

TUGAS AKHIR

**“SISTEM JARINGAN DRAINASE DI KELURAHAN
PAROPO KECAMATAN PANAKKUKANG KOTA
MAKASSAR DAN PENANGGULANGANNYA”**



DISUSUN OLEH :

KAMARUDDIN 45 10 041 043

JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

2018

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : KAMARUDDIN
Nomor Stambuk : 45 10 041 043
Program Studi : Teknik / Sipil
Judul Tugas Akhir : " SISTEM JARINGAN DRAINASE DI
KELURAHAN PAROPO KECAMATAN
PANAKUKKANG KOTA MAKASSAR
DAN PENANGGULANGANNYA"

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan di sebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa menyimpan, mengalih formatkan, mengelola dalam bentuk data base, mendistribusikan dan menampilkannya untuk kepentingan akademik.
3. Bersedia dan menjamin untuk menanggung secara pribadi tanpa melibatkan pihak Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa dari semua bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran hak cipta dalam tugas akhir ini.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar , Maret 2017

Yang Menyatakan



KAMARUDDIN



FAKULTAS TEKNIK

LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No.382 / SK / FT / UNIBOS / IX / 2017, Tanggal 26 September 2017, perihal Pengangkatan Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Rabu, 23 Maret 2018
 Nama : KAMARUDDIN
 Nomor Stambuk : 45 10 041 043
 Fakultas / Jurusan : Teknik / Sipil
 Judul Tugas Akhir : **“ SISTIM JARINGAN DRAINASE DI KELURAHAN PAROPO KECAMATAN PANAKUKKANG KOTA MAKASSAR DAN PENANGGULANGANNYA”**

Tejlah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan didepan tim penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana Teknik pada Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

TIM PENGUJI TUGAS AKHIRAV

Ketua/Ex Officio : Ir. Burhanuddin Badrun, M.Sp
 Sekretaris/Ex Officio : Ir. A. Rumpang Yusuf, MT
 Anggota : Dr. Ir..M. Natsir Abduh, M.Si,
 : Hijriah, ST., MT.

(.....)
 (.....)
 (.....)
 (.....)

Makassar, 23 Maret 2018

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik
Univ. Bosowa Makassar


DR. Ridwan, ST. M.Si
 NIDN: 09 10127101

Ketua Jurusan Sipil
Univ. Bosowa Makassar


Hadijah Yulianti, ST., MT
 NIDN : 09 16068201

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN AKHIR

Tugas Akhir :

**"MENGENAL SISTEM JARINGAN DRAINASE DI KELURAHAN PAROPO
KECAMATAN PANAKKUKANG KOTA MAKASSAR DAN
PENANGGULANGANNYA"**

Disusun dan diajukan oleh :

Nama Mahasiswa : KAMARUDDIN

No. Stambuk : 45 10 041 043

Sebagai salah satu syarat, untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi
Teknik Sipil/Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

Telah Disetujui Komisi Pembimbing

Pembimbing I : Ir. Burhanuddin Badrun, M.SP


Pembimbing II : Ir. A.Rumpang Yusuf, MT

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik


Dr. Hamsina, ST, M.Si
NIDN : 09 2406 7601

Ketua Program Studi Jurusan Sipil


Savitri, Prasandi, M, ST.MT
NIDN : 09 050873 04

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Syukur Alhamdulillah, Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan begitu banyak nikmat, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini dengan judul **"MENGENAL IDENTIFIKASI JARINGAN DRAINASE DI KELURAHAN PAROPO KECAMATAN PANAKKUKANG KOTA MAKASSAR DAN PENAGGULANGANNYA"**

Guna untuk mengikuti ujian seminar sebagai salah satu prasyarat dalam penyelesaian pendidikan pada program Studi Strata-1 Fakultas Teknik Jurusan Sipil universitas Bosowa Makassar.

Salam, salawat dan taslim Penulis tujukan kepada Manusia pilihan-Nya, yang hadir bukan hanya karena terpilih namun sangat layak untuk dipilih oleh-Nya. Semoga pancaran Ad-din yang diamanahkan kepadanya akan selalu membawah kebahagiaan dunia dan akhirat.

Penulis dengan segala keterbatasannya mencoba menghimpun, mengolah data, serta penguasaan beberapa literatur, yang digunakan dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat masukan dan bantuan berbagai pihak, akhirnya tujuan penulis menyelesaikan tugas akhir ini dapat terwujud.

Dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada :

1. Bapak **Prof.DR.Saleh Pallu,M.Eng.** selaku Rektor Universitas Bosowa Makassar.
2. Ibu **DR. Hamsina,ST.,M.Si.** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
3. Ibu **Savitri Prasandi M,ST., MT.** selaku ketua Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.
4. Bapak **Ir. Burhanuddin Badrun,M.SP.** selaku dosen pembimbing I, yang telah meluangkan waktu, semangat, inovasi, dan motivasi dalam menyelesaikan penelitian kami ini.
5. Bapak **Ir. A Rumpang Yusuf, MT** selaku dosen pembimbing II, atas waktu yang telah diluangkannya serta koreksi terhadap penulisan dan saran dari awal penelitian hingga terselesainya penulisan ini.
6. Seluruh **Dosen, Staf, dan Karyawan** Fakultas Teknik Jurusan Sipil Universitas Bosowa Makassar.
7. Direktur dan staf **CV. Lalambate Tarantajo** yang memberikan fasilitas dalam penyelesaian tugas akhir ini.
8. Kepada **Kedua Orang Tua tercinta** dan **Keluarga Besar** atas do'a, dukungan dan bantuannya yang telah memberikan dorongan moril dan bantuan materil bagi Penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Teman-teman **Sipil Angkatan 2010, Pengurus MAHASILA, Senior-senior, Seluruh Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Bosowa** yang memberikan motivasi yang tiada henti serta bantuan fasilitas dalam penyelesaian tugas akhir ini.

Dalam penyusunan tugas akhir ini, kami menyadari bahwa masih terdapat kekurangan-kekurangan yang terjadi didalamnya serta jauh dari kesempurnaan, namun demikian Penulis tetap berusaha melengkapinya, mengingat kemampuan yang kami miliki.

Oleh sebab itu Penulis sangat mengharapkan bimbingan, saran, dan kritik yang lebih terarah dan masukan yang positif dari berbagai pihak utamanya dosen pembimbing, para dosen serta rekan-rekan mahasiswa demi kesempurnaan tugas akhir ini. Atas bimbingan, saran dan kritik Penulis tidak lupa mengucapkan banyak terima kasih.

Akhir kata “Keberhasilan itu akan terwujud dengan ikhtiar dan kerjasama yang baik disertai doa kepada Allah SWT”. Kami mengharapkan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang baik kepada kita semua.

Makassar, 17 Februari 2018

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xi
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	I-1
1.2 Rumusan Masalah	I-5
1.3 Maksud dan Tujuan	I-5
1.4 Manfaat Penelitian	I-6
1.5 Batasan Masalah	I-6
1.6 Sistematika Penulisan	I-7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum	II-1
2.2 Pengertian Pemetaan Genangan Banjir	II-2
2.3 Penyebab, Pengendalian dan Penanggulangan Banjir	II-2
2.3.1 Definisi Banjir	II-2
2.3.2 Penyebab Banjir	II-3
2.3.3 Kerugian Akibat Banjir	II-8
2.3.4 Pengendalian Banjir	II-10
2.3.4.1 Pengendalian Banjir Secara Struktur	II-11
2.3.4.2 Pengendalian Banjir Secara Non Struktura	II-24
2.4 Karakteristik Genangan Banjir	II-30
2.4.1 Siklus Hidrologi	II-32
2.4.2 Debit Air Maksimum	II-35
2.4.3 Perencanaan Daerah Aliran Sungai (DAS)	II-35
2.4.4 Analisa distribusi Curah Hujan	II-38
2.4.5 Perhitungan Curah Hujan	II-38
2.4.6 Perhitungan Intensitas Curah Hujan	II-39

2.4.7 Koefisien Pengaliran (Run Off Coeficient)	II-41
2.5 Analisi Debit Genangan Banjir	II-42
2.6 Alternatif Pengendalian Banjir	II-43
2.7 Drainase	II-45
2.7.1 Drainase Perkotaan	II-46
2.7.2 Tipe-Tipe Saluran Drainase	II-49
2.7.3 Pola Aliran Air Dalam Drainase	II-53
2.7.4 Desain Kriteria	II-57
2.7.5 Drainase Modul	II-59
2.7.6 Perencanaan Tinggi Muka Air	II-60
2.7.7 Debit Air Kotor	II-61
2.7.8 Evaluasi Saluran Drainase Terhadap Debit Saluran ..	II-62
2.7.9 Penampang Saluran.....	II-63
2.7.10 Drainase Berwawasan Lingkungan.....	II-64

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metodologi Penelitian	III-1
3.1.1 Lokasi dan waktu penelitian	III-1
3.1.2 Jenis Data	III-1

3.1.3 Tahapan Penelitian	III-2
3.1.4 Metode Pengumpulan Data.....	III-3
3.1.5 Sistem Pengolahan Dan Analisis Data	III-3
3.2 Flow Chart (Bagan Air)	III-4

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi jaringan drainase kelurahan paropo	IV-1
4.1.1 Drainase kelurahan paropo	IV-1
4.2. Sistim jaringan drainase.....	IV-3
4.2.1 Data Curah Hujan Maksimum	IV-4
4.2.2 Data Primer	IV-3
4.2.3 Analisa Debit Saluran Drainase	IV-5
4.2.4 Perhitungan Curah hujan harian maksimum.....	IV-5
4.2.2 Analisis Intensitas Curah Hujan	IV-26
4.2.5 ANALISA DEBIT SALURAN DRAINASE.....	IV-16
4.3 Pembahasan.....	IV-18
4.4. Usulan Penanggulangan	IV-19
4.4.1 Pembangunan Fisik.....	IV-19
4.4.2 Pembangunan Non-Fisik.....	IV-21
4.4.3 Pelestarian Lingkungan Drainase Wilayah.....	IV-24

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan V-1

5.2 Saran V-1

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN DOKUMENTASI PENELITIAN



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Drainase yang berasal dari bahasa Inggris yaitu drainagen mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalirkan air. Dalam bidang ilmu teknik, drainase secara umum dapat diidentifikasi sebagai suatu tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik yang berasal dari air hujan, rembesan, maupun kelebihan air irigasi dari suatu kawasan/lahan, sehingga fungsi kawasan/lahan tidak terganggu. Secara umum, sistem drainase dapat diidentifikasi sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal. Dilihat dari hulunya, bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (interceptor drain), saluran pengumpul (collector drain), saluran induk (main drain), dan badan air penerima (receiving waters). Di sepanjang sistem sering dijumpai bangunan lainya, seperti gorong-gorong, siphon, jembatan air (aqueduct), pelimpah, pintu air, bangunan terjun, kolam tando, dan stasium pompa. Pada sistem yang lengkap, sebelum masuk ke badan air penerima, air diolah dahulu di instalasi pengolahan air limbah (IPAL), khususnya untuk sistem tercampur. Hanya air yang telah memenuhi baku mutu tertentu yang dimasukkan ke badan air penerima, sehingga tidak merusak lingkungan.

Saat ini sistem drainase sudah menjadi salah satu infrastruktur perkotaan yang sangat penting. Kualitas manajemen suatu kota dapat dilihat dari kualitas sistem drainase yang ada. Sistem drainase yang baik dapat membebaskan kota dari genangan air. Genangan air menyebabkan lingkungan menjadi kotor dan jorok, menjadi sarang nyamuk, dan sumber-sumber penyakit lainnya, sehingga dapat menurunkan kualitas lingkungan dan kesehatan masyarakat. Salah satu cara mewujudkan penataan drainase yang baik maka diperlukan sistem data jaringan yang valid terkait sistem aliran drainase dari hulu hingga ke hilir. Sistem data jaringan tersebut dapat tergambar dalam bentuk peta image, dengan tipe data spasial berupa vektor. Keberadaan peta aliran jaringan drainase tersebut dapat memudahkan kegiatan identifikasi masalah terhadap gangguan aliran drainase maupun perencanaan penataan drainase yang berkelanjutan (Sustainable) dan berwawasan lingkungan (Ekology). Berkelanjutan memberi arti yang dalam terhadap segenap usaha perencanaan yang lebih terukur dan terjamin masa depannya secara terus menerus. Adapun Berwawasan Lingkungan memberi arti terhadap adanya upaya pelestarian lingkungan.

Pemerita Kota Makassar saat ini merencanakan kegiatan pemetaan drainase Kota Makassar. Kegiatan tersebut dilatarbelakangi oleh mendesaknya upaya penataan drainase secara comprehensive. Kegiatan tersebut merupakan upaya mewujudkan penataan drainase secara comprehensive. Selain itu, terhambatnya penanganan masalah banjir di Kota

Makassar dikarenakan penangannya dilakukan secara persial. Oleh karena itu, diperlukan sistem data jaringan yang dapat menggambarkan aliran-aliran air limbah dari hulu hingga menuju hilir melalui saluran drainase. Sistem data jaringan tersebut digambarkan dalam bentuk informasi geogafis (SIG). Sistem informasi geografis (SIG) merupakan seperangkat sistem informasi yang dirancang se cara spesifik untuk menangani, memanipulasi dan memvisualisasi data secara geografis dengan keterhubungan data pada suatu lokasi didalam ruang di permukaan bumi yang secara tepat digambarkan dengan sistem koordinat (Wyatt dan Ralphs, 2003). Hasil kegiatan pemetaan drainase di 14 Kecamatan Kota Makassar dapat menjadi data acuan dalam manajemen infrastruktur oleh pemerintah Kota Makassar .Berdasarkan manfaat yang diperoleh dari kegiatan tersebut, maka dianggap perlu melakukan ini kegiatan Pemetaan Drainase Kota Makassar.

Dari uraian diatas, penulis mencoba ingin mengkaji lebih jauh tentang sistem yng berlaku di Kota Makassar dengan Mengangkat judul.

**“MENGENAL IDENTIFIKASI JARINGAN DRAINASE DI
KELURAHAN PAROPO KECAMATAN PANAKKUKANG KOTA
MAKASSAR DAN PENAGGULANGANNYA”**

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian di atas, dapat disimpulkan rumusan masalah yang terjadi yaitu :

- a) Bagaimanakah analisa koneksi eksisting jaringan drainase di kelurahan paropo ?
- b) Bagaimanakah memperbaiki fungsi drainase di kelurahan paropo?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penulisan ini adalah mengidentifikasi koneksi eksisting jaringan drainase.

Adapun tujuan penulisan ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui kondisi eksisting jaringan drainase di kelurahan paropo.
2. Mengetahui fungsi perbaikan drainase kelurahan paropo kecamatan panakkukang kota Makassar

1.4 Manfaat Penelitian

- a) Dapat memberi informasi kepada masyarakat terhadap lokasi yang jaringan drainasenya bermasalah pada musim hujan, guna menentukan upaya penanggulangan yang tepat.
- b) Dapat digunakan oleh orang-orang teknik sipil atau pemerintah untuk merencanakan dan meninjau kembali kondisi jaringan drainase guna mengurangi kerusakan.
- c) Dapat menjadi acuan bagi para ahli dalam penyelesaian masalah-masalah jaringan drainase yang ada di Kelurahan Paropo Kecamatan Panakkukang Kota Makassar .

1.5 Batasan Masalah

Mengingat luas serta kompleksnya masalah yang terjadi, maka perlu diberikan batas masalah untuk memperjelas arah dari pokok pembahasan yang dimaksud. Adapun batasan masalah dalam penulisan ini adalah sebagai berikut:

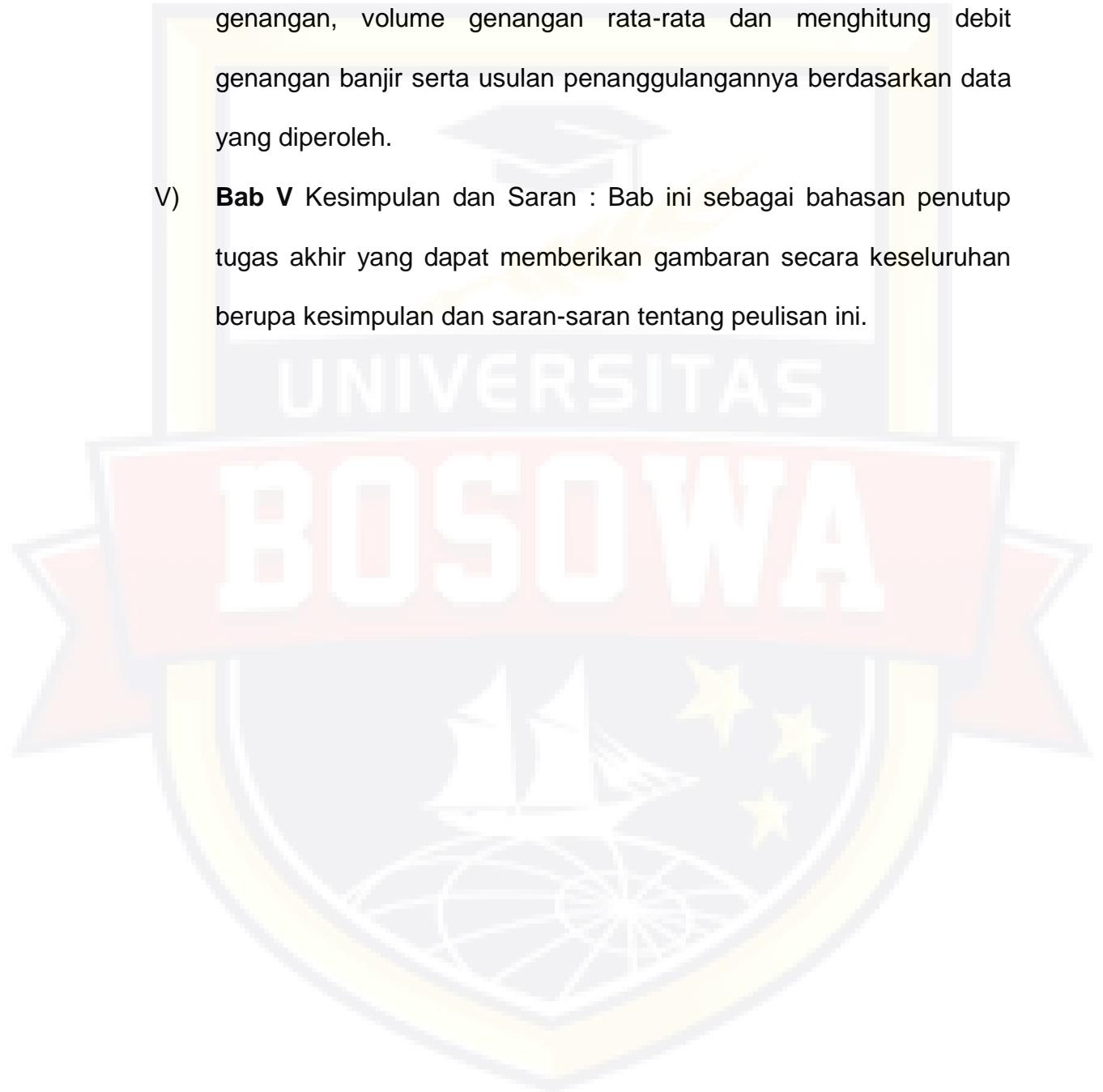
1. Tinjauan terhadap titik jaringan drainase berdasarkan data topografi serta penyusuaian data jaringan drainase data Kota Makassar dari instansi yang menangani.
2. Untuk mengetahui jaringan drainase pada setiap titik menggunakan metode rasional.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk memudahkan pembaca dalam mengetahui dan memahami tentang apa yang menjadi pokok-pokok bahasan dalam penulisan ini, maka secara garis besar berisikan hal-hal sebagai berikut :

- I) **Bab I** Pendahuluan : Merupakan bab yang menguraikan tentang Latar Belakang Masalah
- II) **Bab II** Tinjauan Pustaka : Merupakan bab yang menjelaskan hal-hal yang berhubungan dengan karakteristik genangan banjir.
- III) **Bab III** Metodologi Penelitian : Merupakan bab yang berisi rumusan masalah yang akan dibahas berupa metode yang digunakan dalam menghitung luas genangan, tinggi genangan, volume genangan rata-rata serta menghitung debit genangan banjir berdasarkan data yang diperoleh

- IV) **Bab IV** Hasil dan Pembahasan : Merupakan Bab yang menjelaskan tentang langkah-langkah dalam menghitung luas genangan, tinggi genangan, volume genangan rata-rata dan menghitung debit genangan banjir serta usulan penanggulangannya berdasarkan data yang diperoleh.
- V) **Bab V** Kesimpulan dan Saran : Bab ini sebagai bahasan penutup tugas akhir yang dapat memberikan gambaran secara keseluruhan berupa kesimpulan dan saran-saran tentang peulisan ini.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

Pengendalian banjir merupakan bagian dari pengelolaan sumber daya air yang lebih spesifik untuk mengendalikan debit banjir umumnya melalui dam - dam pengendali banjir, atau peningkatan sistem pembawa (sungai, drainase) dan pencegahan hal yang berpotensi merusak dengan cara mengelola tata guna lahan dan daerah banjir (*flood plains*). (Robert J. Kodoatie, "PSDA Terpadu").

