa tipe pasang surut di perairan Sungai Martapura adalah tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed, mainly diurnal tide*).

4.4 Analisis Hidrolika

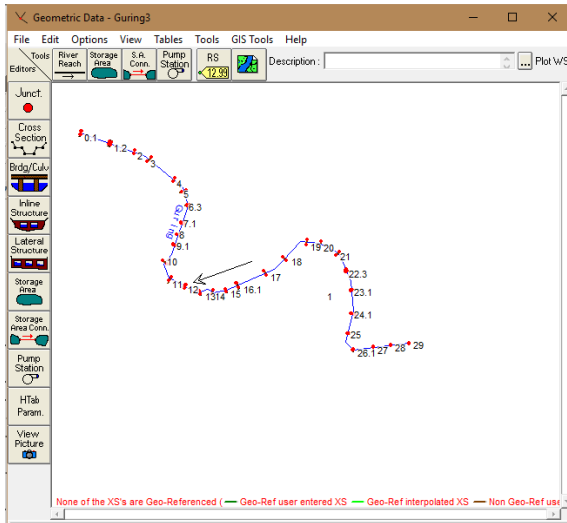
Dalam tugas akhir ini analisa hidrolika sungai dilakukan dengan perhitungan menggunakan program bantu HEC-RAS.

4.4.1 Analisis Kapasitas Sungai Eksisting

Perencanaan dimensi sungai eksisting dilakukan dengan menggunakan program bantu HEC-RAS.

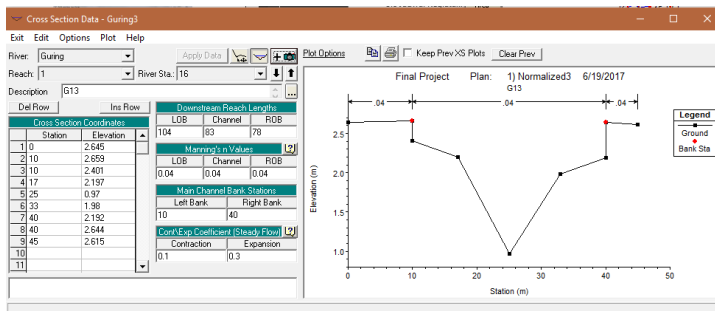
a. Data Geometri

Langkah pertama adalah pembuatan skema saluran pada geometri HEC-RAS. Geometri DAS Guring pada HEC-RAS dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4. 10 Geometri Sungai Guring pada HEC-RAS

Langkah selanjutnya memasukkan data penampang saluran pada menu *Cross Section* dalam *Geometric Data*. Data yang harus dimasukkan adalah panjang saluran (*downstream reach lengths*), koefisien manning (*manning's n value*), koordinat saluran (*cross section coordinates*) dan batasan saluran yang dapat menerima debit banjir (*main channel bank stations*). Contoh *cross section* dapat dilihat pada Gambar 4.11.



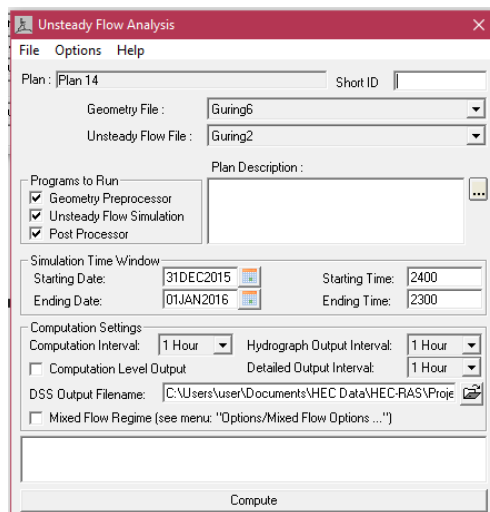
Gambar 4. 11 Cross Section Sungai Eksisting

b. *Unsteady Flow Data*

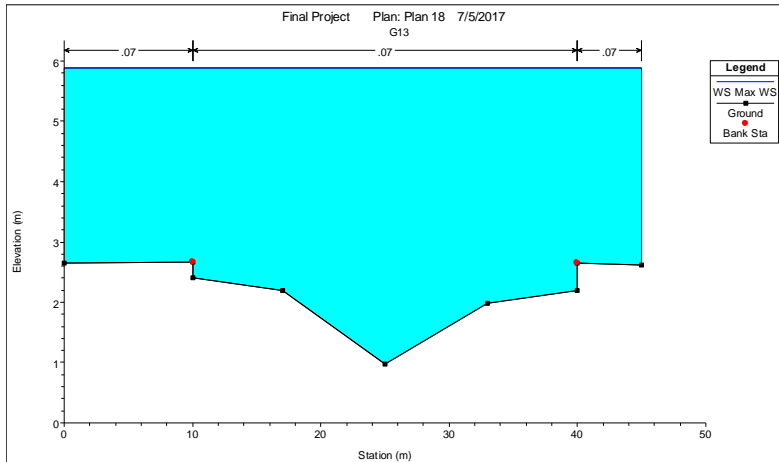
Langkah pertama adalah memasukkan data debit banjir ke dalam menu *unsteady flow data*. Dalam Tugas Akhir ini digunakan *unsteady flow analysis* karena debit yang ada di dalam saluran tidak konstan atau berubah-ubah. Debit yang dimasukkan adalah debit pada setia *cross section* dimana terdapat saluran sekunder yang masuk.

c. Hasil Output HEC-RAS

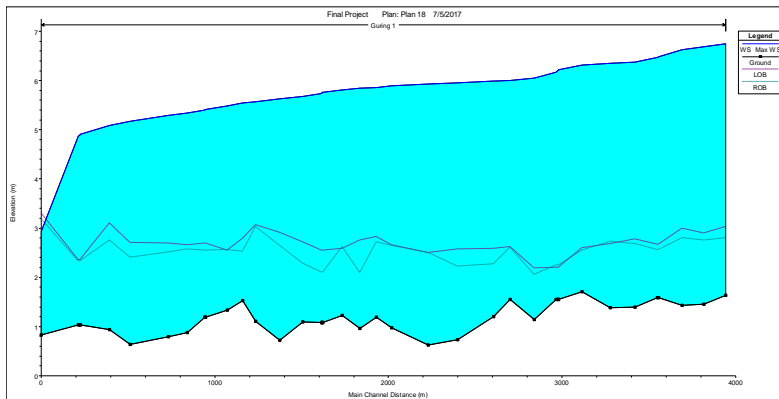
Setelah semua parameter lengkap, termasuk memasukkan data elevasi pasang tertinggi di hilir, dilakukan *running* HEC-RAS. Caranya dengan memilih *perform an unsteady flow simulation* → menandai *geometry preprocessor*, *unsteady flow simulation* dan *post processor* → mengisi *simulation time window* sesuai dengan waktu *flow hydrograph* → *compute*. Contoh gambah saat akan proses *running* dapat dilihat pada Gambar 4.12. Hasil *running* berupa potongan melintang dan memanjang saluran dapat dilihat pada Gambar 4.13 dan 4.14.