Berbagai bentuk penanganan telah dilakukan tetapi sifatnya masih setengah-setengah dan tidak maksimal sehingga tidak teratasi dengan tuntas. Untuk itu diperlukan penanganan yang komprehensif dengan melibatkan semua pihak terkait.

Implementasi perencanaan pengendalian banjir ini antara lain dengan normalisasi sungai dan kolam penampungan serta stasiun pompa. Perencanaan pengendalian banjir ini diutamakan untuk mengoptimalkan kapasitas saluran dan meminimalkan debit yang mengalir melalui sungai dan saluran sehingga air sungai tidak meluap di titik-titik yang rawan banjir dan debit yang keluar dilaut diharapkan tidak mengalami perubahan yang drastis.

2.2 Pengertian Pemetaan Genangan Banjir

Pemetaan adalah proses pengukuran, perhitungan dan penggambaran permukaan bumi (terminologi geodesi) dengan menggunakan cara dan atau metode tertentu sehingga didapatkan hasil berupa *softcopy* maupun *hardcopy* peta yang berbentuk vektor (Sistem Informasi Geografis, 2002).

Genangan adalah luapan air yang bersifat setempat yang terjadi pada suatu wilayah pada musim hujan sebagai akibat bertambahnya volume air sehingga saluran sub-makro dan seluruh penghubung yang ada tidak dapat lagi menampung kelebihan air serta memiliki ketinggian air ± 10 cm (Sri Harto, 1993).

Banjir adalah jumlah debit air yang melebihi kapasitas pengaliran air tertentu, ataupun meluapnya aliran air pada palung sungai atau saluran sehingga tinggi muka air meningkat dan kemudian melimpah dari kiri kanan tanggul sungai atau saluran (Kodoatie, 2002).

2.3 Penyebab, Pengendalian dan Penanggulangan Banjir

2.3.1 Definisi Banjir

Banjir adalah suatu kondisi dimana tidak tertampungnya air dalam saluran pembuang (kali) atau terhambatnya aliran air di dalam saluran pembuang. (Suripin, "Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan"). Banjir merupakan peristiwa alam yang dapat menimbulkan kerugian harta benda penduduk serta dapat pula menimbulkan korban jiwa. Dikatakan banjir apabila terjadi luapan atau jebolan dan air banjir, disebabkan oleh kurangnya kapasitas penampang saluran pembuang. Banjir di bagian hulu biasanya arus banjirnya deras, daya gersunya

besar, tetapi durasinya pendek. Sedangkan di bagian hilir arusnya tidak deras (karena landai), tetapi durasi banjirnya panjang.

Beberapa karakteristik yang berkaitan dengan banjir, diantaranya :

1. Banjir dapat datang secara tiba – tiba dengan intensitas besar namun dapat langsung mengalir.
2. Banjir datang secara perlahan namun dapat menjadi genangan yang lama (berhari – hari atau bahkan berminggu – minggu) di daerah depresi.
3. Banjir datang secara perlahan namun intensitas hujannya sedikit.
4. Pola banjirnya musiman.
5. Akibat yang ditimbulkan adalah terjadinya genangan, erosi dan sedimentasi. Sedangkan akibat lainnya terisolasinya daerah pemukiman dan diperlukan evakuasi penduduk.

2.3.2 Penyebab Banjir

Banjir dan genangan yang terjadi di suatu lokasi diakibatkan antara lain oleh sebab-sebab berikut ini :

- Perubahan tata guna lahan (*land use*) di daerah aliran sungai (DAS)
- Pembuangan sampah
- Erosi dan sedimentasi
- Kawasan kumuh di sepanjang sungai / drainase
- Perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat
- Curah hujan
- Pengaruh fisiografi / geofisik sungai
- Kapasitas sungai dan drainase yang tidak memadai

- Pengaruh air pasang
- Penurunan tanah dan *rob* (genangan akibat pasang air laut)
- Drainase lahan
- Bendung dan bangunan air
- Kerusakan bangunan pengendali banjir

Bilamana diklasifikasikan oleh tindakan manusia dan yang disebabkan oleh alam maka penyebab di atas dapat disusun sebagai berikut. Yang termasuk sebab - sebab banjir karena tindakan manusia adalah:

- Perubahan tata guna lahan (*land use*)
- Pembuangan sampah
- Kawasan kumuh di sepanjang sungai / drainase
- Perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat
- Penurunan tanah dan *rob*
- Tidak berfungsinya sistem drainase lahan
- Bendung dan bangunan air
- Kerusakan bangunan pengendali banjir
- Erosi dan sedimentasi

Yang termasuk sebab - sebab alami diantaranya adalah:

- Erosi dan sedimentasi
- Curah hujan
- Pengaruh fisiografi / geofisik sungai
- Kapasitas sungai dan drainase yang tidak memadai

- Pengaruh air pasang
- Penurunan tanah dan *rob*
- Drainase lahan

Tabel 2.1 Penyebab Banjir dan Prioritasnya

No.	Penyebab Banjir	Alasan Mengapa Prioritas	Penyebab (Alam/Manusia)
1.	Perubahan tata guna Lahan	Debit puncak naik dari 5 sampai 35 kali karena DAS tidak ada yang menahan sehingga aliran permukaan (run off) menjadi besar, sehingga debit di sungai menjadi besar dan terjadi erosi lahan yang berakibat sedimentasi di sungai sehingga kapasitas sungai menjadi turun	Manusia
2.	Sampah	Sungai atau drainase tersumbat dan jika air melimpah keluar karena daya tampung saluran berkurang	Manusia

3.	Erosi dan Sedimentasi	Akibat perubahan tata guna lahan, terjadi erosi yang berakibat sedimentasi masuk ke sungai sehingga daya tampung sungai berkurang. Penutup lahan vegetatif yang rapat (missal semak-semak, rumput) merupakan penahan laju erosi paling tinggi	Manusia dan Alam
4.	Kawasan Kumuh di Sepanjang Sungai / Drainase	Dapat merupakan penghambat aliran, maupun daya tampung sungai. Masalah kawasan kumuh dikenal sebagai faktor penting terhadap masalah banjir daerah perkotaan.	Manusia
5.	Perencanaan Sistem Pengendalian Banjir yang Tidak Tepat	Sistem pengendalian banjir memang dapat mengurangi kerusakan akibat banjir kecil sampai sedang, tapi mungkin dapat menambah kerusakan selama banjir yang besar. Misal: bangunan tanggul sungai yang tinggi. Limpasan pada tanggul waktu banjir melebihi banjir rencana menyebabkan keruntuhan tanggul, kecepatan air sangat besar yang melalui bobolnya tanggul sehingga menimbulkan	Manusia

		banjir yang besar.	
6.	Curah Hujan	Pada musim penghujan, curah hujan yang tinggi akan mengakibatkan banjir di sungai dan bila melebihi tebing sungai maka akan timbul banjir atau genangan termasuk bobolnya tanggul.	Alam
7.	Pengaruh Fisiografi	Fisiografi atau geografi fisik sungai seperti bentuk, fungsi dan kemiringan Daerah Aliran Sungai (DAS), kemiringan sungai, geometric hidrolis (bentuk penampang seperti lebar, kedalaman, potongan memanjang, material dasar sungai), lokasi sungai dll.	Alam dan Manusi

8.	Kapasitas Sungai	<p>Pengurangan kapasitas aliran banjir pada sungai dapat disebabkan oleh pengendapan berasal dari erosi DAS dan erosi tanggul sungai yang berlebihan dan sedimentasi di sungai itu karena tidak adanya vegetasi penutup dan adanya penggunaan lahan yang tidak tepat</p>	Manusi dan Alam
9.	Kapasitas Drainase Yang Tidak Memadai	<p>Karena perubahan tata guna lahan maupun berkurangnya tanaman/vegetasi serta tindakan manusia mengakibatkan pengurangan kapasitas saluran/sungai sesuai perencanaan yang dibuat</p>	Manusia
10.	Drainase Lahan	<p>Drainasi perkotaan dan pengembangan pertanian pada daerah bantuan banjir akan mengurangi kemampuan bantaran dalam menampung debit air yang tinggi.</p>	Manusia
11.	Bendung dan Bangunan Air	<p>Bendung dan bangunan lain seperti pilar jembatan dapat meningkatkan elevasi muka air banjir karena efek aliran balik</p>	Manusia

		(<i>backwater</i>).	
12.	Kerusakan Bangunan Pengendali Banjir	Pemeliharaan yang kurang memadai dari bangunan pengendali banjir sehingga menimbulkan kerusakan dan akhirnya tidak berfungsi dapat meningkatkan kuantitas banjir.	Manusi dan Alam
13.	Pengaruh Air Pasang	Air pasang memperlambat aliran sungai ke laut. Waktu banjir bersamaan dengan air pasang tinggi maka tinggi genangan atau banjir menjadi besar karena terjadi aliran balik (<i>backwater</i>).	Alam

(Robert J. Kodoatie, "PSDA Terpadu")

2.3.3 Kerugian Akibat Banjir

Daerah dataran merupakan suatu daerah yang mempunyai peranan penting dan telah lama dikembangkan sesuai dengan peradaban dan kehidupan suatu bangsa. Segala aktivitas manusia di daerah dataran tersebut untuk memenuhi kebutuhan dan kemakmuran. Pembangunan infrastruktur terus

dikembangkan baik itu infrastruktur transportasi, pemukiman, perumahan, komunikasi, sistem keairan dll.

Konsekuensi dari perkembangan infrastruktur adalah perubahan tata guna lahan dari kondisi alam seperti hutan, tanaman bakau dan tanaman lainnya menjadi kondisi buatan manusia untuk pemenuhan kebutuhan hidupnya.

Karena perubahan tata guna lahan cenderung merubah saja tanpa memperhitungkan dampaknya maka salah satu kerugian nyata adalah kerugian banjir yang terus meningkat. Persoalan banjir secara lebih detail tak sekedar persoalan teknis atau rekayasa namun merupakan persoalan multi aspek dan multi dimensi. Pertumbuhan penduduk merupakan salah satu faktor kunci meningkatnya persoalan banjir.

Walaupun upaya - upaya pengendalian banjir telah banyak dilakukan, namun banjir masih terus meningkat. Karena sesuai teori perubahan tata guna lahan berkontribusi peningkatan banjir puluhan kali sedangkan pengendalian banjir terutama dengan pembangunan fisik hanya mampu dan berkapasitas 2 sampai 3 kali saja. Dengan kata lain apabila tidak dilakukan dengan cara yang benar persoalan banjir tidak akan pernah bias dipecahkan.

Kerugian akibat banjir pada umumnya relatif dan sulit diidentifikasi secara jelas, dimana terdiri dari kerugian banjir akibat banjir langsung dan tak langsung. Kerugian akibat banjir langsung, merupakan kerugian fisik atau rusaknya infrastruktur akibat banjir yang terjadi.

2.3.4 Pengendalian Banjir

Kegiatan yang dilaksanakan sebelum banjir terjadi disebut kegiatan pengendalian banjir. Pengendalian banjir untuk suatu daerah adalah unik. Hal ini disebabkan system pengendalian banjir suatu daerah belum tentu atau tidak dapat diterapkan pada daerah lain. Tindakan - tindakan yang dapat dilakukan untuk pengendalian banjir antara lain :

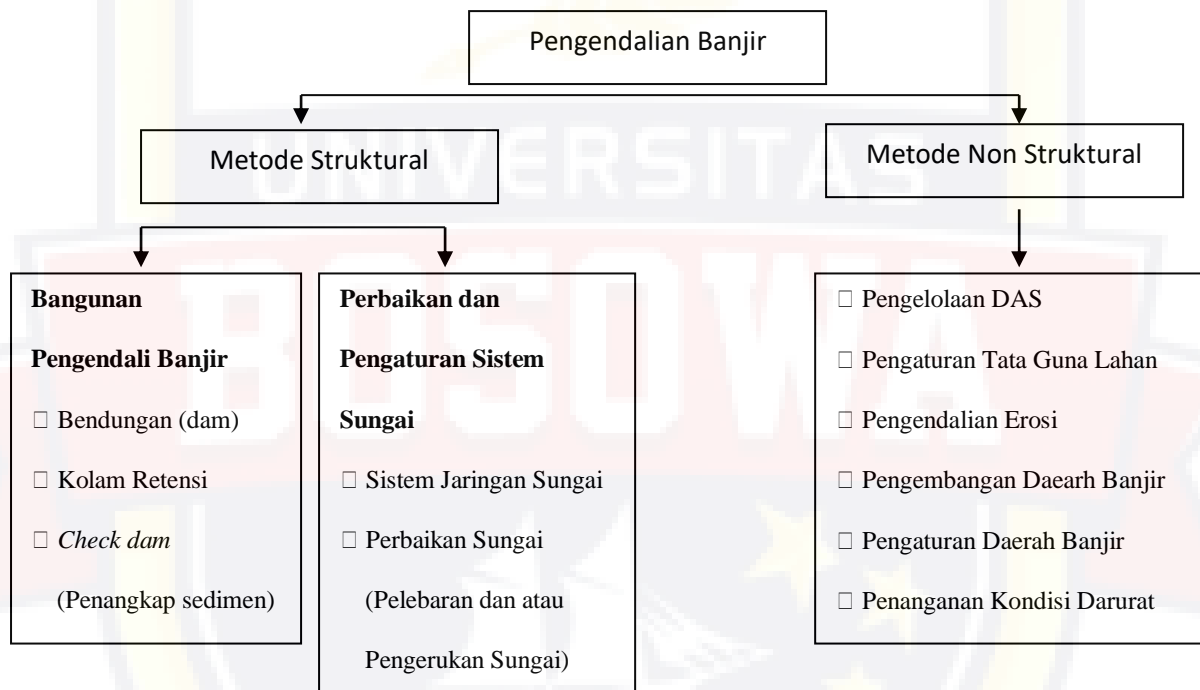
- a. Pengurangan puncak banjir, yang pada umumnya dengan membuat waduk (*reservoir*).
- b. Lokalisir aliran banjir di dalam suatu alur sungai yang ditetapkan dengan tanggul, tembok banjir, atau suatu saluran tertutup.
- c. Penurunan permukaan puncak banjir dengan menaikkan besarnya kecepatan, yaitu dengan perbaikan alur.
- d. Pengalihan air banjir melalui sudetan (*short cut*) atau saluran banjir (*flood way*) ke dalam alur sungai lain atau bahkan ke daerah aliran sungai lain.
- e. Pengurangan limpasan banjir dengan pengolahan lahan.
- f. Pengolahan dataran banjir.

Pada hakekatnya pengendalian banjir merupakan suatu hal yang kompleks.

Dimensi rekayasanya (engineering) melibatkan banyak disiplin ilmu teknik antara lain: hidrologi, hidrolika, erosi DAS, teknik sungai, morfologi & sedimentasi sungai, rekayasa sistem pengendalian banjir, sistem drainase kota, bangunan air, dll. Disamping itu suksesnya program pengendalian banjir juga tergantung

dari aspek lainnya yang menyangkut sosial, ekonomi, lingkungan, institusi, kelembagaan, hukum dan lainnya.

Cara penanganan pengendalian banjir dapat dilakukan secara struktur dan non struktur. Cara ini harus ditinjau dalam satu sistem pengaliran sungai. Secara lebih detail kedua metode ini ditunjukkan dalam Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Pengendalian Banjir Metode Struktural & Non-Struktural

2.3.4.1. Pengendalian Banjir Secara Struktur

Adapun cara - cara pengendalian banjir yang dapat dilakukan dalam sistem

pengendalian banjir secara struktur dapat dibagi 2 (dua), yaitu :

1. Bangunan Pengendali Banjir

a. Bendungan (*Dam*)

Bendungan (*Dam*) adalah suatu penghalang yang melintang pada suatu sungai yang berfungsi untuk mengarahkan dan memperlambat arus, dan juga untuk menciptakan reservoir dan danau. Bendungan digunakan untuk menampung dan mengelola distribusi aliran sungai. Pengendalian diarahkan untuk mengatur debit air sungai di sebelah hilir bendungan. Faktor - faktor yang digunakan dalam pemilihan lokasi bendungan adalah sebagai berikut :

1. Lokasi mudah dicapai.
2. Topografi daerah yang memadai dan tepat (*appropriate*), dengan membentuk tampungan yang besar.
3. Kondisi geologi dan mekanika tanah.
4. Ketersediaan bahan bangunan.
5. Tujuan serbaguna.
6. Pengaruh bendungan terhadap lingkungan.
7. Umumnya bendungan terletak di sebelah hulu daerah yang dilindungi.

b. Kolam Retensi (*Retention Basin*)

Seperti halnya bendungan, kolam penampungan (*retention basin*) berfungsi untuk menyimpan sementara debit sungai sehingga puncak banjir dapat dikurangi. Tingkat pengurangan banjir tergantung pada karakteristik hidrograf banjir, volume kolam dan dinamika beberapa bangunan outlet. Wilayah yang digunakan untuk kolam penampungan biasanya di daerah dataran rendah atau rawa. Dengan perencanaan dan pelaksanaan tata guna lahan yang baik, kolam penampungan dapat digunakan untuk pertanian. Untuk strategi pengendalian yang andal diperlukan :

1. Pengontrolan yang memadai untuk menjamin ketepatan peramalan banjir.
2. Peramalan banjir yang andal dan tepat waktu untuk perlindungan atau evakuasi.
3. Sistem drainase yang baik untuk mengosongkan air dari daerah tampungan secepatnya setelah banjir reda.

c. Bangunan Penangkap Sedimen (*Check Dam*)

Check Dam atau disebut juga bendung penahan berfungsi untuk memperlambat proses sedimentasi dengan mengendalikan gerakan sedimen menuju bagian sungai sebelah hilirnya. Adapun fungsi *Chek Dam* antara lain :

1. Menampung sebagian angkutan sedimen dalam waktu suatu kolam penampung
2. Mengatur jumlah sedimen yang bergerak secara fluvial dalam kepekaan yang tinggi, agar jumlah sedimen yang meluap ke hilir tidak berlebihan. Dengan demikian besarnya sedimen yang masuk akan seimbang dengan

daya angkut aliran air sungainya, sehingga sedimentasi pada lepas pengendapan terhindarkan.

3. Membentuk suatu kemiringan dasar alur sungai baru pada alur sungai hulu.

Check Dam baru akan nampak manfaatnya jika dibangun dalam jumlah yang banyak di alur sungai yang sama.

d. *Groundsill*

Groundsill merupakan suatu konstruksi untuk perkuatan dasar sungai untuk mencegah erosi pada dasar sungai, dengan maksimal drop 2 meter. *Groundsill* diperlukan karena dengan dibangunnya saluran baru (*Short Cut*) maka panjang sungai lebih curam sehingga akan terjadi degradasi pada waktu yang akan datang.

e. *Retarding Basin*

Dalam cara ini daerah depresi (daerah cekungan) sangat diperlukan untuk menampung volume banjir yang datang dari hulu untuk sementara waktu dan dilepaskan kembali pada waktu banjir surut. Dengan kondisi lapangan yang sangat menentukan dan berdasarkan survey lapangan, peta topografi, dan foto udara dapat diidentifikasi lokasi untuk kolam banjir. Daerah cekungan atau depresi yang dapat dipergunakan untuk kolam banjir harus memperhatikan hal - hal sebagai berikut :

1. Daerah cekungan yang akan digunakan sebagai daerah retensi harus merupakan daerah yang tidak efektif pemanfaatannya dan produktifitasnya rendah atau yang tidak dimanfaatkan.
2. Pemanfaatan kolam banjir harus bermanfaat dan efektif untuk daerah yang ada di hilirnya.
3. Daerah tersebut mempunyai potensi dan efektif untuk dijadikan sebagai daerah retensi.
4. Daerah tersebut harus mempunyai area atau tangkapan yang besar.

f. Pembuatan Polder

Drainase sistem polder adalah sistem penanganan drainase perkotaan dengan cara mengisolasi daerah yang dilayani (*catchment area*) terhadap masuknya air dari luar system berupa limpasan (*overflow*) maupun aliran di bawah permukaan tanah (gorong – gorong dan rembesan), serta mengendalikan ketinggian muka air banjir di dalam sistem sesuai dengan rencana.

Drainase sistem polder digunakan apabila penggunaan drainase sistem gravitasi sudah tidak memungkinkan lagi, walaupun biaya investasi dan operasinya lebih mahal. Komponen drainase sistem polder terdiri dari pintu air, tanggul, stasiun pompa, kolam retensi, jaringan saluran drainase, dan saluran kolektor.

Drainase sistem polder digunakan untuk kondisi sebagai berikut :

1. Elevasi / ketinggian muka tanah lebih rendah daripada elevasi muka air laut pasang. Pada daerah tersebut sering terjadi genangan akibat air pasang (rob).
2. Elevasi muka tanah lebih rendah daripada muka air banjir di sungai (pengendali banjir) yang merupakan *outlet* daripada saluran drainase kota.
3. Daerah yang mengalami penurunan (*land subsidence*), sehingga daerah yang semula lebih tinggi dari muka air laut pasang maupun muka air banjir di sungai pengendali banjir diprediksikan akan tergenang akibat air laut pasang maupun *back water* dari sungai pengendali banjir.

g. Sumur Resapan

Konsep dasar sumur resapan pada hakekatnya adalah memberi kesempatan dan jalan pada air hujan yang jatuh di atap atau lahan yang kedap air untuk meresap ke dalam tanah dengan jalan menampung air tersebut pada suatu sistem resapan. Sumur resapan ini merupakan sumur kosong dengan kapasitas tampungan yang cukup besar sebelum air meresap ke dalam tanah. Dengan adanya tampungan, maka air hujan mempunyai cukup waktu untuk meresap ke dalam tanah, sehingga pengisian tanah menjadi optimal.

Berdasarkan konsep tersebut, maka ukuran atau dimensi sumur yang diperlukan untuk suatu lahan sangat bergantung pada beberapa faktor sebagai berikut :

1. Luas permukaan penutupan, yaitu lahan yang airnya akan ditampung dalam sumur resapan, meliputi luas atap, lapangan parkir, dan perkerasan - perkerasan lainnya.
2. Karakteristik hujan, meliputi intensitas hujan, lama hujan, dan selang waktu hujan.
3. Koefisien permeabilitas tanah, yaitu kemampuan tanah dalam melewatkan air per satuan waktu.
4. Tinggi muka air tanah. Pada kondisi muka air tanah yang dalam, sumur resapan perlu dibuat secara besar - besaran karena tanah memerlukan pengisian air melalui sumur - sumur resapan. Sebaliknya pada lahan yang muka airnya dangkal, pembuatan sumur resapan kurang efektif, terutama pada daerah pasang surut atau daerah rawa dimana air tanahnya sangat dangkal.

h. Bendung (*Weir*)

Bendung adalah suatu konstruksi untuk menaikkan elevasi muka air. Faktor – faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan tipe bendung adalah sebagai berikut:

1. Sifat dan kekuatan tanah dasar.
2. Jenis material yang diangkut oleh aliran sungai.
3. Keadaan / kondisi daerah aliran sungai di bagian hulu, tengah dan hilir.
4. Tinggi muka air banjir maksimum yang pernah terjadi.
5. Kemudahan eksploitasi dan pemeliharaan.

6. Efisiensi biaya pelaksanaan.

Berdasarkan fungsinya, bendung diklasifikasikan sebagai :

1. Bendung Pembagi Banjir Bendung ini dibangun di percabangan sungai untuk mengatur permukaan air sehingga terjadi pemisahan antara debit banjir dengan debit rendah sesuai dengan kapasitas yang telah ditetapkan.
2. Bendung Penahan Air Pasang Bendung ini dibangun pada bagian sungai yang permukaan airnya dipengaruhi oleh pasang surut air laut atau pasang surut air sungai induk.
3. Bendung Penyalur Bendung ini digunakan untuk mengatur permukaan air di dalam sungai guna memudahkan penyaluran air untuk keperluan air minum, industri, irigasi, maupun pembangkit tenaga listrik.

2. Perbaikan dan Pengaturan Sistem Sungai

a. Sistem Jaringan Sungai

Apabila beberapa sungai yang berbeda baik ukuran maupun sifatnya mengalir berdampingan dan akhirnya bertemu, maka pada titik pertemuannya, dasarnya akan berubah dengan sangat intensif. Akibat perubahan tersebut, maka aliran banjir pada salah satu atau semua sungai mungkin akan terhalang. Sedangkan jika anak sungai yang arusnya deras dan membawa banyak sedimen mengalir ke sungai utama, maka terjadi pengendapan berbentuk kipas. Sungai utama akan terdesak oleh anak sungai tersebut.

Karena itu arus anak sungai dapat merusak tanggul sungai utama di seberang muara anak sungai atau memberikan pengaruh yang kurang menguntungkan bagi bangunan sungai yang terdapat di sebelah hilir pertemuan yang tidak deras arusnya. Lebar sungai utama pada pertemuan dengan anak sungai cenderung untuk bertambah sehingga sering berbentuk gosong – gosong pasir dan berubah arah arus sungai

Guna mencegah terjadinya hal – hal sebagaimana uraian di atas, maka pada pertemuan sungai dilakukan penanganan sebagai berikut :

1. Pada pertemuan 2 (dua) buah sungai yang resimnya berlainan, maka pada kedua sungai tersebut diadakan perbaikan sedemikian, agar resimnya menjadi hampir sama. Adapun perbaikannya adalah dengan pembuatan tanggul pemisah diantara kedua sungai tersebut dan pertemuannya digeser agak ke hilir apabila sebuah anak sungai yang kemiringannya curam bertemu dengan sungai utamanya, maka dekat pertemuannya dapat dibuatkan ambang bertangga.
2. Pada lokasi pertemuan 2 (dua) buah sungai diusahakan supaya formasi pertemuannya membentuk garis singgung.

b. Perbaikan Sungai (*River Improvement*)

Sistem perbaikan sungai melalui pengerukan dan pelebaran saluran adalah bertujuan memperbesar kapasitas tampung sungai dan memperlancar aliran. Analisa yang harus diperhitungkan adalah analisa hidrologi, hidraulika dan analisa sedimentasi. Analisa perhitungan perlu dilakukan dengan cermat mengingat kemungkinan kembalinya sungai ke bentuk semula sangat besar.

Untuk mengarahkan sungai dan melebarkan penampangnya sering terjadi diperlukan pembebasan lahan. Oleh karena itu dalam kajiannya harus juga memperhitungkan aspek ekonomi (ganti rugi) dan aspek sosial bagi terutama bagi masyarakat atau stakeholders lainnya yang merasa dirugikan akibat lahannya berkurang.

c. Perlindungan Tanggul Banjir

Tanggul banjir adalah penghalang yang didesain untuk menahan air banjir di palung sungai untuk melindungi daerah di sekitarnya. Tanggul banjir sesuai untuk daerah - daerah dengan memperhatikan faktor - faktor berikut :

1. Dampak tanggul terhadap resim sungai.
2. Hidrograf banjir yang lewat.
3. Tinggi jagaan dan kapasitas debit sungai pada bangunan - bangunan sungai misalnya jembatan.
4. Ketersediaan bahan bangunan setempat.
5. Syarat - syarat teknis dan dampaknya terhadap pengembangan wilayah.
6. Pengaruh limpasan, penambangan, longsoran dan bocoran.
7. Pengaruh tanggul terhadap lingkungan.
8. Elevasi muka air yang lebih tinggi di alur sungai.
9. Lereng tanggul dengan tepi sungai yang relatif stabil.

d. Sudetan (*Short Cut*)

Saluran Short Cut adalah saluran yang digunakan untuk mengalihkan sebagian atau seluruh aliran air banjir dalam rangka mengurangi debit banjir pada daerah yang dilindungi.

Saluran Short Cut dilakukan pada :

1. Alur meander yang kritis (alur tak stabil)

2. Alur meander yang terjadi perlambatan banjir (*retention*)

Faktor - faktor yang penting sebagai pertimbangan dalam desain saluran Short Cut adalah sebagai berikut :

1. Biaya pelaksanaan yang relatif mahal.
2. Kondisi topografi dari rute alur baru.
3. Bangunan terjunan mungkin diperlukan di saluran *Short Cut* untuk mengontrol kecepatan air dan erosi.
4. Kendala - kendala geologi timbul sepanjang alur *Short Cut* (contoh membuat saluran yang melewati batuan / *rock*).
5. Penyediaan air dengan program pengembangan daerah sekitar sungai.
6. Kebutuhan air harus tercukupi sepanjang aliran sungai di bagian hilir dari lokasi percabangan.
7. Pembagian air akan berpengaruh pada sifat alami daerah hilir mulai dari lokasi percabangan *Short Cut*.

e. Saluran Banjir (*Flood Way*)

Berfungsi untuk mengalirkan sebagian debit banjir ke saluran banjir (*floodway*), sehubungan kapasitas pengaliran alur lama yang terbatas. Faktor yang diperhatikan dalam merencanakan *flood way* adalah :

1. Perbaikan sungai alur lama terbatas, dimana Q kapasitas \ll Q banjir rencana

2. Memungkinkan untuk dibuat *flood way*, dengan kondisi sebagai berikut :

a. Terdapat sungai alam untuk *flood way*

b. Dampak negatif sosial - ekonomi kecil

c. Tidak ada masalah dalam pembebasan lahan

d. *Head* / energi yang tersedia (*flood way*) besar

f. Pengendalian Sedimen

Mencegah terjadinya proses sedimentasi adalah suatu hal yang tidak mungkin dapat dilakukan, karena sedimentasi adalah suatu proses gejala alam yang sangat kompleks di atas permukaan bumi ini. Akan tetapi intensitas proses sedimentasi tersebut secara teknis dapat diperlambat mencapai tingkat yang tidak membahayakan, yaitu tingkat sedimentasi yang seimbang dengan kemampuan daya angkut aliran sungai secara fluvial dan dapat dihindarkan gerakan sedimen secara massa.

Guna memperoleh cara - cara untuk memperlambat proses sedimentasi tersebut, diperlukan data mengenai tipe sedimen yang dihasilkan dengan cara terangkutnya, lokasinya, volume, intensitas evolusi dasar sungainya, hujan, debit sungai, sebab – sebab bencana yang pernah terjadi, kondisi *terrain*, dan lain - lain. Usaha untuk memperlambat proses sedimen ini antara lain dengan mengadakan pekerjaan teknik sipil untuk mengendalikan gerakannya menuju bagian sungai di sebelah hilirnya. Adapun pekerjaannya adalah berupa pembangunan bendung penahan (*Check Dam*), kantong lahar, bendung pengatur, bendung konsolidasi, serta pekerjaan perbaikan sungai alur sungai

(*Channel Work*) dan pekerjaan pengendalian erosi di lereng - lereng pegunungan (*Hill Side Work*).

g. Perbaikan Muara

Di dekat muara air menjadi tidak deras dan intensitas pengendapan sangat meningkat, lebih - lebih dengan adanya air asin di muara tersebut dan terjadilah pengendapan dalam volume yang sangat besar. Dataran yang terjadi di muara sungai, bentuknya sangat berbeda satu dengan yang lainnya, tergantung dari keadaan sungai dan laut / danau tempat bermuaranya sungai - sungai tersebut, dan tergantung dari tingkat kadar sedimen berbutir halus yang terdapat di dalam air sungai. Apabila volume sedimen yang hanyut besar jumlahnya sedang, laut / danau dan gelombangnya tidak besar atau arusnya tidak deras, maka akan terbentuk delta. Proses pembentukan delta ini berlangsung dalam waktu yang lama, bahkan mungkin bertahun - tahun. Untuk mencegah sedimentasi tersebut dapat digunakan konstruksi jetty pada mulut muara.

2.3.4.2 Pengendalian Banjir Secara Non Struktural

Metode non struktur adalah metode pengendalian banjir tidak menggunakan bangunan teknis pengendalian banjir. Pengendalian banjir dengan tidak menggunakan bangunan pengendali akan memberikan pengaruh cukup baik terhadap resim sungai. Dengan kata lain, keberhasilan metode non struktur untuk pengendalian banjir memberikan kontribusi jauh lebih besar dibandingkan dengan metode struktur. Lebih dari itu, biaya yang dikeluarkan untuk metode non struktur jauh lebih murah dibandingkan dengan biaya yang dikeluarkan untuk

metode struktur, karena metode non struktur lebih merupakan tindakan preventif sebelum terjadinya banjir.

Apabila dari awal penyebab banjir dapat diminimalkan, maka biaya konstruksi dan perbaikan akan jauh lebih murah. (**Robert J. Kodoatie, "PSDA Terpadu"**)

Adapun cara - cara pengendalian banjir yang dapat dilakukan dalam sistem

pengendalian banjir secara non struktur dapat berupa :

1. Pengelolaan DAS

Pengelolaan DAS berhubungan erat dengan peraturan, perencanaan, pelaksanaan dan pelatihan. Kegiatan pengelolaan lahan dimaksudkan untuk menghemat dan menyimpan air dan konservasi tanah. Pengelolaan DAS mencakup aktifitas – aktifitas berikut ini:

- Pemeliharaan vegetasi di bagian hulu DAS.
- Penanaman vegetasi untuk mengendalikan kecepatan aliran air & erosi tanah.
- Pemeliharaan vegetasi alam, atau penanaman vegetasi tahan air yang tepat, sepanjang tanggul drainase, saluran - saluran dan daerah lain untuk pengendalian aliran yang berlebihan atau erosi tanah.
- Pengaturan kontur dan cara - cara pengolahan lahan.

Sasaran penting dari kegiatan pengelolaan DAS adalah untuk mencapai keadaan - keadaan berikut:

- Mengurangi debit banjir di daerah hilir.
- Mengurangi erosi tanah dan muatan sedimen di sungai.
- Meningkatkan produksi pertanian yang dihasilkan dari penataan guna tanah dan perlindungan air.
- Meningkatkan lingkungan di daerah DAS dan badan sungai.

Sasaran tersebut harus didukung oleh aktifitas - aktifitas lainnya, seperti:

- Pembatasan penebangan hutan dan kebijakan - kebijakan yang mencakup atau menganjurkan penghutanan kembali daerah - daerah yang telah rusak.
- Rangsangan atau dorongan, untuk mengembangkan tanaman yang tepat dan menguntungkan secara ekonomi (misal cacao, turi, jambu mete, lamtorogung, buah - buahan).
- Pemilihan cara penanaman yang dapat memperlambat aliran dan erosi.
- Pertanian bergaris (sistem hujan), dan metode teras (bertingkat) sehingga mengurangi pengaliran dan erosi tanah dari daerah pertanian.
- Tidak ada pertanian atau kegiatan - kegiatan pengembangan lain di sepanjang bantaran sungai.
- Minimal daerah penyangga atau daerah vegetasi yang tidak boleh terganggu di sepanjang jalan air.

\

2. Pengaturan Tata Guna Lahan

Pengaturan tata guna tanah di daerah aliran sungai, ditujukan untuk mengatur penggunaan lahan, sesuai dengan rencana pola tata ruang wilayah yang ada. Hal ini untuk menghindari penggunaan lahan yang tidak terkendali, sehingga mengakibatkan kerusakan daerah aliran sungai yang merupakan daerah tadah hujan. Pada dasarnya pengaturan penggunaan lahan di daerah aliran sungai dimaksudkan untuk:

- Untuk memperbaiki kondisi hidrologis DAS, sehingga tidak menimbulkan banjir pada musim hujan dan kekeringan pada musim kemarau.
- Untuk menekan laju erosi daerah aliran sungai yang berlebihan, sehingga dapat menekan laju sedimentasi pada alur sungai di bagian hilir.

Penataan tiap - tiap kawasan, proporsi masing - masing luas penggunaan lahan dan cara pengelolaan masing - masing kawasan perlu mendapat perhatian yang baik. Daerah atas dari daerah aliran sungai yang merupakan daerah penyangga berfungsi sebagai recharge atau pengisian kembali air tanah. Maka dari itu perlu diperhatikan luasan daerah penyangga dari masing-masing kawasan. Misalnya untuk luasan kawasan hutan minimum 30 % dari luas daerah aliran sungai.

Sedangkan untuk mencegah adanya laju erosi daerah aliran sungai yang tinggi perlu adanya cara pengelolaan yang tepat, untuk masing - masing kawasan. Pengelolaan lahan tersebut dapat meliputi, sistem pengelolaan, pola tanam dan jenis tanaman yang disesuaikan jenis tanah, kemampuan tanah, elevasi dan kelerengan lahan. Karena dengan adanya erosi lahan yang tinggi

akan menentukan besarnya angkutan sedimen di sungai dan mempercepat laju sedimentasi di sungai, terutama di bagian hilir. Dengan adanya sedimentasi di sungai akan merubah penampang sungai dan memperkecil kapasitas pengaliran sungai.

3. Pengendalian Erosi dan Sedimentasi

Sedimen di suatu potongan melintang sungai merupakan hasil erosi di daerah aliran di hulu potongan tersebut dan sedimen tersebut terbawa oleh aliran dari tempat erosi terjadi menuju penampang melintang itu. Oleh karena itu kajian pengendalian erosi dan sedimen juga berdasarkan kedua hal tersebut di atas, yaitu berdasarkan kajian *supply limited* dari DAS atau kapasitas transport dari sungai.

Faktor pengelolaan penanaman memberikan andil yang paling besar dalam mengurangi laju erosi. Jenis dan kondisi semak (*bush*) dan tanaman pelindung yang bias memberikan peneduh (*canopy*) untuk tanaman di bawahnya cukup besar dampaknya terhadap laju erosi. Pengertian ini secara lebih spesifik menyatakan bahwa dengan pengelolaan tanaman yang benar sesuai kaidah teknis berarti dapat menekan laju erosi yang signifikan.

4. Pengembangan Daerah Banjir

Ada 4 strategi dasar untuk pengembangan daerah banjir yang meliputi :

- Modifikasi kerentanan dan kerugian banjir (penentuan zona atau pengaturan tata guna lahan).

- Pengaturan peningkatan kapasitas alam untuk dijaga kelestariannya seperti penghijauan.
- Modifikasi dampak banjir dengan penggunaan teknik mitigasi seperti asuransi, penghindaran banjir (*flood proofing*).
- Modifikasi banjir yang terjadi (pengurangan) dengan bangunan pengontrol (waduk) atau perbaikan sungai. (**Robert J. Kodoatie, "PSDA Terpadu"**)

5. Pengaturan Daerah banjir

Pada kegiatan ini dapat meliputi seluruh kegiatan dalam perencanaan dan tindakan yang diperlukan untuk menentukan kegiatan, implementasi, revisi perbaikan rencana, pelaksanaan dan pengawasan secara keseluruhan aktivitas di daerah dataran banjir yang diharapkan berguna dan bermanfaat untuk masyarakat di daerah tersebut, dalam rangka menekan kerugian akibat banjir.

Kadang - kadang kita dikaburkan adanya istilah flood plain management dan flood control, bahwa manajemen di sini dimaksudkan hanya untuk pengaturan penggunaan lahan (land use) sehubungan dengan banjir dan flood control untuk pengendalian mengatasi secara keseluruhan. Demikian pula antara flood plain zoning dan flood plain regulation, zoning hanya merupakan salah satu cara pengaturan dan merupakan bagian dari manajemen daerah dataran banjir.

2.4 Karakteristik Genangan Banjir

Banjir merupakan peningkatan volume limpasan air yang terjadi jika hujan yang turun cukup besar, serta dipengaruhi oleh sifat-sifat fisik daerah aliran

sungai. Kejadian seperti ini dapat terjadi karena ruang kota dan lahan yang tersedia sangat terbatas dibandingkan dengan tingkat pemanfaatan luas lahan yang tertutup oleh bangunan. Adapun pemanfaatan lahan tersebut tidak sesuai dengan pola rencana dan tidak mempertimbangkan keseimbangan ekologi. Hal ini dapat dilihat dari lahan yang semula merupakan rawa-rawa, kawasan penampungan air hujan, daerah resapan air dan limpasannya menjadi kawasan pemukiman, industri, rekreasi dan lain sebagainya, dengan tidak mempertimbangkan kemampuan sistem drainase kota, akibatnya aliran permukaan atau banjir bertambah besar.