Gambar 4. 12 Running Simulasi HEC-RAS Sungai Eksisting



Gambar 4. 13 Potongan Melintang Hasil Simulasi Menggunakan HEC-RAS



Gambar 4. 14 Potongan Memanjang Hasil Simulasi Menggunakan HEC-RAS

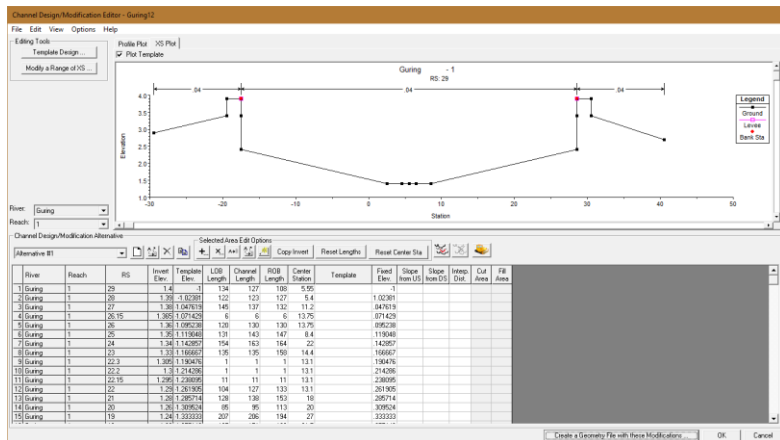
Berdasarkan Gambar 4.13 dan 4.14, dapat dilihat bahwa sungai eksisting tidak dapat mengalirkan debit banjir rencana sehingga dibutuhkan perencanaan sungai baru.

4.4.2 Analisis Kapasitas Sungai Rencana

Perencanaan dimensi sungai dilakukan dengan menggunakan program HEC-RAS. Penampang dasar sungai direncanakan berbentuk trapesium.

a. Data Geometri

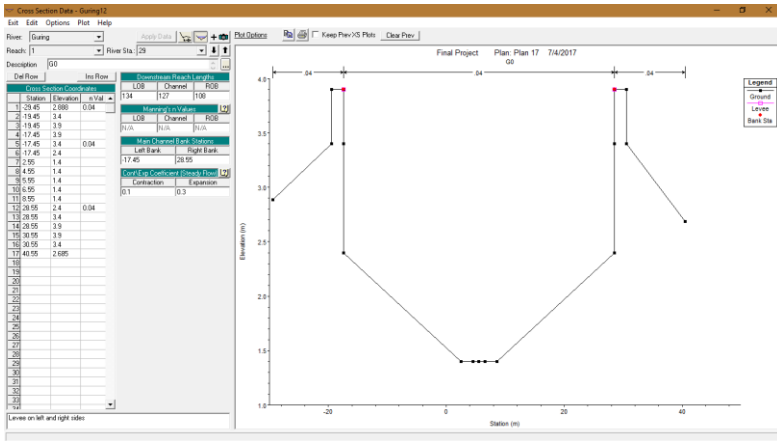
Skema saluran untuk perencanaan yang baru ini hampir sama dengan skema saluran geometri pada Sub Bab 4.4.1. Yang membedakan adalah penampang yang diinput adalah yang sudah didesain menggunakan menu Channel Design/Modification seperti pada Gambar 4.15. Pada tahap ini, dilakukan penambahan kedalaman dan lebar sungai.



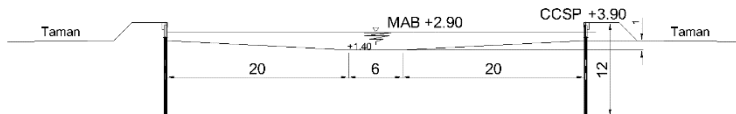
Gambar 4. 15 Channel Design/Modification

Langkah selanjutnya memasukkan data penampang saluran yang sudah didesain pada menu *Cross Section* dalam *Geometric Data*. Pada tahap ini direncanakan untuk menggunakan tanggul

(*leaves*) pada tepi sungai. Tanggul yang digunakan dalam perencanaan ini adalah tanggul beton (*concrete sheet pile*) tipe W-400 A dengan panjang 12 m (katalog terlampir pada Lampiran 3). Data yang harus dimasukkan pada tahap ini adalah letak tanggul. Contoh *cross section* dapat dilihat pada Gambar 4.16 dan 4.17.



Gambar 4. 16 Cross Section Sungai Rencana



Gambar 4. 17 Desain Cross Section Sungai Rencana

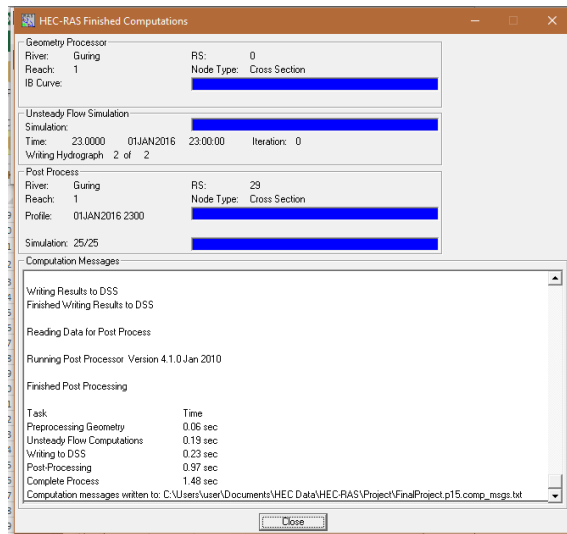
b. Unsteady Flow Data

Untuk menu Unsteady Flow Data menggunakan data yang sama dengan analisis eksisting.

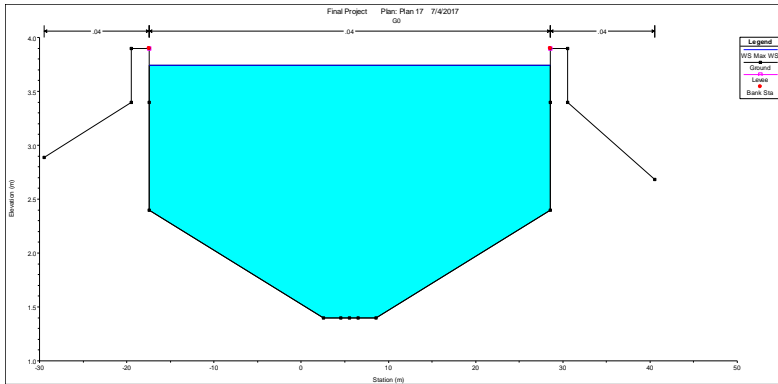
c. Hasil Output HEC-RAS

Tahapan running sama seperti pada sub bab 4.4.1. Pada tahapan ini masih dilakukan *trial and error* dengan mengubah

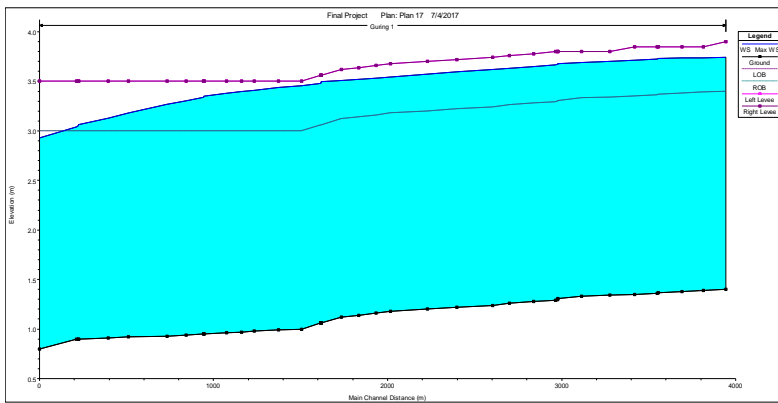
dimensi penampang saluran hingga mendapatkan penampang yang optimal. Dimensi saluran yang telah di desain terlampir (Lampiran 4 - Lampiran 8). Contoh gambar setelah proses running selesai dapat dilihat pada Gambar 4.18. Hasil running berupa potongan melintang dan memanjang sungai dapat dilihat pada Gambar 4.19 dan 4.20.