Banjir yang menggenang pada lokasi tertentu biasanya berlangsung dalam periode waktu tertentu, tergantung pada sifat dan intensitas serta kecepatan aliran banjir. Lama air menggenang pada suatu lokasi atau tempat tertentu cukup bervariasi. Periode waktu air menggenang biasanya berlangsung dalam beberapa menit atau jam bahkan berhari-hari atau berminggu lamanya. Genangan banjir yang terjadi pada suatu lokasi atau tempat selama periode waktu tertentu memiliki tingkat ketinggian yang berbeda, dan secara perlahan mengalami penurunan ketinggian. Secara umum proses penurunan ketinggian genangan air ada dua yaitu secara alami dan peran manusia. Penurunan secara alami melalui proses penguapan (evaporasi) dan peresapan ke dalam tanah (infiltrasi), sedangkan peran manusia yaitu dengan adanya campur tangan manusia yang memberi perlakuan dengan menggunakan teknik pengaliran tertentu.

Genangan banjir dapat merusak prasarana lingkungan hidup manusia, sehingga timbul kerugian ataupun kerusakan pada tata kehidupan masyarakat. Rusaknya jalan-jalan yang mengganggu kelancaran transportasi dan lalu lintas,

rusaknya jaringan irigasi dan tanaman pangan yang terlanda oleh banjir, menimbulkan kesulitan yang berat pada sektor produksi dan distribusi pangan pada khususnya, maupun pada segi kehidupan masyarakat yang lain pada umumnya.

Banjir yang pada umumnya menyebabkan terjadinya genangan air permukaan disebabkan oleh banyak faktor. Secara umum penyebabnya diklasifikasikan dalam dua kategori yaitu :

- 1.) Genangan banjir yang disebabkan secara alami diantaranya curah hujan, pengaruh Fisiografi, Erosi dan Sedimentasi, kapasitas sungai, dan kapasitas Drainase yang tidak memadai serta pengaruh Pasang Surut.
- 2.) Genangan banjir yang disebabkan oleh tindakan manusia diantaranya perubahan tata guna lahan, kawasan kumuh, sampah, Drainase lahan, bangunan air, dan rencana sistem pengendalian banjir yang tidak tepat.

Aspek-aspek yang menjadi karakteristik genangan banjir adalah sebagai berikut :

- 1.) Kedalaman genangan

Kedalaman genangan adalah tinggi genangan air dari permukaan tanah dalam satu kawasan wilayah tertentu.

- 2.) Lama genangan

Lama genangan adalah waktu yang dibutuhkan untuk menurunkan tinggi genangan air permukaan, setidaknya mendekati keadaan semula (maksimal 5 cm dari permukaan tanah)

3.) Luas areal

Luas areal adalah luas daerah yang tergenang air dalam satu kawasan wilayah tertentu dalam waktu yang sama.

4.) Volume genangan

Volume genangan adalah besarnya jumlah genangan air yang terjadi diukur berdasarkan panjang, lebar, dan tinggi genangan.

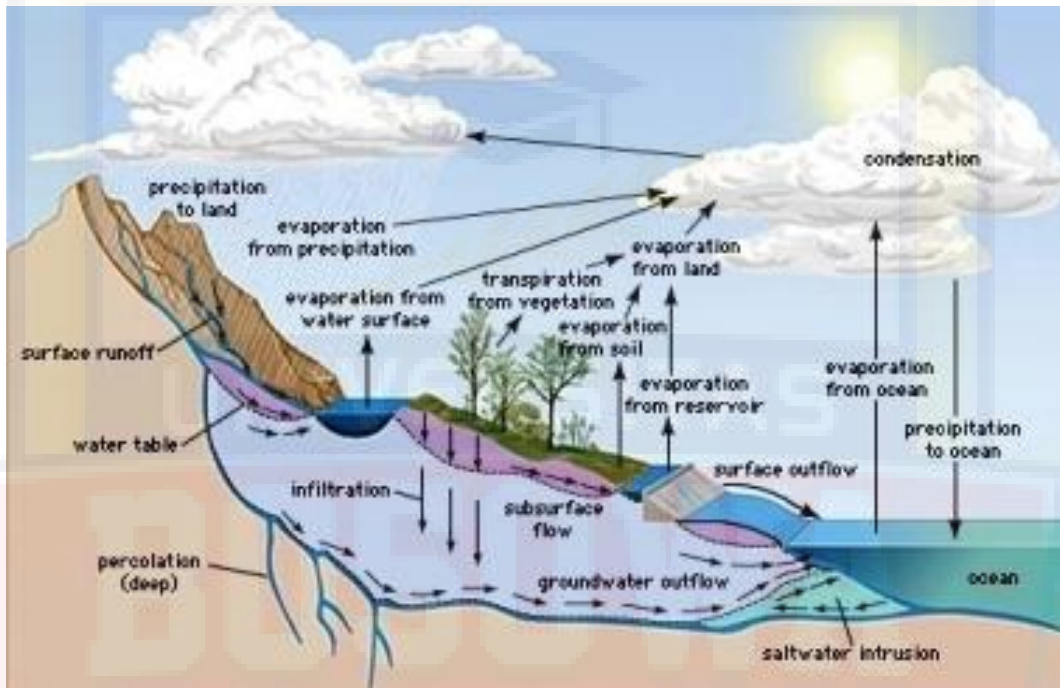
Adapun dua faktor yang sangat erat kaitannya dengan proses terjadinya genangan banjir, yaitu: Siklus Hidrologi dan Debit Air Maksimum.

2.4.1 Siklus Hidrologi

Air merupakan salah satu sumber daya alam yang banyak manfaatnya bagi kebutuhan manusia. Air yang terdapat di alam ini dalam bentuk cair, tetapi dapat berubah dalam bentuk padat/es, salju dan uap yang terkumpul di atmosfer. Air juga tidaklah statis tetapi selalu mengalami perpindahan. Air menguap dari laut, danau, sungai, tanah dan tumbuh-tumbuhan akibat panas matahari. Kemudian akibat proses alam air yang dalam bentuk uap berubah menjadi hujan, yang kemudian sebagian menyusup ke dalam tanah (*infiltrasi*), sebagian menguap (*evaporasi*) dan sebagian lagi mengalir di atas permukaan tanah (*run off*). Air permukaan ini mengalir ke dalam sungai, danau, kemudian mengalir ke laut, kemudian dari tempat itu menguap lagi dan seterusnya berputar yang disebut siklus hidrologi.

Siklus air (siklus hidrologi) adalah rangkaian peristiwa yang terjadi dengan air dari saat ia jatuh ke bumi (hujan) hingga menguap ke udara untuk kemudian jatuh kembali ke bumi.

Selaras hal tersebut untuk mengetahui/memprediksi besarnya debit air hujan maka perlu diketahui siklus hidrologi seperti yang dijelaskan pada gambar berikut ini:



Gambar 2.2 Siklus Hidrologi

Gambar diatas menjelaskan bahwa siklus hidrologi merupakan konsep dasar keseimbangan air secara global dan menunjukkan semua hal yang berhubungan dengan air. Prosesnya sendiri berlangsung mulai dari tahap awal terjadinya proses penguapan (evaporasi) secara vertikal dan di udara mengalami pengembunan (evapotranspirasi), lalu terjadi hujan akibat berat air atau salju yang ada di gumpalan awan. Lalu air hujan jatuh keatas permukaan tanah yang mengalir melalui akar tanaman dan ada yang langsung masuk ke pori-pori tanah. Dan didalam tanah terbentuklah jaringan air tanah (*run off*) yang juga mengalami transpirasi

dengan butir tanah. Sehingga dengan air yang berlebih tanah menjadi jenuh air sehingga terbentuklah genangan air (sungai, danau, empang, dll)

Hujan merupakan suatu peristiwa siklus hidrologi yang terjadi tidak merata di semua tempat, ada tempat yang mempunyai curah hujan yang tinggi dan ada tempat yang mempunyai curah hujan yang rendah. Tinggi rendahnya curah hujan tersebut disebabkan oleh letak suatu daerah dan iklim setempat, serta kelembapan udara (uap).

Menurut Sosrodarsono (1995), hujan yang terbanyak adalah di daerah khatulistiwa antara 5° – 10° sebelah Utara dan Selatan equator. Analisis hidrologi dimaksud untuk memprediksikan keberadaan sumber air pada area penelitian dengan menggunakan persamaan-persamaan empiris yang memperhitungkan parameter-parameter alam yang mempengaruhinya. Dimana analisis hidrologi ini ditujukan untuk memberikan estimasi mengenai besaran kebutuhan dan ketersediaan air pada lokasi penelitian yang diperlukan dalam perencanaan lebih lanjut, secara keseluruhan hasil analisis tersebut adalah merupakan data awal yang sangat diperlukan dalam pengembangan selanjutnya.

2.4.2 Debit Air Maksimum

Debit air maksimum merupakan kondisi puncak/kritis yang terjadi pada saat volume Kanal Banjir (*Floodway*) penuh. Hal ini disebabkan masuknya air ke Kanal Banjir (*Floodway*) secara bersamaan yang menyebabkan kemampuan untuk mengalirkan air tersebut menjadi lambat.

2.4.3 Perencanaan Daerah Aliran Sungai (DAS)

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

Nama sebuah DAS ditandai dengan nama sungai yang bersangkutan dan dibatasi oleh titik kontrol, yang umumnya merupakan stasiun hidrometri. Memperhatikan hal tersebut berarti sebuah DAS dapat merupakan bagian dari DAS lain (Sri Harto Br., 1993). Dalam sebuah DAS kemudian dibagi dalam area yang lebih kecil menjadi sub-DAS. Penentuan batas-batas sub-DAS berdasarkan kontur, jalan dan rel KA yang ada di lapangan untuk menentukan arah aliran air. Karakteristik DAS yang berpengaruh besar pada aliran permukaan meliputi (Suripin, 2004):

- ❖ Luas dan bentuk DAS

Laju dan volume aliran permukaan makin bertambah besar dengan bertambahnya luas DAS. Tetapi apabila aliran permukaan tidak dinyatakan sebagai jumlah total dari DAS, melainkan sebagai laju dan volume per satuan luas, besarnya akan berkurang dengan bertambahnya luasnya DAS. Ini berkaitan dengan waktu yang diperlukan air untuk mengalir dari titik terjauh sampai ke titik kontrol (waktu konsentrasi) dan juga penyebaran atau intensitas hujan. Bentuk DAS mempunyai pengaruh pada pola aliran dalam sungai. Pengaruh bentuk DAS terhadap aliran permukaan dapat ditunjukkan dengan memperhatikan hidrograf-

hidrograf yang terjadi pada dua buah DAS yang bentuknya berbeda namun mempunyai luas yang sama dan menerima hujan dengan intensitas yang sama. Bentuk DAS yang memanjang dan sempit cenderung menghasilkan laju aliran permukaan yang lebih kecil dibandingkan dengan DAS yang berbentuk melebar atau melingkar. Hal ini terjadi karena waktu konsentrasi DAS yang memanjang lebih lama dibandingkan dengan DAS yang melebar, sehingga terjadinya konsentrasi air dititik kontrol lebih lambat yang berpengaruh pada laju dan volume aliran permukaan. Faktor bentuk juga dapat berpengaruh pada aliran permukaan apabila hujan yang terjadi tidak serentak diseluruh DAS, tetapi bergerak dari ujung yang satu ke ujung lainnya. Pada DAS memanjang laju aliran akan lebih kecil karena aliran permukaan akibat hujan di hulu belum memberikan kontribusi pada titik kontrol ketika aliran permukaan dari hujan di hilir telah habis, atau mengecil. Sebaliknya pada DAS melebar, datangnya aliran permukaan dari semua titik di DAS tidak terpaut banyak, artinya air dari hulu sudah tiba sebelum aliran dari mengecil/habis.

❖ Topografi

Tampakan rupa muka bumi atau topografi seperti kemiringan lahan, keadaan dan kerapatan parit dan/atau saluran, dan bentuk-bentuk cekungan lainnya mempunyai pengaruh pada laju dan volume aliran permukaan. DAS dengan kemiringan curam disertai parit/saluran yang rapat akan menghasilkan laju dan volume aliran permukaan yang lebih tinggi dibandingkan dengan DAS yang landai dengan parit yang jarang dan adanya cekungan-cekungan. Pengaruh kerapatan parit, yaitu

panjang parit per satuan luas DAS, pada aliran permukaan adalah memperpendek waktu konsentrasi, sehingga memperbesar laju aliran permukaan.

❖ Tata Guna Lahan

Pengaruh tata guna lahan pada aliran permukaan dinyatakan dalam koefisien aliran permukaan (C), yaitu bilangan yang menunjukkan perbandingan antara besarnya aliran permukaan dan besarnya curah hujan. Angka koefisien aliran permukaan ini merupakan salah satu indikator untuk menentukan kondisi fisik suatu DAS. Nilai C berkisar antara 0 sampai 1. Nilai C = 0 menunjukkan bahwa semua air hujan terintersepsi dan terinfiltrasi ke dalam tanah, sebaliknya untuk nilai C = 1 menunjukkan bahwa semua air hujan mengalir sebagai aliran permukaan.

2.4.4 Analisa Distribusi Curah Hujan

Hal yang penting dalam pembuatan rancangan dan rencana adalah distribusi curah hujan. Distribusi curah hujan adalah berbeda-beda sesuai dengan jangka waktu yang ditinjau yakni curah hujan tahunan (jumlah curah hujan dalam setahun), curah hujan bulanan (jumlah curah hujan sebulan), curah hujan harian (jumlah curah hujan 24 jam), curah hujan per jam.

2.4.5 Perhitungan Curah Hujan

Curah hujan yang diperlukan untuk perhitungan debit genangan banjir adalah curah hujan rata-rata diseluruh daerah yang bersangkutan. Curah hujan ini disebut curah hujan wilayah dan dinyatakan dalam mm. Curah hujan harian

maksimum wilayah atau daerah dihitung dengan mengambil nilai rata-rata curah hujan harian maksimum dari masing-masing stasiun yang digunakan. Metode perhitungan curah hujan wilayah dikenal cukup banyak. Dalam penulisan ini digunakan metode Aljabar rata-rata karena Cara ini cocok untuk kawasan atau wilayah dengan topografi rata atau datar (0 – 5 %) .Curah hujan aljabar rata-rata dapat dihitung dengan persamaan (Suripin, 2004):

$$\bar{P} = \frac{P_1 + P_2 + \dots + P_n}{n} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

\bar{P} = Rata-rata aljabar (mm).

P_1, P_2, \dots, P_n = Curah hujan yang tercatat di pos penakar hujan.

1, 2, ...n = Banyaknya pos penakar hujan.

2.4.6 Perhitungan Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah curah hujan yang terjadi pada satu satuan waktu. Intensitas Curah Hujan diperhitungkan terhadap lamanya hujan (durasi) dan frekuensinya atau dikenal dengan Lengkung Intensitas Durasi Frekuensi (IDF Curve). Intensitas curah hujan diperlukan untuk menentukan besar aliran permukaan (run off).

Pada Perhitungan intensitas curah hujan diperlukan data curah hujan jangka pendek (5 – 60 menit), yang mana data curah hujan jangka pendek ini hanya didapat dari data pengamatan curah hujan otomatis dari kertas diagram yang terdapat pada peralatan pencatatan.

Perhitungan intensitas curah hujan dengan data pengamatan jangka pendek sesuai durasi dipakai rumus-rumus sbb : (Suripin, 2004)

1. Rumus Talbot (1881), rumus ini banyak digunakan karena mudah diterapkan dan tetapan-tetapan a dan b dengan harga-harga yang terukur.

$$I = \frac{a}{t+b} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya Hujan (jam)

a dan b = Konstanta yang tergantung pada lamanya hujan yang terjadi di DAS.

2. Rumus Sherman (1905), rumus ini mungkin cocok untuk jangka waktu curah hujan yang lama lebih dari 2 jam.

$$I = \frac{a}{t^n} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya Hujan (jam)

n = Konstanta

3. Rumus Ishiguro (1953)

$$I = \frac{a}{\sqrt{t+b}} \dots\dots\dots(2.4)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya Hujan (jam)

a dan b = Konstanta

Seandainya data curah hujan pengamatan jangka pendek tidak didapat pada daerah perencanaan, maka analisa intensitas curah hujan dapat dilakukan dengan menggunakan data curah hujan pengamatan maksimum selama 24 jam dan selanjutnya dihitung dengan memakai formula Dr. Mononobe (Suripin, 2004).

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots(2.5)$$

Keterangan :

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = waktu hujan atau durasi (menit)

R₂₄ = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

2.4.7 Koefisien Pengaliran (Run Off Coeficient)

Pada saat terjadi hujan pada umumnya sebagian air hujan akan menjadi limpasan dan sebagian mengalami infiltrasi dan evaporasi. Bagian hujan yang mengalir diatas permukaan tanah dan saat

sesudahnya merupakan limpasan/pengaliran. Besarnya koefisien pengaliran untuk daerah perencanaan disesuaikan dengan karakteristik daerah pengaliran yang dipengaruhi oleh tata guna lahan (Land Use) yang terdapat dalam wilayah pengaliran tersebut. Besarnya koefisien pengaliran dapat dilihat pada tabel 2.1 berikut ini:

Tabel 2.2 Besarnya Koefisien Pengaliran

Kondisi	Koefisien	Karakteristik	Koefisien
Pusat Perdagangan	0,70 - 0,95	Permukaan Aspal	0,70 – 0,95
Lingkungan Sekitar	0,50 – 0,70	Permukaan Beton	0,80 – 0,95
Rumah-Rumah	0,30 – 0,50	Permukaan Batu Buatan	0,70 – 0,85
Tinggal	0,40 – 0,60	Permukaan Kerikil	0,15 – 0,35
Kompleks Perumahan	0,25 – 0,40	Alur Setapak	0,10 – 0,85
Daerah Pinggiran	0,50 – 0,70	Atap	0,75 – 0,95
Apartemen	0,50 – 0,80	Lahan Tanah Berpasir	0,05 – 0,10
Industri Berkembang	0,60 – 0,90	Kemiringan 2 %	0,10 – 0,15
Industri Besar	0,10 – 0,25	Kemiringan 2 s/d 7 %	0,15 – 0,20
Taman Pekuburan	0,10 – 0,25	Bertrap 7 %	0,13 – 0,17
Taman Bermain	0,25 – 0,40	Lahan tanah keras	0,18 – 0,22
Lapangan dan Rel Kereta		kemiringan 2 %	
Daerah Belum berkembang	0,10 – 0,30	Kemiringan rata-rata 2 s/d 7 % Bertrap 7 %	0,25 – 0,35

Sumber : Urban Drainage Guidelines and Design Standards

2.5 Analisis Debit Genangan Banjir

Untuk menghitung debit genangan banjir digunakan Metode Rasional dimana data hidrologi memberikan kurva intensitas durasi frekuensi yang seragam dengan debit puncak dari curah hujan rata-rata sesuai waktu konsentrasi.

Perhitungan debit genangan menggunakan Metode Rasional dapat diformulasikan dengan rumus : (Kodoatie, 2002)

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot I \cdot A \dots\dots\dots(2.6)$$

Dimana :

Q = Debit Banjir Rencana ($m^3/detik$)

C = Koefisien Pengaliran

I = Intensitas Curah Hujan (mm/jam)

A = Luas Daerah Genangan Banjir (ha)

Konstanta 0,00278 adalah faktor konversi debit banjir rencana ke satuan (m^3/dtk).

Beberapa asumsi dasar untuk menggunakan formula Rasional adalah sebagai berikut :

- a) Curah hujan terjadi dengan intensitas yang tetap dalam satu jangka waktu tertentu, setidaknya sama dengan waktu konsentrasi.
- b) Limpasan langsung mencapai maksimum ketika durasi hujan dengan intensitas yang tetap, sama dengan waktu konsentrasi.
- c) Koefisien run off dianggap tetap selama durasi hujan.
- d) Luas daerah genangan banjir tidak berubah selama durasi hujan.

2.6. Alternatif Pengendalian Banjir

Yang dimaksudkan dengan pengendalian banjir adalah suatu kegiatan yang meliputi aktifitas-aktifitas sebagai berikut:

- a. Mengetahui besarnya Debit Banjir
- b. Mengisolasi daerah genangan
- c. Mengurangi tinggi elevasi muka air banjir.