Gambar 4. 18 Running Simulasi HEC-RAS Sungai Rencana



Gambar 4. 19 Potongan Melintang Hasil Simulasi Menggunakan HEC-RAS



Gambar 4. 20 Potongan Memanjang Hasil Simulasi Menggunakan HEC-RAS

Berdasarkan Gambar 4.17 dan 4.18, dapat dilihat bahwa pada saat kondisi debit puncak, sungai masih dapat mengalirkan debit banjir rencana.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh pada Tugas Akhir Perencanaan Drainase Daerah Aliran Sungai Guring, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan berdasarkan analisa yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Analisa debit banjir rencana pada DAS Guring menggunakan program bantu HEC-HMS. Hasil yang diperoleh, yaitu debit maksimum di hilir sebesar $47 \text{ m}^3/\text{dt}$.
2. Berdasarkan hasil analisis pasang-surut, diketahui tipe pasang surut di perairan Sungai Martapura adalah tipe pasang surut campuran condong ke harian ganda (*mixed, mainly diurnal tide*) dengan elevasi pasang tertinggi + 2,93 m.
3. Berdasarkan hasil analisa hidrolika, diketahui bahwa kapasitas Sungai Guring saat ini tidak mampu mengalirkan debit banjir rencana, sehingga diperlukan perencanaan baru.
4. Berdasarkan hasil analisis program bantu HEC-RAS, direncanakan dimensi saluran tersier berbentuk persegi dengan lebar 1 sampai 3 meter dengan kedalaman hingga 2 meter. Sedangkan saluran sekunder berbentuk persegi dengan lebar 1,5 sampai 5 meter dengan kedalaman hingga 2,5 meter. Sedangkan direncanakan dimensi Sungai Guring yang mencukupi sebesar 46 m di bagian hulu, kemudian semakin ke hilir dimensi saluran bertambah menjadi 50 m dengan kedalaman hingga 3 meter, dengan penambahan tanggul beton pada tepi Sungai Guring.

5.2 Saran

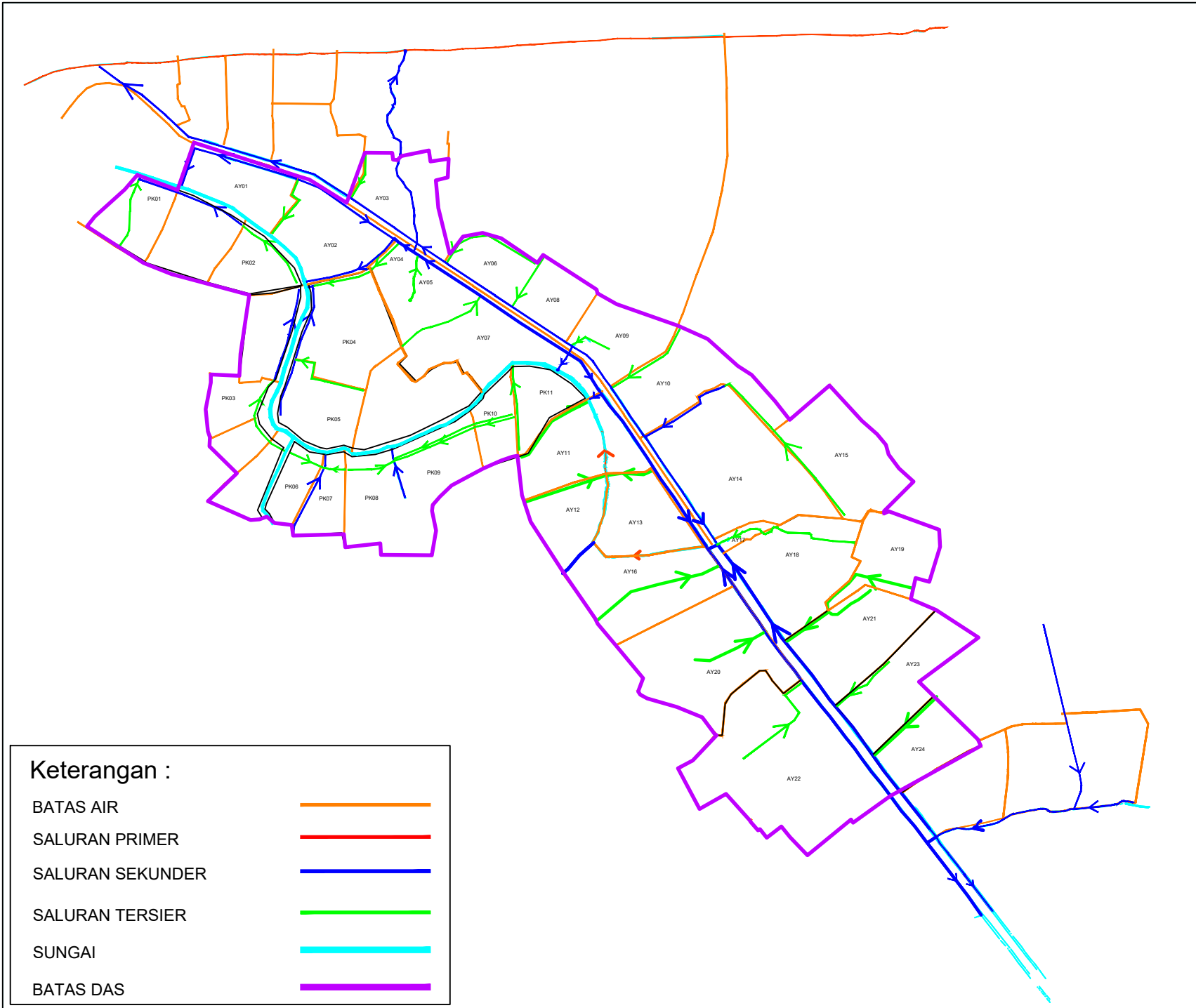
Berdasarkan hasil analisa dan perhitungan pada Tugas Akhir ini, terdapat beberapa saran yang bisa dijadikan sebagai bahan pertimbangan, antara lain sebagai berikut:

1. Perlu untuk meninjau dari sisi pembangunan pemukiman yang baru terhadap pengolahan sumber daya air sehingga tidak menimbulkan masalah di kemudian hari.
2. Perlu adanya penertiban pemukiman pada kawasan pinggiran kali dikarenakan sebagian besar genangan terjadi pada wilayah tersebut.
3. Terkait sedimentasi yang terjadi, perlu adanya pemeliharaan saluran baik dengan pengerukan sedimentasi yang dilakukan secara berkala. Dalam tugas akhir, sedimentasi yang terjadi diberikan toleransi 10 %.