Penanganan drainase kota dalam rangka penanggulangan banjir meliputi banyak faktor, sehingga perlu konsep yang jelas dan saling terkait untuk dapat ditindaklanjuti. Berdasarkan penjelasan gambar 2.2 terhadap masalah pengendalian banjir dan kebutuhan penanganan di lokasi banjir dijelaskan bahwa penangananan banjir itu sendiri dapat di susun konsep umum dan konsep teknis dalam dua metode struktur dan non struktur yaitu ;

a. Pengendalian banjir dengan bangunan

Pengendalian banjir dengan bangunan pada umumnya mencakup kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

1. Pengelolaan dan perbaikan sungai untuk mengurangi besarnya resiko banjir seperti ; menambah dimensi sungai, memperkecil kekasaran sungai, dan pemendekan sungai.
2. Pembuatan bangunan-bangunan pengendali banjir seperti; kolam penampungan, tanggul penahan banjir, dan saluran banjir.
3. Pengaturan sistem Drainase untuk mengurangi debit puncak banjir, dengan bangunan seperti bendungan, kolam retensi dan lain-lain.

Adapun faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pemilihan jenis bangunan pengendalian banjir adalah sebagai berikut :

1. Pengaruh regim sungai terutama erosi dan sedimentasi dan hubungannya dengan biaya pemeliharaan.
2. Kebutuhan perlindungan erosi di daerah kritis.
3. Pengaruh bangunan terhadap lingkungan.
4. Perkembangan pembangunan daerah
5. Pengaruh bangunan terhadap kondisi aliran di sebelah hulu dan sebelah hilirnya.

b. Pengendalian banjir dengan pengaturan (non struktur)

Kegiatan-kegiatan pengendalian banjir dengan cara pengaturan dapat dilakukan dengan cara-cara sebagai berikut:

1. Pengelolaan DPS untuk mengurangi limpasan air hujan dari DPS.
2. Kontrol pengembangan daerah genangan termasuk peraturan-peraturan penggunaan lahan.
3. Konstruksi gedung atau bangunan yang dibuat tahan banjir dan tahan air.
4. Sistem peringatan dan ramalan banjir.
5. Rencana asuransi nasional atau perseorangan.
6. Rencana gerakan siap siaga dalam keadaan darurat banjir.
7. Pengoperasian cara kerja pengendalian banjir.
8. Patisipasi masyarakat.
9. *Law-Enforcement*.

2.7 Drainase

Drainase adalah suatu ilmu tentang pengeringan tanah. Drainase (drainage) berasal dari kata *to drain* yang berarti mengeringkan atau mengalirkan air dan merupakan terminologi yang digunakan untuk menyatakan sistem-sistem yang berkaitan dengan penanganan masalah kelebihan air, baik di atas maupun di bawah permukaan tanah (Haryono, 1999). Pengertian drainase tidak terbatas pada teknis.

Pembuangan air yang berlebihan namun lebih luas lagi menyangkut keterkaitannya dengan aspek kehidupan yang berada didalam kawasan diperkotaan. Semua hal yang menyangkut kelebihan air yang berada di kawasan kota sudah pasti dapat menimbulkan permasalahan yang cukup kompleks. Dengan semakin kompleksnya permasalahan drainase perkotaan maka di dalam perencanaan dan pembangunannya tergantung pada kemampuan masing-masing perencana. Dengan demikian didalam proses pekerjaanya memerlukan kerja sama dengan beberapa ahli di bidang lain yang terkait.

2.7.1 Drainase Perkotaan

Drainase Perkotaan adalah Jaringan pembuangan air yang berfungsi mengeringkan bagian-bagian wilayah administrasi kota dan daerah urban dari genangan air, baik dari hujan lokal maupun luapan sungai yang melintas di dalam kota.

Menurut Maryono (2000), pada daerah perkotaan konsep drainase konvensional atau darainase ramah lingkungan sering dilakukan, dimana dalam konsep drainase konvensional seluruh air hujan yang jatuh di suatu wilayah harus

secepat-cepatnya dibuang ke sungai dan seterusnya mengalir ke laut. Konsep drainase konvensional untuk permukiman atau perkotaan dibuat dengan cara membuat saluran-saluran lurus terpendek menuju sungai. Demikian juga di areal wisata dan olahraga, semua saluran drainase di *design* sedemikian rupa sehingga air mengalir secepatnya ke sungai terdekat dan sama sekali tidak memperhatikan apa yang akan terjadi di bagian hilir. Jika semua air hujan dialirkan secepatnya-cepatnya ke sungai tanpa diupayakan agar air mempunyai waktu cukup untuk meresap ke dalam tanah akhirnya dampak tersebut dapat kita lihat sekarang ini yaitu terjadinya kekeringan di mana-mana, banjir, tanah longsor dan pelumpuran.

Sistem drainase perkotaan dapat dibagi menjadi 2 (dua) macam sistem dan ditambah dengan pengendalian banjir (flood control), sistem tersebut adalah:

- a. Sistem Jaringan Drainase Utama (Major Urban Drainage System), berfungsi mengumpulkan aliran air hujan dari minor drainase sistem untuk diteruskan ke badan air atau flood control (sungai yang melalui daerah pemerintahan kota dan kabupaten, seperti: waduk, rawa-rawa, sungai dan muara laut untuk kota-kota di tepi pantai)
- b. Drainase Lokal (Minor Urban Drainage System), adalah jaringan drainase yang melayani bagian-bagian khusus perkotaan seperti kawasan real estate, kawasan komersial, kawasan industri, kawasan perkampungan, kawasan kompleks-kompleks, perumahan dan lain-lain.

- c. Struktur saluran, secara hirarki drainase perkotaan mulai dari yang paling hulu akan terdiri dari: saluran kwarter/saluran kolektor jaringan drainase lokal, saluran tersier, saluran sekunder dan saluran primer

Pengaliran air dalam drainase perkotaan disebabkan terutama oleh limbah rumah tangga dan hujan. Tetapi yang paling dominan yang mengakibatkan banjir adalah air hujan. Jatuhnya hujan disuatu daerah, baik menurut waktu maupun menurut pembagian geografisnya tidak tetap melainkan berubah-ubah. Bila hujan yang jatuhnya deras dan/atau lama dan lebih besar dari kapasitas infiltrasi dan kapasitas intersepsi, semakin besar pula aliran melalui permukaan tanah, maka kelebihan aliran permukaan tanah menjadi lebih besar, saluran drainase dan sungai tidak dapat menampung seluruh air yang datang karena telah terisi penuh dan terjadi luapan air. Dalam perencanaan bangunan air, masalahnya adalah berapakah besar debit air yang harus disalurkan itu adalah debit suatu saluran pembuangan atau sungai, maka besarnya debit tidak tertentu dan berubah-ubah karena adanya banjir. Debit banjir ini disebut banjir rencana, yaitu banjir yang dipakai sebagai dasar untuk perhitungan ukuran bangunan saluran drainase yang direncanakan. Debit banjir rencana itu sudah tentu tidak boleh diambil terlalu kecil, sebab jika sewaktu-waktu terjadi banjir maka bangunan tersebut akan selalu terancam keamanannya. Sebaliknya jika debit banjir rencana juga tidak boleh diambil terlalu besar sehingga menyebabkan ukuran bangunan air

menjadi terlalu besar, dan mungkin dapat melampaui batas-batas ekonomis yang dapat dipertanggungjawabkan.

Drainase merupakan suatu sistem pembuangan air untuk mengalirkan kelebihan air di permukaan tanah maupun dibawah tanah, sehingga dengan demikian drainase dibagi menjadi dua macam, yaitu :

1. Drainase permukaan Adalah suatu sistem pembuangan air untuk mengalirkan kelebihan air dipermukaan tanah hal ini berguna untuk mencegah adanya genangan.
2. Drainase bawah tanah. Adalah suatu sistem pembuangan untuk mengalirkan kelebihan air di bawah tanah. Hal ini dibuat untuk mengendalikan ketinggian muka air tanah.

Drainase diperlukan untuk mengalirkan air, baik yang berasal dari hujan lokal maupun air kiriman dalam tempo yang sesingkat - singkatnya, sistem ini juga dimanfaatkan pada musim kering untuk meningkatkan kondisi tanah yaitu menekan derajat keasinan (salinitas) di daerah yang bersangkutan. Pada jenis tanaman tertentu drainase juga bermanfaat untuk mengurangi ketinggian muka air tanah sehingga tanaman dapat tumbuh dengan baik sesuai dengan persyaratan hidupnya.

2.7.2 Tipe –Tipe Saluran Drainase

Saluran drainase dibedakan menurut bentuknya yaitu :

1. Saluran Terbuka

Saluran terbuka umumnya digunakan pada lahan yang masih memungkinkan (luas); lalu lintas pejalan kaki relative jarang, beban dikiri dan dikanan saluran relative ringan

- Bentuk trapesium

Umumnya digunakan pada daerah yang masih mempunyai lahan yang cukup, dan harga lahan murah, umumnya digunakan untuk saluran yang relative besar. Rumus-rumus yang digunakan untuk saluran yang berpenampang segi empat yaitu :

a) Luas penampang basah : $A = (b + m \cdot h) \cdot h \dots \dots \dots (2.7)$

b) Keliling penampang basah : $P = b + 2h \sqrt{m^2 + 1} \dots \dots \dots (2.8)$

c) Jari-jari hidrolis : $R = A/P \dots \dots \dots (2.9)$

- Bentuk Segi Empat

Umunya digunakan pada daerah yang lahannya tidak terlalu lebar, dan harga lahanya mahal. Umumnya digunakan untuk saluran yang relative besar dan sedang. Rumus-rumus yang digunakan untuk saluran yang berpenampang segi empat yaitu :

a) Luas penampang basah : $A = b \cdot h \dots \dots \dots (2.10)$

b) Keliling penampang basah : $P = b + 2h \dots \dots \dots (2.11)$

c) Jari-jari hidrolis : $R = A / P \dots \dots \dots (2.12)$

- Bentuk setengah lingkaran

Umumnya digunakan pada saluran dilingkungan pemukiman berupa saluran sekunder dan tersier.

- Bentuk segitiga

Umumnya digunakan pada daerah pemukiman sebagai saluran tersier. Keuntungannya dapat mengalirkan air pada debit yang kecil. Kerugiannya sulit dalam pemeliharaan.

- Bentuk –bentuk kombinasi antara trapesium, segiempat, setengah lingkaran, dan segitiga

2. Saluran Tertutup

Saluran tertutup umumnya digunakan pada daerah yang lahanya terbatas (pasar, pertokoan), daerah yang lalu lintas pejalan kaki padat, lahan yang dipakai untuk lahan parker.

- Bentuk lingkaran
Keuntungannya adalah mudah dalam menyiapkan cekungan; mudah dalam menghitung ukuran yang dibutuhkan oleh debit air yang ada. Kerugiannya antara lain adalah harus menyiapkan perletakan yang sesuai.
- Bentuk persegi empat
Keuntungannya antara lain adalah mudah dalam mengubah ukuran. Mudah menyiapkan cetakan, mudah menghitung besar ukuran yang dibutuhkan oleh debit air air yang tersedia.
- Bentuk tapal kuda
Keuntungannya dalah cukup ekonomis untuk saluran yang besar. Kerugiannya adalah sulit dalam pelaksanaan dan membutuhkan waktu yang lama dalam pelaksanaan.

- Bentuk bulat telur

Keuntungannya adalah sangat baik untuk debit aliran yang kecil. Kerugiannya adalah biaya yang tinggi dan sukara dalam penyetelan dilapangan.

Saluran Drainase dibedakan berdasarkan material penyusunnya, yaitu :

1. Saluran tanah

Saluran tanah umumnya digunakan pada daerah yang mempunyai tekstur tanah yang relative keras dan topografi yang baik (tidak terlalu curam dan tidak terlalu datar) hal ini untuk menghindari terjadi erosi dan sedimentasi dan tumbuhnya tanaman air. Saluran tanah numunya berpenampang trapezium, hal ini untuk menghindari longsoranya talud. Factor yang harus dipertimbangkan dalam merencanakan saluran tanah adalah :

- Air dapat mengalir secara gravitasi
- Kecepatan air sesuai dengan yang diizinkan
- Jenis material (bahan tanah) yang membentuk saluran relative padat

2. Saluran pasang batu

Saluran pasang batu umunya digunakan pada daerah yang mempunyai tekstur tanah yang relative lepas, dam mempunyai

kemiringan curam. Factor yang harus dipertimbangkan dalam merencanakan saluran pasang batu adalah :

- Kecepatan aliran yang diizinkan
- Kemiringan saluran yang diizinkan
- Kekuatan tanah pada saluran

3. Saluran beton (yang diberi lapisan)

Saluran beton (yang dilapisi) umumnya digunakan pada daerah yang mempunyai topografi terlalu miring atau terlalu datar, serta mempunyai tekstur tanah yang relative lepas. Lapisan saluran dimaksudkan untuk melindungi saluran dari erosi, serta untuk memudahkan pengaliran pada volume air yang kecil. Factor yang harus dipertimbangkan dalam hal mendesain saluran beton ini antara lain :

- Kecepatan aliran yang diizinkan
- Kekuatan saluran yang diizinkan
- Kekuatan tanah pendukung kekuatan saluran

4. Saluran dengan perkuatan kayu

Saluran dengan perkuatan kayu umumnya digunakan pada daerah yang mempunyai tekstur tanah yang sangat jelek (gambut) dan selalu terjadi pergeseran (tanah bergerak). Factor yang harus

diperhatikan adalah daya tahan kayu terhadap air dan tersedianya bahan baku dilapangan.

2.7.3 Pola Aliran Air Dalam Drainase

Aliran dalam suatu saluran dapat berupa aliran saluran terbuka (open chanel flow) maupun saluran tertutup (pipe flow). Pada aliran saluran terbuka terdapat permukaan air yang bebas (free surface). Permukaan bebas ini dapat dipengaruhi oleh tekanan udara luar secara langsung. Sedangkan pada aliran saluran tertutup tidak terdapat permukaan yang bebas, hal ini dikarenakan seluruh saluran diisi oleh air.

Pada aliran saluran tertutup permukaan air secara tidak langsung dipengaruhi oleh tekanan udara luar, kecuali hanya oleh tekanan hidraulika yang ada dalam aliran saja. Pada aliran saluran terbuka untuk penyederhanaan dianggap bahwa aliran sejajar, kecepatan beragam dan kemiringan kecil.

Dalam hal ini permukaan air merupakan garis derajat hidraulika dan dalamnya air sama dengan tinggi tekanan. Meskipun kedua jenis aliran hampir sama, penyelesaian masalah aliran dalam saluran terbuka jauh lebih sulit dibanding dengan aliran pipa tekan. Hal ini disebabkan karena permukaan air bebas cenderung bebas sesuai dengan waktu dan ruang juga bahwa kedalaman aliran, debit, kemiringan dasar saluran dan kedudukan permukaan bebas saling bergantung satu sama lainnya. Aliran dalam suatu saluran tertutup tidak selalu merupakan aliran pipa.

Apabila terdapat permukaan bebas, harus digolongkan sebagai aliran saluran terbuka. Sebagai contoh saluran drainase air hujan yang merupakan saluran tertutup, biasanya dirancang untuk aliran saluran terbuka sebab aliran saluran drainase diperkirakan hampir setiap saat memiliki permukaan bebas.

Penggolongan jenis aliran berdasarkan perubahan kedalaman aliran sesuai dengan perubahan ruang dan waktu di bagi 2, yaitu aliran lunak (steady flow) dan aliran tidak lunak (unsteady flow).

1. Aliran lunak (steady flow). Aliran lunak adalah aliran yang mempunyai kedalaman tetap untuk selang waktu tertentu. Aliran lunak diklasifikasikan menjadi:
 - a. Aliran seragam (uniform flow). Aliran saluran terbuka dikatakan seragam apabila ke dalam air sama pada setiap penampang saluran.
 - b. Aliran berubah (varied flow). Aliran saluran terbuka dikatakan berubah secara lambat apabila kedalaman air berubah di sepanjang saluran. Aliran berubah terdiri dari atas 2 yaitu aliran berubah secara lambat apabila kedalaman aliran berubah secara lambat dan aliran berubah secara cepat apabila kedalaman aliran berubah secara cepat.

2. Aliran tidak lunak (unsteady flow). Aliran tidak lunak adalah aliran yang mempunyai kedalaman tidak tetap untuk selang waktu tertentu.

Aliran tidak lunak diklasifikasikan menjadi:

- a. Aliran seragam tidak lunak (unsteady uniform flow). Aliran saluran terbuka dimana alirannya mempunyai permukaan yang berklasifikasi waktu dan tetap sejajar dengan dasar saluran. Aliran seperti ini jarang ditemukan di lapangan.
- b. Aliran berubah tidak lunak (unsteady varied flow). Aliran saluran terbuka dimana kedalaman aliran berubah sepanjang waktu dan ruang. Aliran berubah tidak lunak terdiri dari 2 yaitu aliran yang berubah secara lambat dimana kedalaman aliran berubah sepanjang waktu dan ruang dengan perubahan kedalaman secara lambat, serta aliran tidak lunak berubah secara cepat dimana kedalaman aliran berubah sepanjang waktu dan ruang dengan perubahan kedalaman secara cepat.

Kekentalan dan gravitasi dapat mempengaruhi sifat aliran pada saluran terbuka. Tegangan permukaan aliran dalam keadaan tertentu dapat pula mempengaruhi sifat aliran, tetapi pengaruh ini tidak terlalu besar dalam masalah saluran terbuka pada umumnya ditemui dalam dunia rekayasa.

1. Aliran Laminer. Aliran saluran terbuka dikatakan laminer apabila gaya kekentalan (viscosity) relatif sangat besar dibandingkan dengan gaya inersia sehingga kekentalan berpengaruh besar

terhadap sifat aliran. Butir-butir aliran bergerak menurut lintasan tertentu yang teratur atau lurus dan selapis cairan tipis seolah-olah menggelincir diatas lapisan lain.

2. Aliran Turbulen. Aliran saluran terbuka dikatakan turbulen apabila gaya kekentalan (viscosity) relatif lemah dibanding dengan gaya inersia. Butir-butir air bergerak menurut lintasan tertentu yang tidak teratur, tidak lancar dan tidak tetap walaupun butir-butir tersebut bergerak maju di dalam aliran keseluruhan.

Tingkat sistem drainase, yaitu :

1. Tersier drainage
2. Secondary drainage
3. Main drainage
4. Sea drainage

2.7.4 Desain kriteria

Desain kriteria harus sesuai dengan :

- Kebutuhan
- Pertimbangan ekonomis
- Kondisi alam, meliputi :

1. Segi hidrologis.

Tergantung dari data curah hujan didaerah tersebut dengan intensitas 3 – 5 hari berturut turut dan harus habis mengalirkan air.

2. Segi topografis.

Dalam pembuatan drainase ini sangat diperlukan bentuk topografis yang mempunyai ketinggian yang berbeda. Sehingga selalu memungkinkan adanya beda tinggi yang akan menyebabkan air tetap mengalir. Disamping itu agar saluran drainase ini diusahakan berupa galian semua sedangkan timbunan dihindarkan agar mendapatkan kemiringan saluran yang dapat mengalirkan air dari hulu ke hilir. Apabila terpaksa terjadi saluran drainase timbunan, maka kemiringan saluran harus diusahakan kecil.

Rumus :

$$Q = F \cdot V$$

$$V = K \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2}$$

$$I = \frac{V^2}{K \cdot R^{2/3}} \dots\dots\dots(2.13)$$

Jika I kecil maka V = kecil dan F = besar.

Dengan demikian perlu dibuat drainase dengan kedalaman kecil tetapi lebar. Tetapi dalam hal ini akan mengakibatkan adanya pengendapan sehingga diikuti adanya eksploitasi sebagai berikut :

I = Disesuaikan kelandaiannya dengan tanah setempat maka [1-2].10⁻⁴

V= [0,5 – 0,6] m/s

Dalam drainase juga terdapat kecepatan maximum, tetapi ada batas – batas tertentu untuk menghindari gesekan/keausan saluran.

3. Segi geologis.

Drainase kecil tidak perlu peninjauan geologi, tetapi untuk drainase besar perlu diadakan peninjauan geologi misalnya pada bidang mekanika tanah, terutama untuk mendapatkan konstruksi pelengkap dari sistem drainase yang stabil. Untuk mendapatkan hal – hal itu maka dalam merencanakan kita harus memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

a. Kemiringan talud

Harus memperhatikan dan disesuaikan dengan sudut geser dalam tanah dan besarnya kohesi tanah yang bersangkutan. Saluran drainase makin curam maka air yang mengalir makin deras, sehingga makin cepat dinding saluran aus karena terkikis.

b. Kecepatan aliran air.