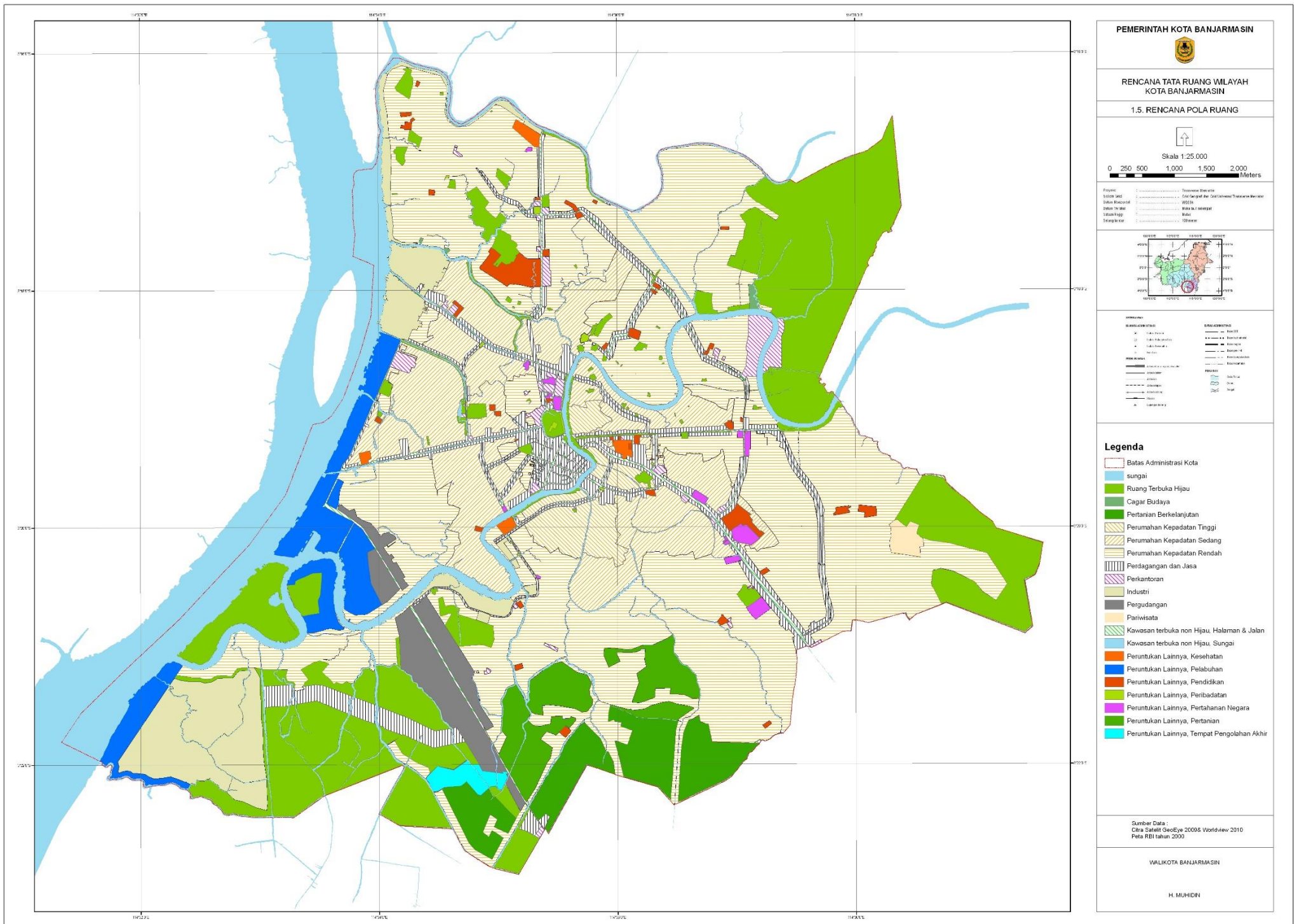
DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2010. **Kriteria Perencanaan Irigasi**. Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
- Asdak, Chay. 2002. **Hidrologi Dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai**. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- BAPPEDA Banjarmasin. 1999. **Analysis of Detail Plan of Spatial Urban Area of Banjarmasin**. Banjarmasin.
- Bina Marga. 1990. **Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan No. 008/T/BNKT/1990**. Penerbit Departemen Pekerjaan Umum.
- Br, Sri Harto. 1993. **Analisis Hidrologi**. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Boon, John D. 2007. **World Tides User Manual**. USA: Gloucester Point.
- Chow V.T. 1992. **Hidrolika Saluran Terbuka**. Alih Bahasa oleh Rosalina E.V.N. Jakarta: Erlangga.
- Dietzel, Fritz. 1992. **Turbin, Pompa Dan Kompresor**. Alih Bahasa oleh Ir. Dakso Sriyono. Jakarta: Erlangga.
- Emery, W.J. and R.E. Thomson. 1997. **Data Analysis Methods in Physical Oceanography**. Pergamon. United Kingdom.
- Hydrologic Engineering Center. 2010. **HEC-RAS River Analysis System (Hydraulic Reference Manual)**, Version 4.1. Davis, CA: U.S. Army Corps of Engineers.
- Hydrologic Engineering Center. 2010. **HEC-HMS Hydrologic Modelling System (Hydraulic Reference Manual)**, Version 4.1. Davis, CA: U.S. Army Corps of Engineers.
- Khetagurov, M. 1970. **Marine Auxiliary Machinery and Systems**. Moskow: Peace Publisher.
- Lasminto, Umboro. 2005. **Modul Hidrolika: Perencanaan Saluran Terbuka untuk Aliran Seragam**. Surabaya

- Lasminto, Umboro. 2016. **Buku Ajar Hidrologi**. Surabaya
- Ongkongo O.S.R., dan Suyarso. 1989. **Pasang Surut**. Jakarta: Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI), Pusat Pengembangan Oseanologi.
- Suripin. 2004. **Sistem Drainase yang Berkelanjutan**. Yogyakarta: Andi Offset Yogyakarta.
- Soewarno. 1995. **Hidrologi: Aplikasi Metode Statistik untuk Analisa Data**. Bandung: NOVA.
- Triatmodjo, Bambang. 2010. **Hidrologi Terapan**. Cetakan kedua. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.
- Triatmodjo, Bambang. 2009. **Perencanaan Pelabuhan**. Yogyakarta: Beta Offset Yogyakarta.



<p align="center">JURUSAN TEKNIK SIPIL PROGRAM STUDI SI REGULER</p> <p align="center">FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER</p> <p align="center">2017</p>	
<p align="center">JUDUL TUGAS AKHIR</p>	
<p align="center">PERENCANAAN DRAINASE DAERAH ALIRAN SUNGAI GURING KOTA BANJARMASIN KALIMANTAN SELATAN</p>	
<p align="center">JUDUL GAMBAR</p>	
<p align="center">DAS SUNGAI GURING</p>	
<p align="center">NAMA MAHASISWA / NRP</p>	
<p align="center">RACHMATIKA NURITA (31 13 100 092)</p>	
<p align="center">DOSEN PEMBIMBING</p>	
<p align="center">Dr. techn. UMBORO LASMINTO, S.T., M.Sc.</p>	
NO. GAMBAR	JUMLAH GAMBAR
01	06
<p align="center">SKALA GAMBAR</p>	
<p align="center">1 : 10000</p>	



RETAINING WALL CONCRETE PRODUCT



PT WASKITA BETON PRECAST

Type of Sheet Pile

- CCSP (Corrugated Concrete Sheet Pile) Prestressed
- FCSP (Flat Concrete Sheet Pile) Prestressed
- FRSP (Flat Reinforced Sheet Pile)