2.7.5 Drainase Modul

Drainase modul adalah jumlah air yang harus didrainase karena apabila tidak akan menimbulkan genangan, hal ini tergantung dari curah hujan. Data n tahun, dengan data hujan per 1 hari, 2 hari, atau 3 hari.

Dalam tugas ini dipakai dasar hujan 3 hari didrainase 3 hari dengan genangan, menggunakan rumus:

Hujan 3 hari di drainase, 3 hari dengan genangan

$$D_m = \frac{D_n}{100} \times \frac{10^6}{3 \times 24 \times 60 \times 60} = \frac{D_n}{3 \times 8,64} \text{ lt / dt / Ha}$$

.....(2.14)

Dimana : $D_n = R(n)T + n(IR - ET - P) - S$

Dimana :

R = Jumlah hujan dari n hari

S = Storage

N = Jumlah hari

I = Irrigation Supplay

P = Perkolasi

ET = Evapotranspirasi

DM = Drainage Module

2.7.6 Perencanaan Tinggi Muka Air

Tinggi muka air saluran pembuangan di jaringan intern tergantung pada fungsi saluran tersebut. Di jaringan tersier, tanah membuang airnya langsung ke saluran pembuang (kuarter dan tersier) dan tinggi muka air rencana mungkin sama dengan tinggi permukaan tanah.

Jaringan pembuang primer menerima air buangan dari petak – petak tersier di lokasi yang tetap. Tinggi muka air rencana di jaringan

utama ditentukan dari tinggi muka air yang diperlukan di ujung saluran pembuangan tersier. Tinggi muka air di jaringan primer yang berfungsi untuk pembuangan air dari sawah dan mungkin daerah bukan sawah dihitung sebagai berikut :

- Untuk pengaliran debit rencana, tinggi muka air naik sampai dengan tinggi permukaan tanah.
- Untuk pengaliran debit puncak, pembuang dari sawah dianggap nol.

Muka air rencana pada titik pertemuan antara dua saluran pembuang sebaiknya diambil sebagai berikut :

- Elevasi muka air yang sesuai dengan banjir dengan periode ulang 5 kali per tahun untuk sungai
- Muka air rencana untuk saluran pembuang intern yang tingkatnya lebih tinggi.
- Muka air laut rata – rata (MSL) untuk laut.

2.7.7 Debit Air Kotor

Debit air kotor adalah air hasil aktifitas manusia berupa air buangan rumah tangga, dalam perhitungan air kotor diprediksi berdasarkan kebutuhan air bersih di daerah studi dan perkiraan besarnya air buangan sebesar 85% dari kebutuhan air minum (Suhardjono, 1984). Kebutuhan air bersih secara umum diperkirakan sebesar 90 lt/hr/orang untuk kategori kota semi urban (Dirjen Cipta Karya, Departemen Pekerjaan Umum, 2006).

Untuk jumlah penduduk sebesar (P_n), maka air kotor yang dibuang setiap km² dapat dihitung sebagai berikut :

$$Q_k = (P_n \cdot q) / A \dots \dots \dots (2.15)$$

Maka debit air kotor untuk masing-masing saluran drainase dihitung sebagai berikut :

$$Q_{ki} = Q_k \times A_i \dots \dots \dots (2.16)$$

dimana :

Q_k = debit air kotor rata-rata (lt/dt/km²)

P_n = jumlah penduduk

q = debit air buangan (lt/dt/orang)

A = luas total wilayah (km²)

Q_{ki} = debit air kotor per saluran (lt/dt)

A_i = luas tiap daerah pengaliran (km²)

2.7.8 Evaluasi Saluran Drainase Terhadap Debit Saluran

Evaluasi saluran adalah untuk mengetahui seberapa besar debit yang dapat ditampung saluran dengan kondisi yang ada saat ini. Besarnya dimensi saluran dipengaruhi banyaknya air yang akan dibuang, kekasaran bahan konstruksinya, kecepatan aliran serta kemiringannya. Bila tidak memenuhi kriteria yang dimaksud maka dimensi saluran direncanakan kembali, agar mampu melewati debit rencana. Analisa kapasitas saluran

drainase dilakukan untuk mengetahui kemampuan saluran drainase yang ada terhadap debit rencana hasil perhitungan. Apabila kapasitas saluran drainase lebih besar dari debit rencana maka saluran tersebut masih layak dan tidak terjadi luapan air. Hal-hal yang dapat dilakukan untuk penanganan saluran yang kapasitasnya tidak mencukupi antara lain normalisasi atau pengerukan sedimen, penambahan tinggi saluran dan pembuatan saluran baru. Dalam rencana perbaikan drainase prinsip dasar yang dipakai adalah sedapat mungkin mempertahankan saluran yang sudah ada, jika tidak memungkinkan maka dilakukan perubahan pada dimensi saluran sesuai dengan debit rencana. Debit rencana adalah penjumlahan dari debit rancangan air kotor dan air hujan. Berdasarkan data-data dan proses perhitungan maka diketahui debit air hujan (Q_h) dan debit air kotor (Q_k) sehingga, debit rencana :

$$Q_r = Q_h + Q_k \dots\dots\dots(2.17)$$

Untuk mengetahui kemampuan kapasitas saluran drainase terhadap debit rencana maka digunakan rumus :

$$Q = Q_s - Q_r \dots\dots\dots(2.18)$$

dengan :

Q_s = debit saluran (m^3/det)

Q_r = debit rencana /debit air hujan dan debit air kotor (m^3/det)

2.7.9 Penampang Saluran

Untuk merencanakan dimensi penampang pada saluran drainase digunakan rumus aliran seragam. Bentuk penampang saluran drainase dapat merupakan saluran terbuka maupun saluran tertutup tergantung kondisi daerahnya. Rumus kecepatan rata-rata pada perhitungan dimensi penampang saluran menggunakan rumus Manning, karena rumus ini mempunyai bentuk yang sederhana tetapi memberikan hasil yang memuaskan (Chow, 1992).

$$V = 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots \dots \dots (2.19)$$

$$Q = A \cdot V = A \cdot 1/n \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \dots \dots \dots (2.20)$$

Dengan :

Q = debit saluran (m³/det)

V = kecepatan aliran (m/det)

A = luas penampang basah saluran (m²)

n = angka kekasaran saluran (m)

R = jari-jari hidrolis saluran (m)

S = kemiringan dasar saluran.

Nilai kemiringan dinding saluran diperoleh berdasarkan bahan saluran yang digunakan. Nilai kemiringan dinding saluran dapat dilihat pada Tabel 2.3

Table 2.3 Nilai Kemiringan Dinding Saluran Sesuai Bahan

Bahan Saluran	Kemiringan dinding
Batuan / cadas	0
Tanah lumpur	0,25
Lempung keras / tanah	0,5 – 1
Tanah dengan pasangan batuan	1
Lempung	1,5
Tanah berpasir lepas	2
Lumpur berpasir	3

Sumber : ISBN: 979 – 8382 – 49 – 8

2.7.10 Drainase Berwawasan Lingkungan

Pengelolaan drainase yang tidak menimbulkan dampak yang merugikan bagi lingkungan. Terdapat dua pola yang dipakai, yaitu :

- Pola detensi (menampung air sementara), misalnya dengan membuat kolam penampungan.
- Pola retensi (meresapkan) antara lain dengan membuat sumur resapan, bidang resapan atau kolam resapan.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

3.1.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada daerah yang sering terjadi genangan banjir di Kota Makassar khususnya di Kelurahan paropo. Identifikasi titik genangan banjir diperoleh dari Peta Genangan Banjir Kota Makassar. Berdasarkan peta tersebut, terdapat genangan banjir pada Kelurahan paropo. Penelitian dan waktu pengambilan data dilaksanakan pada bulan Desember sampai April 2015.

3.1.2 Jenis Data

Data yang digunakan pada penyusunan Tugas Akhir ini terdiri atas dua jenis data, yaitu:

- Data Sekunder
- Data Primer

Data Sekunder meliputi data awal yang digunakan untuk menentukan lokasi titik genangan yang berupa peta genangan banjir Kota Makassar. Peta itu bersumber dari instansi terkait yaitu Departemen Pekerjaan Umum (PU), Dinas Sumber Daya Air Unit Hidrologi tahun 2014. Data Sekunder yang kedua adalah Curah Hujan Maksimum Kota Makassar pada stasiun Maritim Paotere,

stasiun Panakkukang, stasiun Panaikang, stasiun Panakukang, dan stasiun Sendre tahun 2003–2012 serta luas titik genangan di kelurahan paropo

Sedangkan data Primer meliputi data yang di peroleh dari hasil penelitian secara langsung dan tidak langsung di lapangan.

Data Primer ini meliputi :

- a. Data lama genangan rata-rata di setiap titik
- b. Data ketinggian genangan rata-rata di setiap titik

3.1.3 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan penulis dalam rangka pengumpulan data hingga proses penyelesaian masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Studi pustaka terhadap literatur-literatur yang berhubungan dengan tujuan yang ingin dicapai.
2. Mengadakan survey atau penelitian di lapangan untuk mendapatkan data primer yaitu ; lama dan tinggi genangan rata-rata untuk setiap titik genangan
3. Identifikasi daerah genangan banjir berdasarkan hasil pemetaan genangan banjir Kota Makassar
4. Pengumpulan data yang telah diperoleh dari hasil penelitian secara langsung dan tidak langsung di lapangan.

3.1.4 Metode Pengumpulan Data

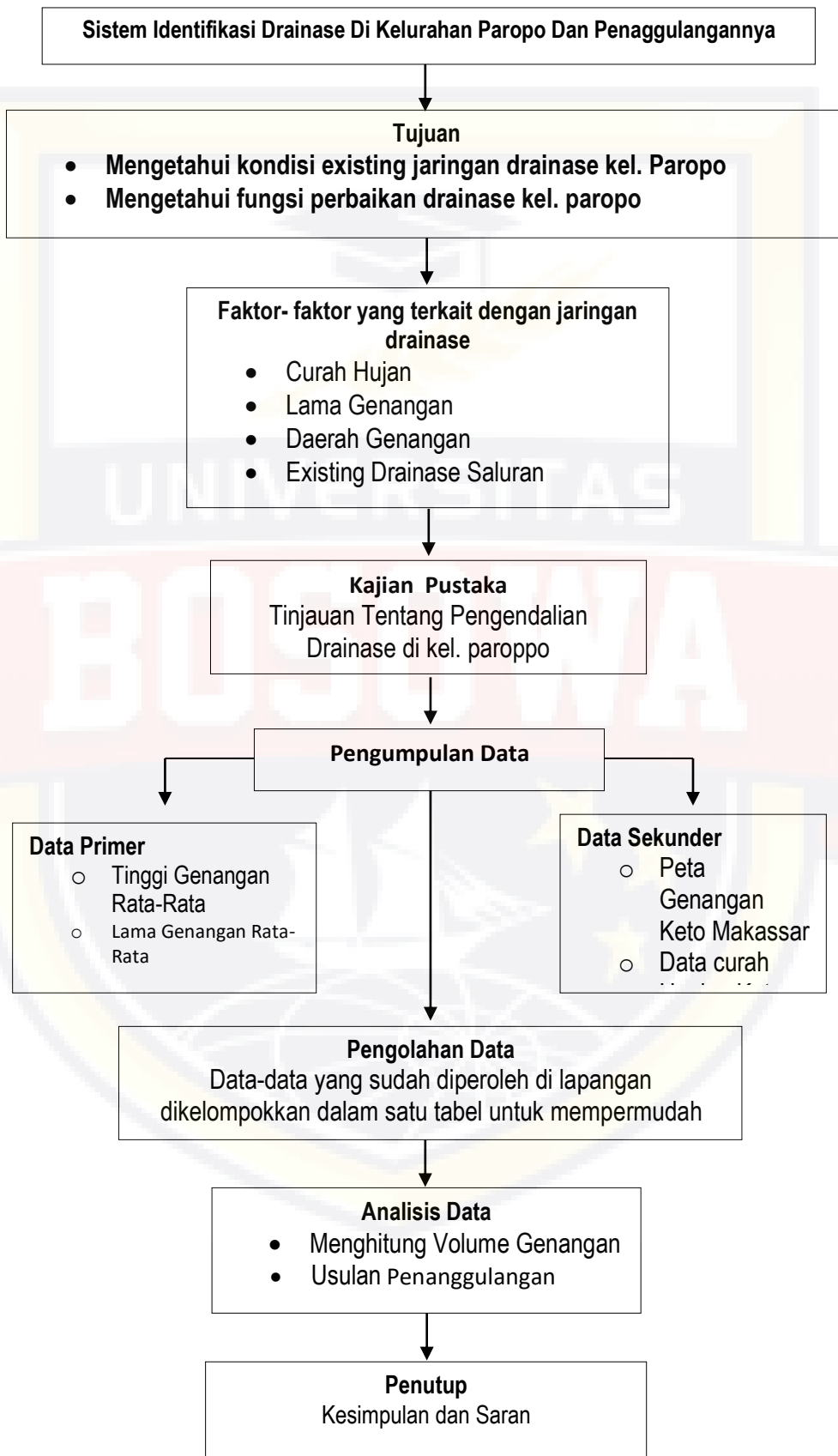
Data yang diperoleh pada penelitian ini diperoleh dengan cara:

1. Metode Survey, yaitu dengan melihat dan mengamati secara langsung lokasi penelitian.
2. Metode Wawancara, yaitu mengumpulkan data dengan cara menanyakan langsung dengan pihak-pihak yang bersangkutan.
3. Metode Internal, yaitu mengumpulkan informasi atau data melalui arsip yang menjadi referensi dalam penulisan ini.

3.1.5 Sistem Pengolahan dan Analisis Data

1. Menyiapkan data-data yang diperlukan
2. Menghitung rata-rata lama genangan untuk setiap titik berdasarkan data yang diperoleh
3. Menghitung rata-rata tinggi genangan untuk setiap titik berdasarkan data yang diperoleh
4. Menghitung volume genangan banjir untuk setiap titik berdasarkan data yang diperoleh
6. Menghitung intensitas curah hujan untuk setiap titik genangan berdasarkan data curah hujan maksimum Kota Makassar
7. Menghitung Debit genangan banjir di 2 titik genangan di Kelurahan paropo.

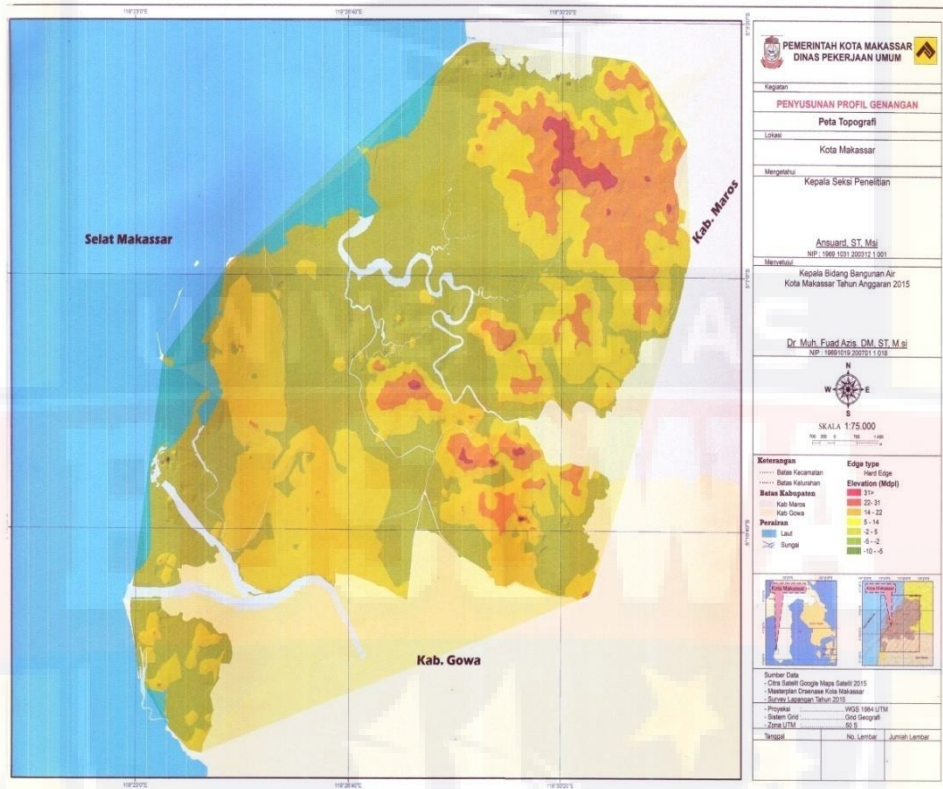
3.2 Flow Chart (Bagan Alir)



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. IDENTIFIKASI JARINGAN DRAINASE KELURAHAN PAROPO

4.4.1. Drainase kelurahan paropo

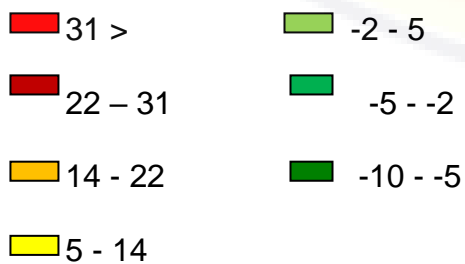


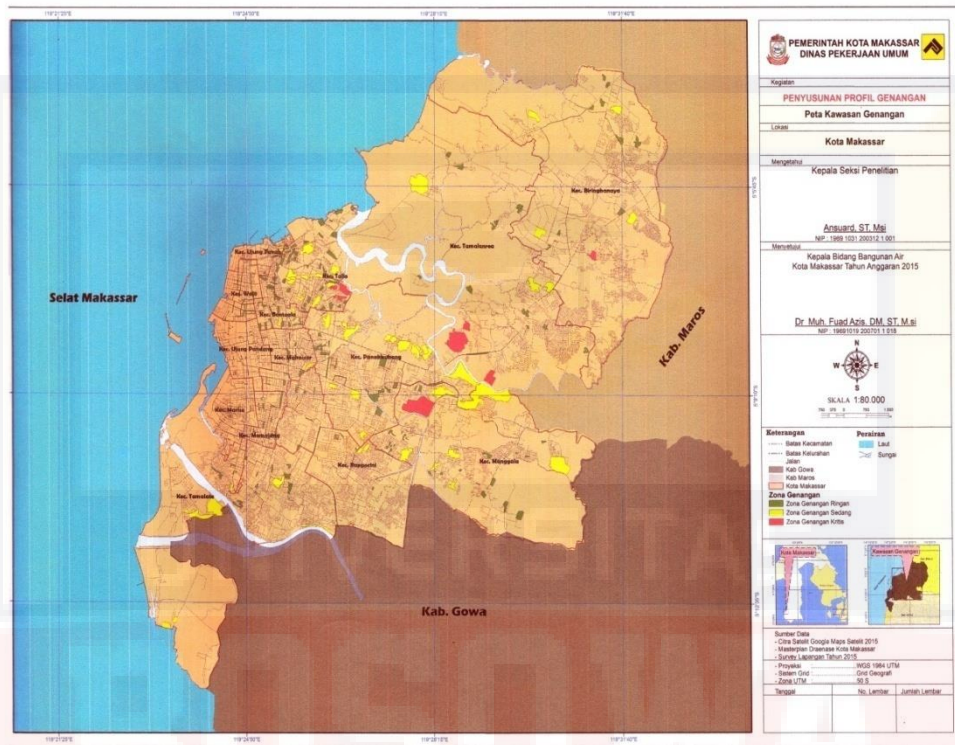
(Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Kota Makassar, 2015)

Gambar 4.1 Peta Topografi Kota Makassar

Keterangan :

Elevation (Mdpl)





(Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Kota Makassar, 2015)

Gambar 4.2 Peta Kawasan Genangan Kota Makassar

Keterangan :

- Zona Genangan Ringan
- Zona Genangan Sedang
- Zona Genangan Kritis

4.2. Sitem jaringan drainase

4.2.1. Data Curah Hujan Maksimum

Berdasarkan data curah hujan harian pada Stasiun Paotere, Panaikang, Antang, Sendre, dan Panakukang selama 10 tahun yaitu dari tahun 2006 sampai 2015, diperoleh analisis data curah hujan harian maksimum – tahunan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Harian Maksimum tiap Stasiun