System of Joint Between Sheet Pile

- Male - female (Standard) Water tight joint (Special order)

Method of Driving

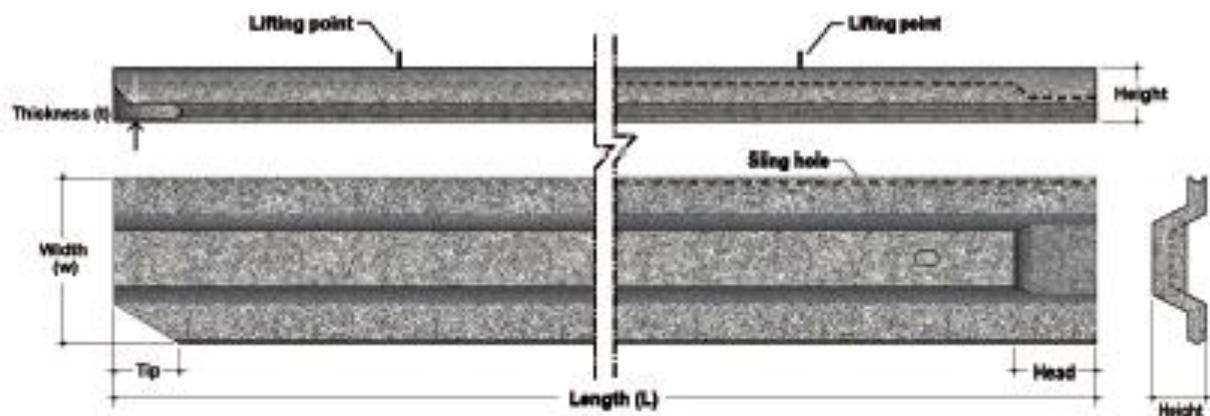
- Vibro or Diesel Hammer (Standard)
- Vibro Hammer and Water Jet (Special Order)

Design and Manufacturing Reference

- | | |
|------------------|--------------------------------------|
| JS A 5326 - 1988 | Prestressed Concrete Sheet Piles |
| JS A 5325 - 1990 | Reinforced Concrete Sheet Piles |
| SNi 03-2847-2002 | Indonesian Concrete Code |
| JS A 5373 - 2010 | Precast Prestressed Concrete Product |

Corrugated Concrete Sheet Pile (CCSP) Prestressed

Shape and Dimension



Specification

Type	Height H (mm)	Thickness t (mm)	Width W (mm)	Cross Section (cm ²)	Moment of Inertia (cm ⁴)	Unit Weight (Kg/m)	Crack Moment (Ton.m)	Length (m)																
								8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21			
W-325 A 1000	325	110	996	1315	134261	329	11.4	■	■	■	■	■	■											
B							13.3	■	■	■	■	■	■	■	■									
W-350 A 1000	350	120	996	1468	139432	368	15.6		■	■	■	■	■	■	■									
B							17.0			■	■	■	■	■	■	■								
W-400 A 1000	400	120	996	1598	248685	400	20.1				■	■	■	■	■	■								
B							23.4					■	■	■	■	■	■							
W-450 A 1000	450	120	996	1835	353354	459	26.9					■	■	■	■	■	■							
B							30.7						■	■	■	■	■	■						
W-500 A 1000	500	120	996	1818	462362	455	35.2						■	■	■	■	■	■						
B							40.4								■	■	■	■	■	■				
W-600 A 1000	600	120	996	2078	765907	525	50.6									■	■	■	■	■	■	■	■	■
B							59.6											■	■	■	■	■	■	■

2017

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE
DAERAH ALIRAN SUNGAI GURING
KOTA BANJARMASIN
KALIMANTAN SELATAN

JUDUL GAMBAR

JARINGAN SUB SISTEM
A. YANI 1

NAMA MAHASISWA / NRP

RACHMATIKA NURITA
(31 13 100 092)

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. UMBORO LASMINTO, S.T.,
M.Sc.

NO. GAMBAR

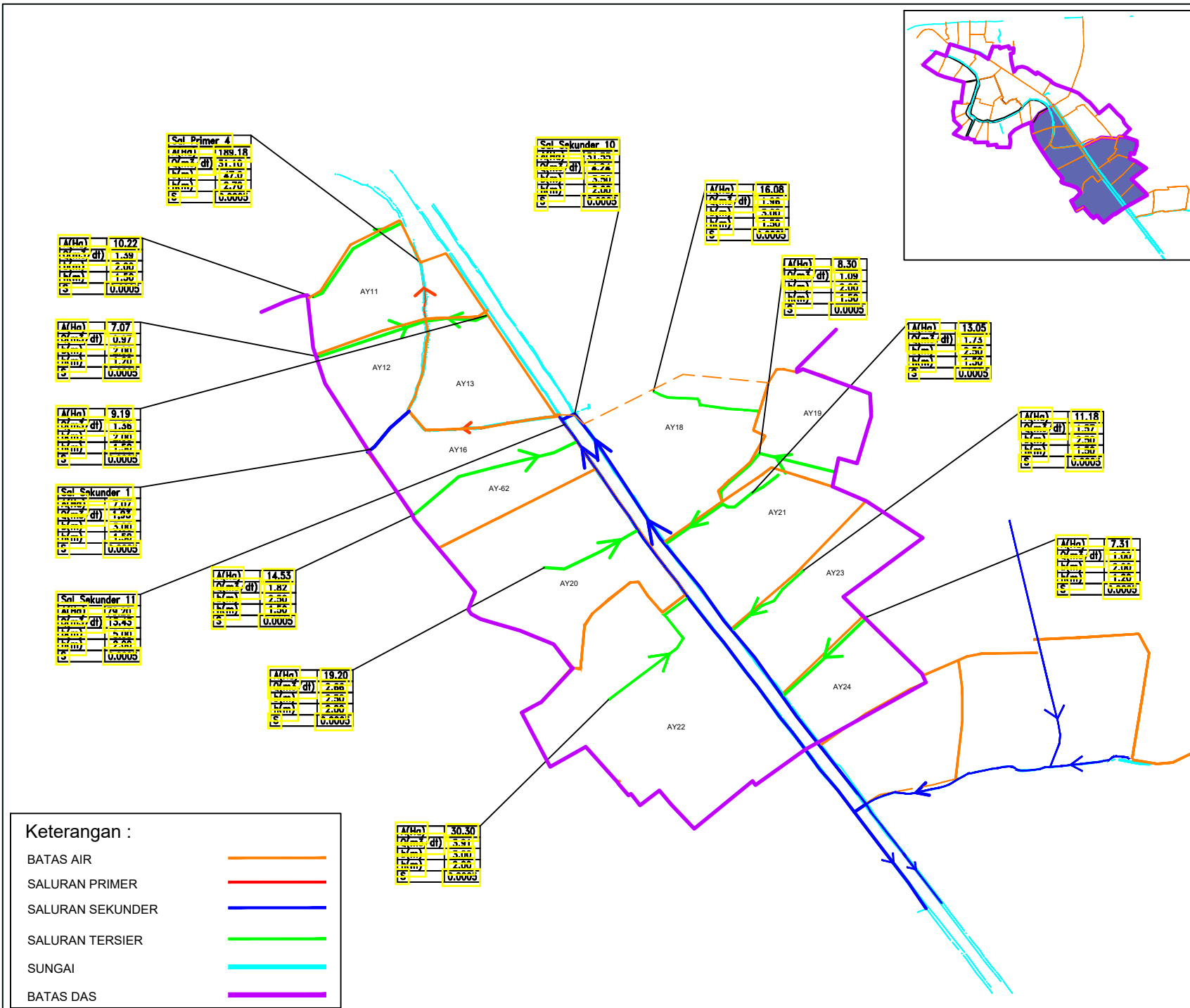
02

JUMLAH
GAMBAR

06

SKALA GAMBAR

1 : 8000



2017

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE
DAERAH ALIRAN SUNGAI GURING
KOTA BANJARMASIN
KALIMANTAN SELATAN

JUDUL GAMBAR

JARINGAN SUB SISTEM
A. YANI 2

NAMA MAHASISWA / NRP

RACHMATIKA NURITA
(31 13 100 092)

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. UMBORO LASMINTO, S.T.,
M.Sc.

NO. GAMBAR

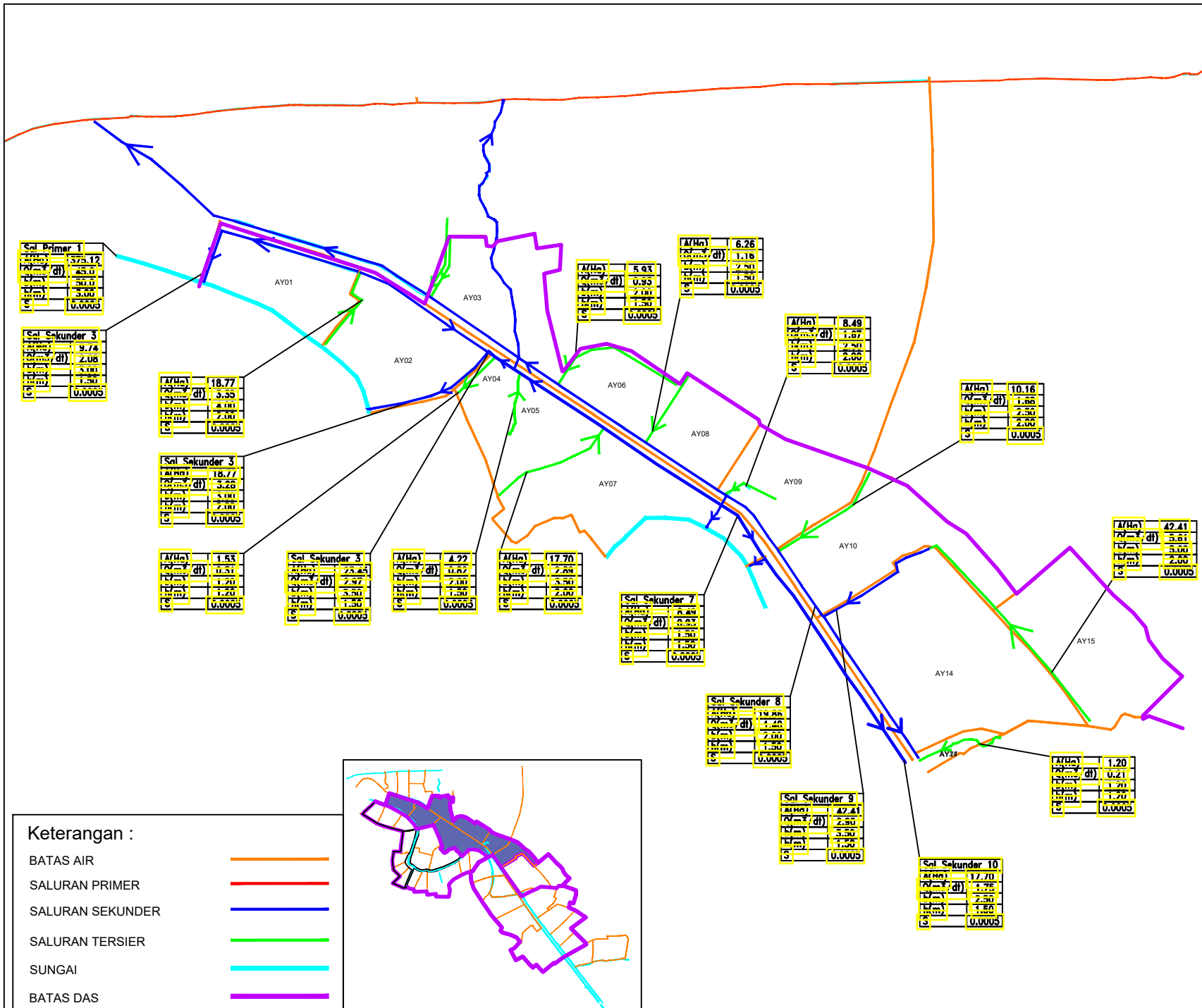
03

JUMLAH
GAMBAR

06

SKALA GAMBAR

1 : 8000



2017

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE
DAERAH ALIRAN SUNGAI GURING
KOTA BANJARMASIN
KALIMANTAN SELATAN

JUDUL GAMBAR

JARINGAN SUB SISTEM
PEKAPURAN 1

NAMA MAHASISWA / NRP

RACHMATIKA NURITA
(31 13 100 092)

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. UMBORO LASMINTO, S.T.,
M.Sc.