No	Tahun	Stasiun Paotere	Stasiun Panaikang	Stasiun Antang	Stasiun Sendre	Stasiun Panakukang
1	2006	216	1345	1262	142	1079
2	2007	378	863	771	68	726
3	2008	199	201	300	66	942
4	2009	200	729	415	108	718
5	2010	161	1005	495	193	607
6	2011	138	908	996	123	647
7	2012	185	717	702	183	629
8	2013	196	956	860	138	927
9	2014	204	652	647	125	1030
10	2015	102	503	412	113	450

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum (PU)

4.2.2. Data Primer

Dari peta kawasan genangan banjir dan hasil survey pada 6 titik genangan, diperoleh data berupa lama genangan dan ketinggian genangan rata-rata untuk masing-masing titik pada Kecamatan Manggala seperti yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Luas area, lama genangan dan ketinggian genangan rata-rata

Titik genangan	Lama genangan (jam)	Ketinggian genangan rata-rata (m)	Luas area genangan (m ²)
Kel. paropo	2	0,25	325.600

Sumber :Observasi Lapangan

Untuk perhitungan besarnya volume genangan disetiap titik dihitung dengan menggunakan rumus:

Volume = Luas Area Genangan x Ketinggian Genangan rata-rata

Hasil perhitungan volume genangan disajikan pada tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4.3 Volume genangan untuk setiap titik

Titik genangan	Ketinggian genangan rata-rata (m)	Luas area genangan (m ²)	Volume genangan (m ³)
Kel. paropo	0,25	325.600	81,400

Sumber : Hasil perhitungan

4.2.3. Analisa Debit Saluran Drainase

4.2.4. Perhitungan Curah hujan harian maksimum

Curah Hujan harian maksimum rata-rata dihitung dengan metode Aljabar rata-rata seperti dibawah ini :

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

*Perhitungan pada tahun 2006

$$P = \frac{216 + 1345 + 1262 + 142 + 1079}{5}$$

$$P = 809 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2007

$$P = \frac{378 + 863 + 771 + 68 + 726}{5}$$

$$P = 561 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2008

$$P = \frac{199 + 201 + 300 + 66 + 942}{5}$$

$$P = 342 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2009

$$P = \frac{200 + 729 + 415 + 108 + 718}{5}$$

$$P = 434 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2010

$$P = \frac{161 + 1005 + 495 + 193 + 607}{5}$$

$$P = 492 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2011

$$P = \frac{138 + 908 + 996 + 123 + 647}{5}$$

$$P = 562 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2012

$$P = \frac{185 + 717 + 702 + 183 + 629}{5}$$

$$P = 483 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2013

$$P = \frac{196 + 956 + 860 + 138 + 927}{5}$$

$$P = 615 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2014

$$P = \frac{204 + 652 + 647 + 125 + 1030}{5}$$

$$P = 532 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2015

$$P = \frac{102 + 503 + 412 + 113 + 450}{5}$$

$$P = 316 \text{ mm}$$

Untuk perhitungan selanjutnya disajikan pada tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Data Curah Hujan Maksimum rata-rata

No	Tahun	R ₂₄
1	2006	809
2	2007	561
3	2008	342
4	2009	434
5	2010	492
6	2011	562
7	2012	483
8	2013	615
9	2014	532
10	2015	316

Sumber : Hasil perhitungan

4.2.2 Analisis Intensitas Curah Hujan

Perhitungan Intensitas Curah Hujan dihitung dengan memakai formula Dr. Mononobe.

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

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = waktu hujan atau durasi (jam)

R = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

t = 10 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{10/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(84,70 \right)$$

$$I = 1115,63 \text{ mm/jam}$$

t = 20 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{20} \right)^{0.6}$$

24

20/60

$$I = 13,17 \left(43,64 \right)$$

$$I = 574,74 \text{ mm/jam}$$

t = 30 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{30/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(28,80 \right)$$

$$I = 379,30 \text{ mm/jam}$$

t = 40 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{40/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(21,49 \right)$$

$$I = 283,02 \text{ mm/jam}$$

t = 50 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{50/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(17,39 \right)$$

$$I = 228,50 \text{ mm/jam}$$

t = 60 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{60/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(14,40 \right)$$

$$I = 189,65 \text{ mm/jam}$$

t = 70 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{70/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(12,31 \right)$$

$$I = 162,07 \text{ mm/jam}$$

$$t = 80 \text{ menit}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{80/60} \right)^{0.6}$$

I

=

$$I = 142,53 \text{ mm/jam } 10,84$$

$$t = 90 \text{ menit}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{90/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(9,60 \right)$$

$$I = 126,43 \text{ mm/jam}$$

$$t = 100 \text{ menit}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{100/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(8,62 \right)$$

$$I = 113,55 \text{ mm/jam}$$

t = 110 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{110/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(7,87 \right)$$

$$I = 103,65 \text{ mm/jam}$$

t = 120 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{120/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(7,20 \right)$$

$$I = 94,82 \text{ mm/jam}$$

Tabel 4.5 Intensitas Curah Hujan

Menit (t)	Intensitas Curah Hujan
10	1115,63
20	574,74
30	379,30
40	283,02
50	228,50
60	189,65
70	162,07
80	142,55
90	126,43
100	113,55
110	103,65
120	94,82

Curah hujan maksimum (R_{24}) yang digunakan dalam perhitungan intensitas curah hujan adalah data pada tahun 2015 yaitu 316 mm.

4.2.5. ANALISA DEBIT SALURAN DRAINASE

Evaluasi saluran adalah untuk mengetahui seberapa besar debit yang dapat ditampung saluran dengan kondisi yang ada saat ini. Besarnya dimensi saluran dipengaruhi banyaknya air yang akan dibuang, kekasaran bahan konstruksinya, kecepatan aliran serta kemiringannya. Bila tidak memenuhi kriteria yang dimaksud maka dimensi saluran direncanakan kembali, agar mampu melewati debit rencana.

Analisa kapasitas saluran drainase dilakukan untuk mengetahui kemampuan saluran drainase yang ada (eksisting) terhadap debit rencana hasil perhitungan.

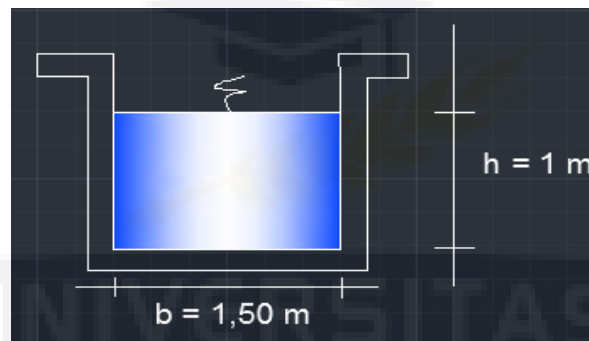
Berikut ini adalah daftar koefisien manning (n) :

Tabel 4.13 Koefisien Kekasaran Manning (n)

1. Kelurahan Paropo

- **Dimensi Saluran (Eksisting)**

Diketahui data-data dimensi saluran sebagai berikut :



Elevasi A = 480 mdpl
 Elevasi B = 478 mdpl
 Panjang Saluran L = 1331,24 m

Gambar 4.15 Dimensi saluran Kelurahan Borong

Diketahui data-data dimensi saluran (empat persegi panjang) sebagai berikut :

Saluran	Keterangan	n Manning
Tanah	Lurus, baru, seraga, landai, dan bersih	0,016 – 0,033
	Berkelok, landai, dan berumput	0,023 – 0,040
	Tidak terawat dan kotor	0,050 – 0,140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0,035 – 0,045
Pasangan Batu	Batu kosong	0,023 – 0,035
	Batu belah	0,017 – 0,030
Beton	Halus, sambungan baik dan rata	0,014 – 0,018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0,018 – 0,030

- Angka kekasaran Manning (n) = 0,017
- Kemiringan dasar saluran (S) = $\frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\% = 0,15$
- Penampang basah (A) = b x h = 1,50 m²
- Keliling basah (P) = b + 2h = 3,50 m
- Jari-jari Hidrolis (R) = A/P = 0,43 m

Maka debit saluran drainase (eksisting):

$$\begin{aligned}
 Q &= A \cdot V \\
 &= A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \\
 &= 1,50 \cdot \frac{1}{0,017} \times 0,43^{2/3} \times 0,15^{1/2} \\
 &= 88,235 \times 0,019 \\
 &= 1,70 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

Dari hasil analisis perhitungan debit saluran drainase (eksisting) di Kelurahan Borong, kapasitas debit saluran yang ada saat ini sebesar 1,70 m³/detik

4.3. Pembahasan

Sebagaimana yang dijelaskan dalam latar belakang terjadinya banjir di Kota Makassar dan kemudian didukung dengan data dari hasil survey langsung di lapangan, secara garis besar ada beberapa faktor penyebab genangan banjir. Faktor yang pertama diakibatkan oleh kondisi topografi daerah dan lokasinya yang berada didekat sungai. Banyak kawasan yang terletak pada daerah cekungan yang menyebabkan daerah

tersebut kemudian ketika hujan dalam waktu yang relatif lama terjadi banjir. Air hujan sulit mengalir dan menyebabkan terjadinya genangan yang relatif lama. Ini kemudian bertambah parah karena kurangnya daerah resapan air akibat banyaknya pembangunan serta luapan sungai akibat hujan dan pengaruh air pasang. Sehingga sifat genangan yang terjadi di daerah ini relatif lama dan memiliki ketinggian genangan yang cukup besar.

Faktor penyebab banjir yang kedua adalah aliran drainase yang kurang baik dan diperparah oleh adanya tumpukan sampah yang tidak dibersihkan di saluran tersebut. Akibatnya ketika hujan yang terjadi relatif lama menyebabkan meningginya elevasi muka air banjir sehingga terjadi genangan.

4.4. Usulan Penanggulangan

Berdasarkan analisa terhadap permasalahan genangan banjir di Kecamatan Manggala, maka dapat diambil beberapa usulan alternatif penanganan. Usulan alternatif secara teknis yang akan dilaksanakan dalam penanganan banjir di Kecamatan Manggala adalah :

4.4.1. Pembangunan Fisik

1. Normalisasi Saluran Drainase

Normalisasi atau optimalisasi jaringan Drainase yang dimaksud disini adalah penanggulangan banjir dengan menormalkan dan mengoptimalkan kembali fungsi jaringan drainase yang ada untuk mengalirkan genangan air akibat hujan. Jaringan drainase biasanya

tidak optimal karena disebabkan daya tampung saluran yang kecil dan terhambatnya jaringan oleh sampah dan sedimentasi yang berada pada jaringan drainase tersebut.

2. Kolam Retensi/Tandon

Adalah kolam/ waduk penampungan air hujan dalam jangka waktu tertentu yang berfungsi untuk memotong puncak banjir dan menyimpan air sementara pada saat air laut pasang.

Walaupun sebenarnya sangat susah dibangun di daerah yang padat penduduk seperti di Kecamatan Manggala.

3. Pengadaan Pompa dan Stasiun Pompa

Stasiun pompa terdiri dari pompa, rumah pompa dan panel operasi pompa. Pompa terdiri dari beberapa tipe diantaranya yaitu : Pompa *Archemidian screw*, Pompa *Rotodynamic*, Pompa Sentrifugal (aliran radial) dan Pompa *Axial* (baling-baling) Fungsi pompa banjir dalam sistem drainase perkotaan adalah untuk melayani aliran banjir yang cukup besar. Untuk mengeringkan air hujan dari suatu daerah yang luas di daerah perkotaan diperlukan pompa-pompa berdiameter besar guna menanggulangi jumlah air yang banyak.

4. Pembangunan Trash Rake (Saringan Sampah)

Trash rake atau saringan sampah adalah salah satu sarana drainase untuk tetap menjaga kebersihan saluran, sehingga saluran dapat berfungsi dengan baik seperti yang telah direncanakan

5. Pembangunan Sumur Resapan

Sumur resapan air ini berfungsi untuk menambah atau meninggikan air tanah, mengurangi genangan air banjir, mencegah intrusi air sungai/laut, mengurangi gejala amblesan tanah setempat dan melestarikan serta menyelamatkan sumberdaya air untuk jangka panjang. Oleh karena itu, pembuatan SRA perlu digalakkan sebagai usulan penanggulangan banjir yang tepat sasaran untuk sebagian besar daerah genangan banjir yang terjadi terutama pada setiap kawasan perumahan.

4.4.2. Pembangunan Non-Fisik

Perilaku masyarakat yang selama ini dikategorikan dapat menimbulkan banjir, antara lain :

- Sering membuang sampah ke sungai atau saluran,
- Kurangnya kesadaran ikut merawat sungai atau saluran,
- Membuat bangunan di tepi sungai atau saluran sehingga dapat mengurangi penampang basah saluran,
- Kurang kepedulian masyarakat terhadap segala hal yang dapat menimbulkan banjir.

Langkah-langkah pengendalian banjir atau penanganan banjir dari segi aspek sosial yang diusulkan adalah sebagai berikut :

1. Mensosialisasikan pemahaman banjir dan pengendalian banjir.

Beberapa usulan cara untuk mensosialisasikan pemahaman banjir dan pengendaliannya, yaitu dengan cara :

- Penyuluhan oleh pihak yang berwenang, bagaimana cara menghindaribahaya banjir supaya kerugian yang timbul tidak terlalu besar,
- Meningkatkan kesadaran masyarakat, bahwa kerusakan daerah pengaliran sungai yang diakibatkan oleh umat manusia dapat mengakibatkan banjiryang lebih parah,
- Mengembangkan sikap masyarakat bahwa membuang sampah dan lain-lain di sungai atau saluran pembuang adalah tidak baik dan akan menimbulkan permasalahan banjir,
- Meningkatkan kesadaran masyarakat bahwa aktivitas di daerah alur sungaiatau saluran pembuang, misalnya tinggal di bantaran sungai adalahmengganggu dan dapat menimbulkan permasalahan banjir,
- Meningkatkan kesadaran masyarakat bahwa tinggal di daerah bawah ataudaerah dataran banjir, perlu mentaati peraturan-peraturan dan mematuhi larangan yang ada, untuk menghindari permasalahan banjir dan menghindari kerugian banjir yang lebih besar.

2. Peraturan dan Pelaksanaan.

Peraturan yang dimaksudkan adalah peraturan yang meliputi perilaku masyarakat, khususnya yang dapat menyebabkan banjir, antara lain :

- Peraturan membuang sampah,
- Peraturan pembangunan harus ber-IMB dan di dalam peraturan IMB harus terdapat keharusan/aturan-aturan yang dapat mencegah terjadinya banjir,
- Peraturan pengembangan lahan dengan cara reklamasi.

3. Gerakan percontohan langsung ke masyarakat.

Pelaksanaannya dapat berupa penyuluhan-penyuluhan langsung ke masyarakat agar masyarakat mengetahui secara langsung cara-cara dan penyebab terjadinya banjir yang ada di daerahnya. Maka akhirnya kembali pada masyarakat itu sendiri dan para aparat dari pihak yang berwenang, untuk dapat meningkatkan kesadaran atas kewajiban sehubungan dengan permasalahan banjir. Karena penanganan yang lebih dini dan perhatian dari semua pihak, akan memudahkan untuk pengendalian banjir dan dapat menurunkan biaya pemeliharaan

4.4.3. Pelestarian Lingkungan Drainase Wilayah

Usaha-usaha yang perlu dilakukan untuk pelestarian lingkungan drainase wilayah tersebut antara lain :

1. Perbaiki saluran-saluran yang kapasitas alirannya sudah tidak memadai untuk menyalurkan debit banjir. Hal ini dilakukan dengan

cara :

- Pengerukan dan pembersihan sedimen/kotoran di saluran-saluran yang sudah banyak terisi sediment/kotoran, terutama di saluran-saluran tertutup.
- Perbaiki saluran dan bangunan yang kondisinya kurang memadai, baik secara fisik maupun fungsinya.

2. Pembuatan sistem drainase baru yang dihubungkan dengan sistem drainase yang sudah ada terutama untuk daerah-daerah pengembangan (industri baru) termasuk drainase jalan.

Hal ini dilakukan dengan cara :

- Pembuatan sistem drainase baru perlu diperhatikan pula aspek lingkungan, baik lingkungan fisik, biologi, dan kimia. Sehingga tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungannya. Dampak yang mungkin timbul dari pembangunan sistem drainase antara lain :

- ❖ Genangan permanen dalam saluran/kolam penampung, dimana untuk saluran drainase saat musim kemarau pada umumnya hanya menampung air limbah (domestik dan industri), yang debitnya tidak besar. Secara teoritis seharusnya tidak terjadi genangan, namun kenyataannya banyak saluran drainase pemukiman yang menggenang dan menjadi sarang nyamuk

dengan penyebabnya antara lain : timbunan sampah dan kotoran dalam saluran; sedimentasi; dasar saluran naik turun.

- ❖ Pencemaran air tanah, dimana untuk saluran drainase saat musim kemarau air di dalam saluran berasal dari limbah domestik dan industri, tidak ada pengenceran. Sehingga air yang meresap ke dalam tanah adalah air limbah, dan mencemari air tanah dan sumur penduduk. Untuk menghindari terjadinya pencemaran air tanah oleh limbah air buangan dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

Lining atau Geotextile

Seluruh dinding dan dasar saluran dilapisi beton, pasangan batu kali, atau *geotextile* yang tidak tembus air, paling tidak bagian yang kontak secara langsung dengan air limbah.