NO. GAMBAR

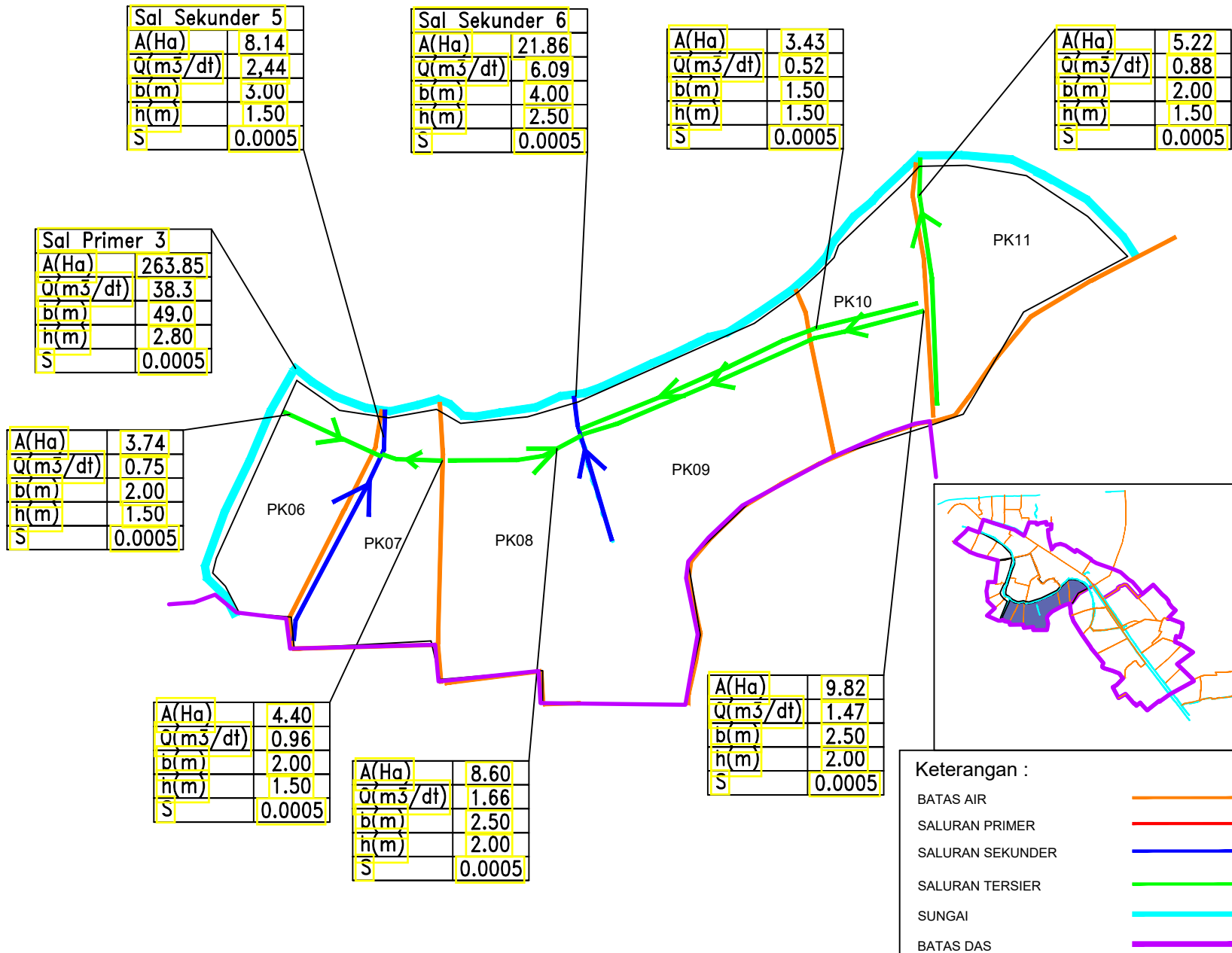
04

JUMLAH
GAMBAR

06

SKALA GAMBAR

1 : 6500



2017

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE
DAERAH ALIRAN SUNGAI GURING
KOTA BANJARMASIN
KALIMANTAN SELATAN

JUDUL GAMBAR

JARINGAN SUB SISTEM
PEKAPURAN 2

NAMA MAHASISWA / NRP

RACHMATIKA NURITA
(31 13 100 092)

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. UMBORO LASMINTO, S.T.,
M.Sc.

NO. GAMBAR

JUMLAH
GAMBAR

05

06

SKALA GAMBAR

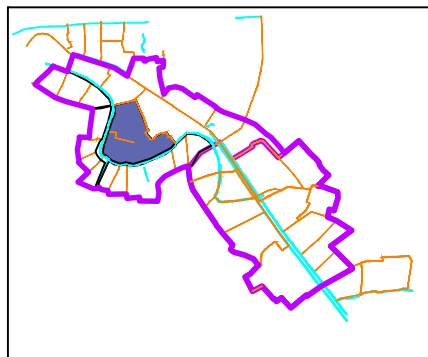
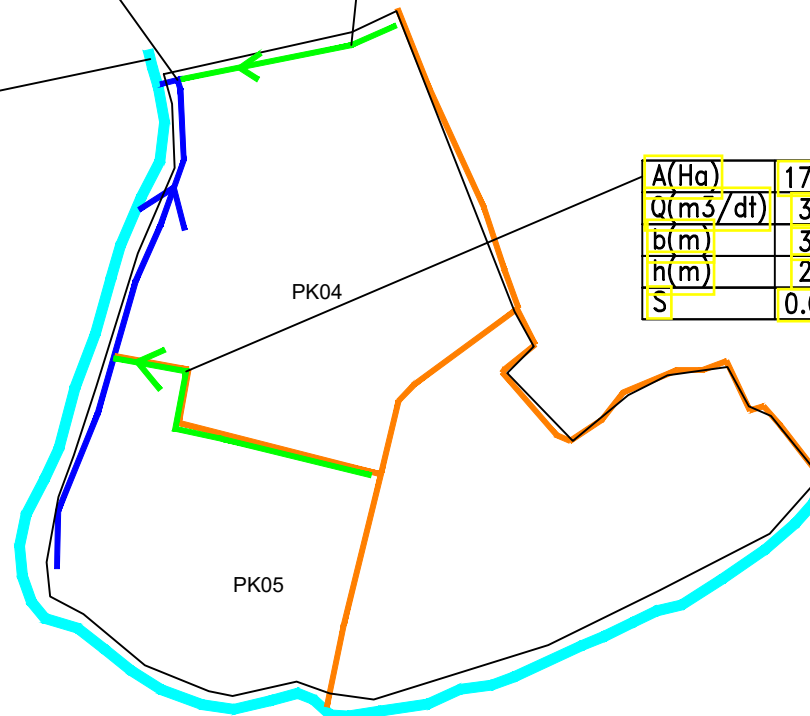
1 : 6500

Sal Sekunder 4	
A(Ha)	19.27
Q(m ³ /dt)	7.80
b(m)	5.00
h(m)	1,50
S	0.0005

A(Ha)	12.11
Q(m ³ /dt)	2.23
b(m)	3.00
h(m)	2.00
S	0.0005

Sal Primer 2	
A(Ha)	330.81
Q(m ³ /dt)	42.8
b(m)	50.0
h(m)	3.00
S	0.0005

A(Ha)	17.97
Q(m ³ /dt)	3.01
b(m)	3.50
h(m)	2.00
S	0.0005



Keterangan :

- BATAS AIR ———
- SALURAN PRIMER ———
- SALURAN SEKUNDER ———
- SALURAN TERSIER ———
- SUNGAI ———
- BATAS DAS ———

2017

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN DRAINASE
DAERAH ALIRAN SUNGAI GURING
KOTA BANJARMASIN
KALIMANTAN SELATAN

JUDUL GAMBAR

JARINGAN SUB SISTEM
PEKAPURAN 3

NAMA MAHASISWA / NRP

RACHMATIKA NURITA
(31 13 100 092)

DOSEN PEMBIMBING

Dr. techn. UMBORO LASMINTO, S.T.,
M.Sc.

NO. GAMBAR

06

JUMLAH
GAMBAR

06

SKALA GAMBAR

1 : 6500

Sal Primer 1	
A(Ha)	375.12
Q(m ³ /dt)	45.0
b(m)	50.0
h(m)	3.00
S	0.0005

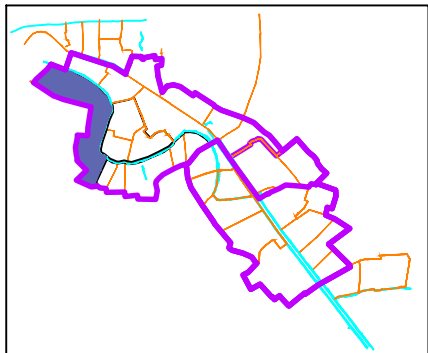
A(Ha)	13.65
Q(m ³ /dt)	2.42
b(m)	3.00
h(m)	2.00
S	0.0005

Sal Sekunder 1	
A(Ha)	25,01
Q(m ³ /dt)	6.47
b(m)	4.00
h(m)	2.50
S	0.0005

A(Ha)	11.36
Q(m ³ /dt)	1.95
b(m)	2.50
h(m)	2.00
S	0.0005

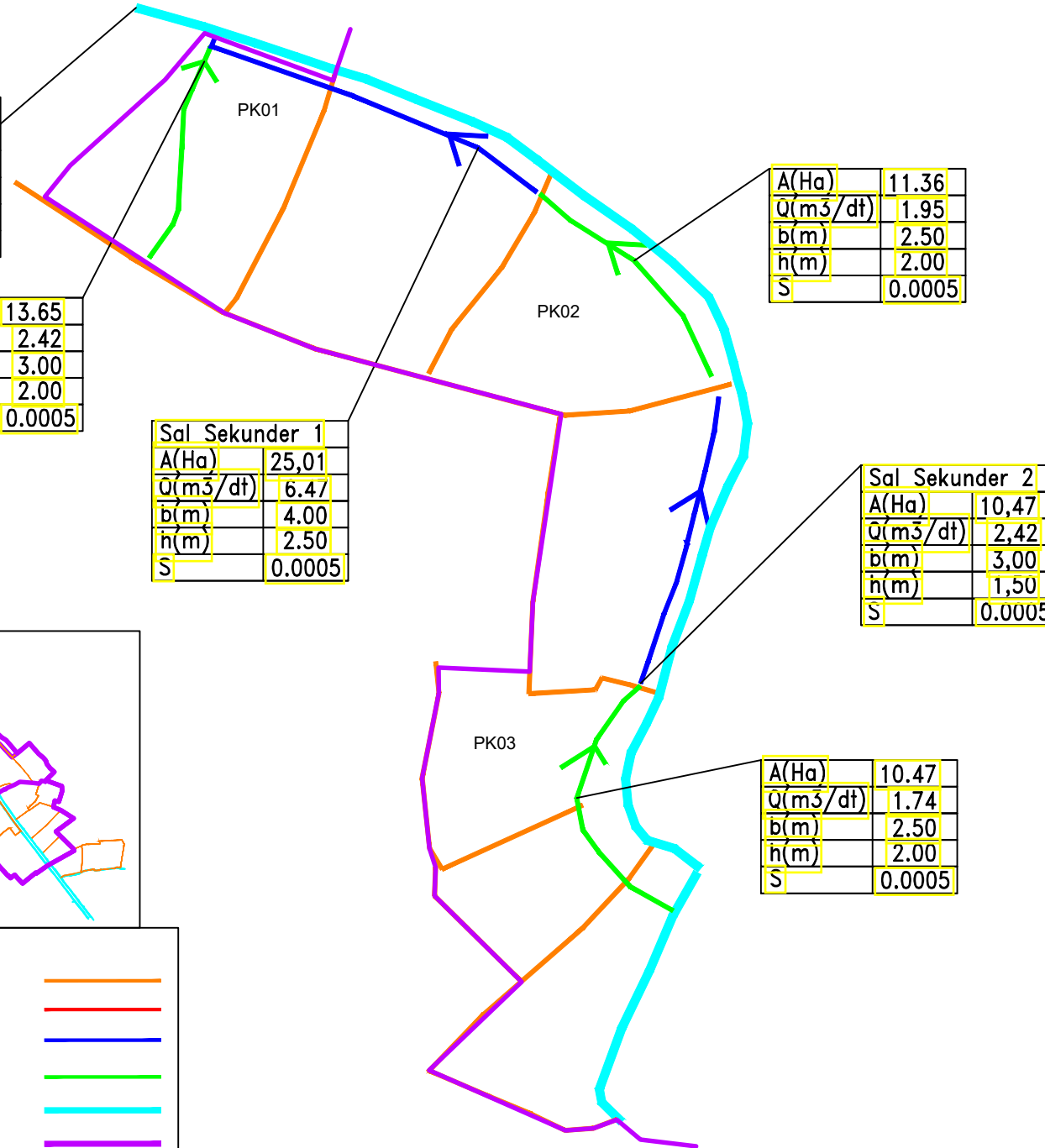
Sal Sekunder 2	
A(Ha)	10,47
Q(m ³ /dt)	2,42
b(m)	3,00
h(m)	1,50
S	0.0005

A(Ha)	10.47
Q(m ³ /dt)	1.74
b(m)	2.50
h(m)	2.00
S	0.0005



Keterangan :

BATAS AIR	
SALURAN PRIMER	
SALURAN SEKUNDER	
SALURAN TERSIER	
SUNGAI	
BATAS DAS	



BIODATA PENULIS

Rachmatika Nurita



Penulis dilahirkan di Banjarmasin, 4 November 1996. Merupakan anak sulung dari 3 (tiga) bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Islam Sabibal Muhtadin Banjarmasin, SD Islam Sabibal Muhtadin Banjarmasin, SMP Negeri 6 Banjarmasin dan SMA Negeri 7 Banjarmasin. Setelah lulus SMA pada tahun 2013, penulis mengikuti sejumlah tes masuk perguruan tinggi negeri dan diterima di Program Studi S1 Jurusan Teknik Sipil FTSP-ITS pada tahun yang sama. Dalam program studi tersebut Penulis terdaftar dengan NRP 3113100092.

Di Jurusan Teknik Sipil penulis mengambil Tugas Akhir di bidang Hidroteknik. Penulis sempat aktif sebagai anggota di Himpunan Mahasiswa Sipil FTSP-ITS dan menjabat sebagai Wakil Sekretaris Umum HMS FTSP-ITS di tahun kedua. Penulis sempat mengikuti sejumlah pelatihan seperti Pra LKMM TD tingkat fakultas dan LKMM TD tingkat departemen. Selain itu, pada tahun keempat Penulis juga menjadi salah satu delegasi *Indonesia-Netherlands Water Challenge* mewakili ITS sebagai *Young Water Talent*.

email: rachmatika.tika.nurita@gmail.com

~ Halaman ini sengaja dikosongkan ~



PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04
rev01

NAMA PEMBIMBING	: Dr. Techn. Umboro Lasmino, S.T., M.Sc.
NAMA MAHASISWA	: Rachmatika Nurita
NRP	: 31 13 100 092
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Drainase Daerah Aliran Sungai Guring, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan
TANGGAL PROPOSAL	: Juni 2016
NO. SP-MMTA	: 059356 / IT2.3.I.1 / PP. 05.02.00 / 2016

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
	7/10 2016	Menentukan DAS Guring	Menentukan skema jaringan	
	4/11 2016	Cole dgn peta topo Buat sus des dan rencana jaringan	Mengolah data hidrologi	
	1/12 2016	Input data ke HRS		
	7/12 2016	Desain saluran		
	24/5 2017	Input data flow HRS-RAS Analisis saluran primer saja	Input data flow HEC-RAS Desain saluran	
	7/6 2017	BM telemetri dgn data penampang sama Elevasi HHWS = 29,3 cm	Coba run HEC-RAS tanpa bridge / culvert	
	12/6 2017		Tambah input tanggul (leaves) Desain Saluran	
	15/6 2017	Coba penampang dgn elevasi tanggul rendah, perbaiki dgn peta topo		



PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil Lt.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111

Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



Form AK/TA-04
rev01

NAMA PEMBIMBING	: Dr. techn. Umboro Lasmino, S.T., M.Sc.
NAMA MAHASISWA	: Rachmatika Nurita
NRP	: 3113 100 092
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Drainase Daerah Aliran Sungai Guring, Kota Banjarmasin, Kalimantan Selatan
TANGGAL PROPOSAL	: Juni 2016
NO. SP-MMTA	: 059356 / JT 2.3.1.1 / PP.05.02.00 / 2016

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
	22/6/2017	Gambar dan Sheet pile		