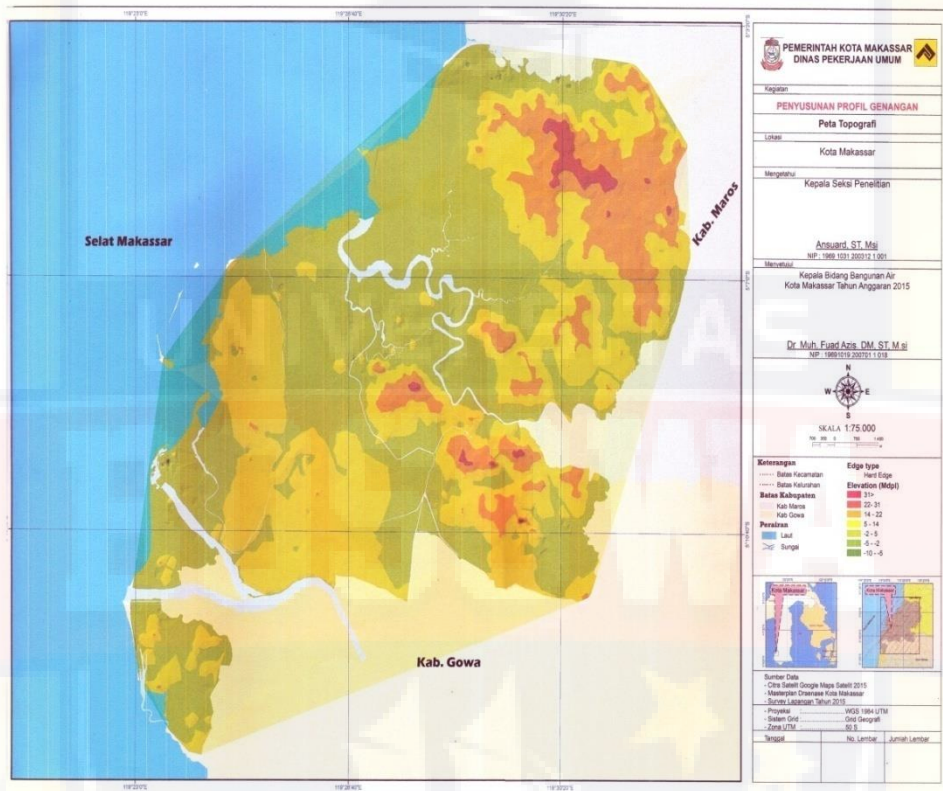
Drainase Sistem Terpisah

Cara yang ideal yaitu dengan membangun sistem drainase air hujan yang terpisah dengan sistem air buangan (*sewerage*). Air limbah tersebut dikumpulkan melalui jaringan pipa ke pengolahan limbah (*watertreatment plant*), kemudian airnya dibuang ke badan air.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.5. IDENTIFIKASI JARINGAN DRAINASE KELURAHAN PAROPO

4.4.2. Drainase kelurahan paropo



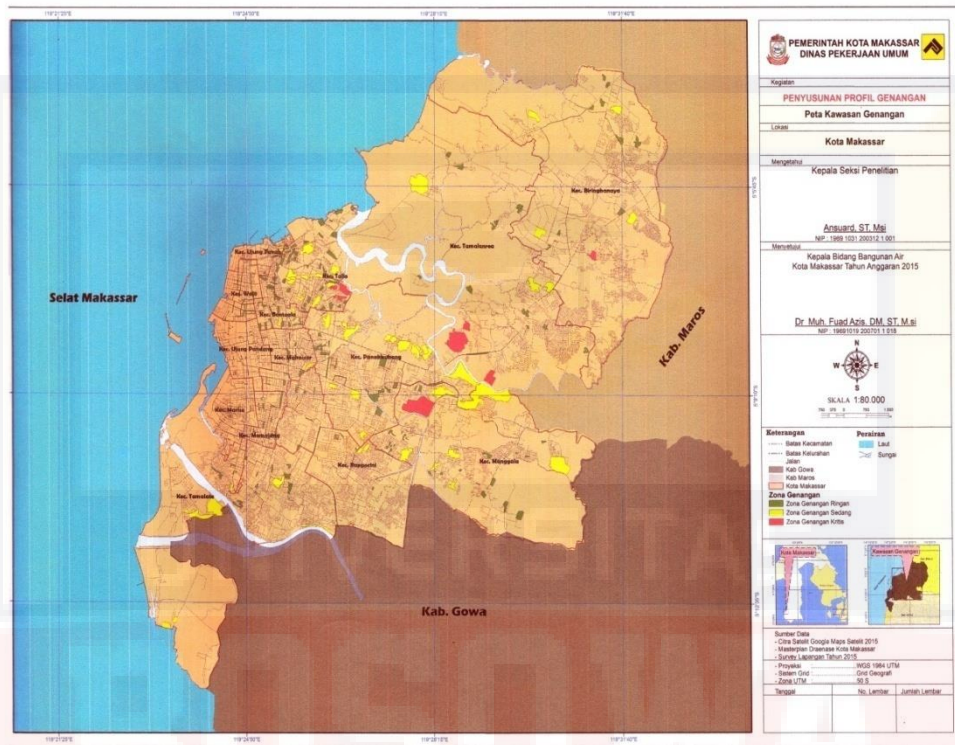
(Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Kota Makassar, 2015)

Gambar 4.1 Peta Topografi Kota Makassar

Keterangan :

Elevation (Mdpl)

- | | |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> 31 > 22 - 31 14 - 22 5 - 14 | <ul style="list-style-type: none"> -2 - 5 -5 - -2 -10 - -5 |
|---|--|



(Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Kota Makassar, 2015)

Gambar 4.2 Peta Kawasan Genangan Kota Makassar

Keterangan :

- Zona Genangan Ringan
- Zona Genangan Sedang
- Zona Genangan Kritis

4.6. Sitem jaringan drainase

4.6.1. Data Curah Hujan Maksimum

Berdasarkan data curah hujan harian pada Stasiun Paotere, Panaikang, Antang, Sendre, dan Panakukang selama 10 tahun yaitu dari tahun 2006 sampai 2015, diperoleh analisis data curah hujan harian maksimum – tahunan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Harian Maksimum tiap Stasiun

No	Tahun	Stasiun Paotere	Stasiun Panaikang	Stasiun Antang	Stasiun Sendre	Stasiun Panakukang
1	2006	216	1345	1262	142	1079
2	2007	378	863	771	68	726
3	2008	199	201	300	66	942
4	2009	200	729	415	108	718
5	2010	161	1005	495	193	607
6	2011	138	908	996	123	647
7	2012	185	717	702	183	629
8	2013	196	956	860	138	927
9	2014	204	652	647	125	1030
10	2015	102	503	412	113	450

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum (PU)

4.6.2. Data Primer

Dari peta kawasan genangan banjir dan hasil survey pada 6 titik genangan, diperoleh data berupa lama genangan dan ketinggian genangan rata-rata untuk masing-masing titik pada Kecamatan Manggala seperti yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Luas area, lama genangan dan ketinggian genangan rata-rata

Titik genangan	Lama genangan (jam)	Ketinggian genangan rata-rata (m)	Luas area genangan (m ²)
Kel. paropo	2	0,25	325.600

Sumber :Observasi Lapangan

Untuk perhitungan besarnya volume genangan disetiap titik dihitung dengan menggunakan rumus:

Volume = Luas Area Genangan x Ketinggian Genangan rata-rata

Hasil perhitungan volume genangan disajikan pada tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4.3 Volume genangan untuk setiap titik

Titik genangan	Ketinggian genangan rata-rata (m)	Luas area genangan (m ²)	Volume genangan (m ³)
Kel. paropo	0,25	325.600	81,400

Sumber : Hasil perhitungan

4.6.3. Analisa Debit Saluran Drainase

4.6.4. Perhitungan Curah hujan harian maksimum

Curah Hujan harian maksimum rata-rata dihitung dengan metode Aljabar rata-rata seperti dibawah ini :

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

*Perhitungan pada tahun 2006

$$P = \frac{216 + 1345 + 1262 + 142 + 1079}{5}$$

$$P = 809 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2007

$$P = \frac{378 + 863 + 771 + 68 + 726}{5}$$

$$P = 561 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2008

$$P = \frac{199 + 201 + 300 + 66 + 942}{5}$$

$$P = 342 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2009

$$P = \frac{200 + 729 + 415 + 108 + 718}{5}$$

$$P = 434 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2010

$$P = \frac{161 + 1005 + 495 + 193 + 607}{5}$$

$$P = 492 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2011

$$P = \frac{138 + 908 + 996 + 123 + 647}{5}$$

$$P = 562 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2012

$$P = \frac{185 + 717 + 702 + 183 + 629}{5}$$

$$P = 483 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2013

$$P = \frac{196 + 956 + 860 + 138 + 927}{5}$$

$$P = 615 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2014

$$P = \frac{204 + 652 + 647 + 125 + 1030}{5}$$

$$P = 532 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2015

$$P = \frac{102 + 503 + 412 + 113 + 450}{5}$$

$$P = 316 \text{ mm}$$

Untuk perhitungan selanjutnya disajikan pada tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Data Curah Hujan Maksimum rata-rata

No	Tahun	R ₂₄
1	2006	809
2	2007	561
3	2008	342
4	2009	434
5	2010	492
6	2011	562
7	2012	483
8	2013	615
9	2014	532
10	2015	316

Sumber : Hasil perhitungan

4.2.2 Analisis Intensitas Curah Hujan

Perhitungan Intensitas Curah Hujan dihitung dengan memakai formula Dr. Mononobe.

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

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = waktu hujan atau durasi (jam)

R = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

t = 10 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{10/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(84,70 \right)$$

$$I = 1115,63 \text{ mm/jam}$$

t = 20 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{20/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(43,64 \right)$$

$$I = 574,74 \text{ mm/jam}$$

$$t = 30 \text{ menit}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{30/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(28,80 \right)$$

$$I = 379,30 \text{ mm/jam}$$

$$t = 40 \text{ menit}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{40/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(21,49 \right)$$

$$I = 283,02 \text{ mm/jam}$$

$$t = 50 \text{ menit}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{50/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(17,39 \right)$$

$$I = 228,50 \text{ mm/jam}$$

$$t = 60 \text{ menit}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{60/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(14,40 \right)$$

$$I = 189,65 \text{ mm/jam}$$

t = 70 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{70/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(12,31 \right)$$

$$I = 162,07 \text{ mm/jam}$$

t = 80 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{80/60} \right)^{0.6}$$

I

=

$$I = 142,57 \text{ mm/jam } 10,84$$

t = 90 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{90/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(9,60 \right)$$

$$I = 126,43 \text{ mm/jam}$$

t = 100 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{100/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(8,62 \right)$$

$$I = 113,55 \text{ mm/jam}$$

t = 110 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{110/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(7,87 \right)$$

$$I = 103,65 \text{ mm/jam}$$

$$t = 120 \text{ menit}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{120/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(7,20 \right)$$

$$I = 94,82 \text{ mm/jam}$$

Tabel 4.5 Intensitas Curah Hujan

Menit (t)	Intensitas Curah Hujan
-----------	------------------------

10	1115,63
20	574,74
30	379,30
40	283,02
50	228,50
60	189,65
70	162,07
80	142,55
90	126,43
100	113,55
110	103,65
120	94,82

Curah hujan maksimum (R_{24}) yang digunakan dalam perhitungan intensitas curah hujan adalah data pada tahun 2015 yaitu 316 mm.

4.6.5. ANALISA DEBIT SALURAN DRAINASE

Evaluasi saluran adalah untuk mengetahui seberapa besar debit yang dapat ditampung saluran dengan kondisi yang ada saat

ini. Besarnya dimensi saluran dipengaruhi banyaknya air yang akan dibuang, kekasaran bahan konstruksinya, kecepatan aliran serta kemiringannya. Bila tidak memenuhi kriteria yang dimaksud maka dimensi saluran direncanakan kembali, agar mampu melewati debit rencana.

Analisa kapasitas saluran drainase dilakukan untuk mengetahui kemampuan saluran drainase yang ada (eksisting) terhadap debit rencana hasil perhitungan.

Berikut ini adalah daftar koefisien manning (n) :

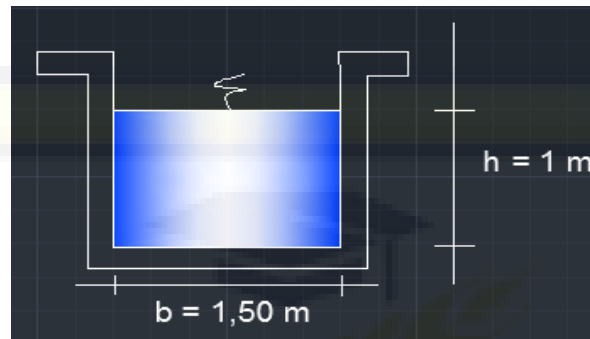
Tabel 4.13 Koefisien Kekasaran Manning (n)

2. Kelurahan Paropo

- **Dimensi Saluran (Eksisting)**

Saluran	Keterangan	n Manning
Tanah	Lurus, baru, seraga, landai, dan bersih	0,016 – 0,033
	Berkelok, landai, dan berumput	0,023 – 0,040
	Tidak terawat dan kotor	0,050 – 0,140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0,035 – 0,045
Pasangan Batu	Batu kosong	0,023 – 0,035
	Batu belah	0,017 – 0,030
Beton	Halus, sambungan baik dan rata	0,014 – 0,018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0,018 – 0,030

Diketahui data-data dimensi saluran sebagai berikut :



Elevasi A = 480 mdpl
Elevasi B = 478 mdpl
Panjang Saluran L = 1331,24 m

Gambar 4.15 Dimensi saluran Kelurahan Borong

Diketahui data-data dimensi saluran (empat persegi panjang) sebagai berikut :

- Angka kekasaran Manning (n) = 0,017
- Kemiringan dasar saluran (S) = $\frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\% = 0,15$
- Penampang basah (A) = b x h = 1,50 m²
- Keliling basah (P) = b + 2h = 3,50 m
- Jari-jari Hidrolis (R) = A/P = 0,43 m

Maka debit saluran drainase (eksisting):

$$\begin{aligned} Q &= A \cdot V \\ &= A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2} \\ &= 1,50 \cdot \frac{1}{0,017} \times 0,43^{2/3} \times 0,15^{1/2} \\ &= 88,235 \times 0,019 \\ &= 1,70 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dari hasil analisis perhitungan debit saluran drainase (eksisting) di Kelurahan Borong, kapasitas debit saluran yang ada saat ini sebesar 1,70 m³/detik

4.7. Pembahasan

Sebagaimana yang dijelaskan dalam latar belakang terjadinya banjir di Kota Makassar dan kemudian didukung dengan data dari hasil survey langsung di lapangan, secara garis besar ada beberapa faktor penyebab genangan banjir. Faktor yang pertama diakibatkan oleh kondisi topografi daerah dan lokasinya yang berada didekat sungai. Banyak kawasan yang terletak pada daerah cekungan yang menyebabkan daerah tersebut kemudian ketika hujan dalam waktu yang relatif lama terjadi banjir. Air hujan sulit mengalir dan menyebabkan terjadinya genangan yang relatif lama. Ini kemudian bertambah parah karena kurangnya daerah resapan air akibat banyaknya pembangunan serta luapan sungai akibat hujan dan pengaruh air pasang. Sehingga sifat genangan yang terjadi di daerah ini relatif lama dan memiliki ketinggian genangan yang cukup besar.

Faktor penyebab banjir yang kedua adalah aliran drainase yang kurang baik dan diperparah oleh adanya tumpukan sampah yang tidak dibersihkan di saluran tersebut. Akibatnya ketika hujan yang terjadi relatif

lama menyebabkan meningginya elevasi muka air banjir sehingga terjadi genangan.

4.8. Usulan Penanggulangan

Berdasarkan analisa terhadap permasalahan genangan banjir di Kecamatan Manggala, maka dapat diambil beberapa usulan alternatif penanganan. Usulan alternatif secara teknis yang akan dilaksanakan dalam penanganan banjir di Kecamatan Manggala adalah :

4.8.1. Pembangunan Fisik

6. Normalisasi Saluran Drainase

Normalisasi atau optimalisasi jaringan Drainase yang dimaksud disini adalah penanggulangan banjir dengan menormalkan dan mengoptimalkan kembali fungsi jaringan drainase yang ada untuk mengalirkan genangan air akibat hujan. Jaringan drainase biasanya tidak optimal karena disebabkan daya tampung saluran yang kecil dan terhambatnya jaringan oleh sampah dan sedimentasi yang berada pada jaringan drainase tersebut.

7. Kolam Retensi/Tandon

Adalah kolam/ waduk penampungan air hujan dalam jangka waktu tertentu yang berfungsi untuk memotong puncak banjir dan menyimpan air sementara pada saat air laut pasang.

Walaupun sebenarnya sangat susah dibangun di daerah yang padat penduduk seperti di Kecamatan Manggala.

8. Pengadaan Pompa dan Stasiun Pompa

Stasiun pompa terdiri dari pompa, rumah pompa dan panel operasi pompa. Pompa terdiri dari beberapa tipe diantaranya yaitu : Pompa *Archemedian screw*, Pompa *Rotodynamic*, Pompa Sentrifugal (aliran radial) dan Pompa *Axial* (baling-baling) Fungsi pompa banjir dalam sistem drainase perkotaan adalah untuk melayani aliran banjir yang cukup besar. Untuk mengeringkan air hujan dari suatu daerah yang luas di daerah perkotaan diperlukan pompa-pompa berdiameter besar guna menanggulangi jumlah air yang banyak.

9. Pembangunan Trash Rake (Saringan Sampah)

Trash rake atau saringan sampah adalah salah satu sarana drainase untuk tetap menjaga kebersihan saluran, sehingga saluran dapat berfungsi dengan baik seperti yang telah direncanakan.

10. Pembangunan Sumur Resapan

Sumur resapan air ini berfungsi untuk menambah atau meninggikan air tanah, mengurangi genangan air banjir, mencegah intrusi air sungai/laut, mengurangi gejala amblesan tanah setempat dan melestarikan serta menyelamatkan sumberdaya air untuk jangka

panjang. Oleh karena itu, pembuatan SRA perlu digalakkan sebagai usulan penanggulangan banjir yang tepat sasaran untuk sebagian besar daerah genangan banjir yang terjadi terutama pada setiap kawasan perumahan.

4.8.2. Pembangunan Non-Fisik

Perilaku masyarakat yang selama ini dikategorikan dapat menimbulkan banjir, antara lain :

- Sering membuang sampah ke sungai atau saluran,
- Kurangnya kesadaran ikut merawat sungai atau saluran,
- Membuat bangunan di tepi sungai atau saluran sehingga dapat mengurangi penampang basah saluran,
- Kurang kepedulian masyarakat terhadap segala hal yang dapat menimbulkan banjir.

Langkah-langkah pengendalian banjir atau penanganan banjir dari segi aspek sosial yang diusulkan adalah sebagai berikut :

4. Mensosialisasikan pemahaman banjir dan pengendalian banjir.

Beberapa usulan cara untuk mensosialisasikan pemahaman banjir dan pengendaliannya, yaitu dengan cara :

- Penyuluhan oleh pihak yang berwenang, bagaimana cara menghindaribahaya banjir supaya kerugian yang timbul tidak terlalu besar,

- Meningkatkan kesadaran masyarakat, bahwa kerusakan daerah pengaliran sungai yang diakibatkan oleh umat manusia dapat mengakibatkan banjiryang lebih parah,

- Mengembangkan sikap masyarakat bahwa membuang sampah dan lain-lain di sungai atau saluran pembuang adalah tidak baik dan akan menimbulkan permasalahan banjir,

- Meningkatkan kesadaran masyarakat bahwa aktivitas di daerah alur sungaiatau saluran pembuang, misalnya tinggal di bantaran sungai adalahmengganggu dan dapat menimbulkan permasalahan banjir,

- Meningkatkan kesadaran masyarakat bahwa tinggal di daerah bawah ataudaerah dataran banjir, perlu mentaati peraturan-peraturan dan mematuhi larangan yang ada, untuk menghindari permasalahan banjir dan menghindari kerugian banjir yang lebih besar.

5. Peraturan dan Pelaksanaan.

Peraturan yang dimaksudkan adalah peraturan yang meliputi perilaku masyarakat, khususnya yang dapat menyebabkan banjir, antara lain :

- Peraturan membuang sampah,
- Peraturan pembangunan harus ber-IMB dan di dalam peraturan IMB harus terdapat keharusan/aturan-aturan yang dapat mencegah terjadinya banjir,
- Peraturan pengembangan lahan dengan cara reklamasi.

6. Gerakan percontohan langsung ke masyarakat.

Pelaksanaannya dapat berupa penyuluhan-penyuluhan langsung ke masyarakat agar masyarakat mengetahui secara langsung cara-cara dan penyebab terjadinya banjir yang ada di daerahnya. Maka akhirnya kembali pada masyarakat itu sendiri dan para aparat dari pihak yang berwenang, untuk dapat meningkatkan kesadaran atas kewajiban sehubungan dengan permasalahan banjir. Karena penanganan yang lebih dini dan perhatian dari semua pihak, akan memudahkan untuk pengendalian banjir dan dapat menurunkan biaya pemeliharaan

4.8.3. Pelestarian Lingkungan Drainase Wilayah

Usaha-usaha yang perlu dilakukan untuk pelestarian lingkungan drainase wilayah tersebut antara lain :

3. Perbaiki saluran-saluran yang kapasitas alirannya sudah tidak memadai untuk menyalurkan debit banjir. Hal ini dilakukan dengan cara :

- Pengerukan dan pembersihan sedimen/kotoran di saluran-saluran yang sudah banyak terisi sediment/kotoran, terutama di saluran-saluran tertutup.
 - Perbaiki saluran dan bangunan yang kondisinya kurang memadai, baik secara fisik maupun fungsinya.
4. Pembuatan sistem drainase baru yang dihubungkan dengan system drainase yang sudah ada terutama untuk daerah-daerah pengembangan (industri baru) termasuk drainase jalan.

Hal ini dilakukan dengan cara :

- Pembuatan sistem drainase baru perlu diperhatikan pula aspek lingkungan, baik lingkungan fisik, biologi, dan kimia. Sehingga tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungannya. Dampak yang mungkin timbul dari pembangunan sistem drainase antara lain :
 - ❖ Genangan permanen dalam saluran/kolam penampung, dimana untuk saluran drainase saat musim kemarau pada umumnya hanya menampung air limbah (domestik dan industri), yang debitnya tidak besar. Secara teoritis seharusnya tidak terjadi genangan, namun kenyataannya banyak saluran drainase pemukiman yang menggenang dan menjadi sarang nyamuk dengan penyebabnya antara lain : timbunan sampah dan kotoran dalam saluran; sedimentasi; dasar saluran naik turun.

- ❖ Pencemaran air tanah, dimana untuk saluran drainase saat musim kemarau air di dalam saluran berasal dari limbah domestik dan industri, tidak ada pengenceran. Sehingga air yang meresap ke dalam tanah adalah air limbah, dan mencemari air tanah dan sumur penduduk. Untuk menghindari terjadinya pencemaran air tanah oleh limbah air buangan dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

Lining atau Geotextile

Seluruh dinding dan dasar saluran dilapisi beton, pasangan batu kali, atau *geotextile* yang tidak tembus air, paling tidak bagian yang kontak secara langsung dengan air limbah.

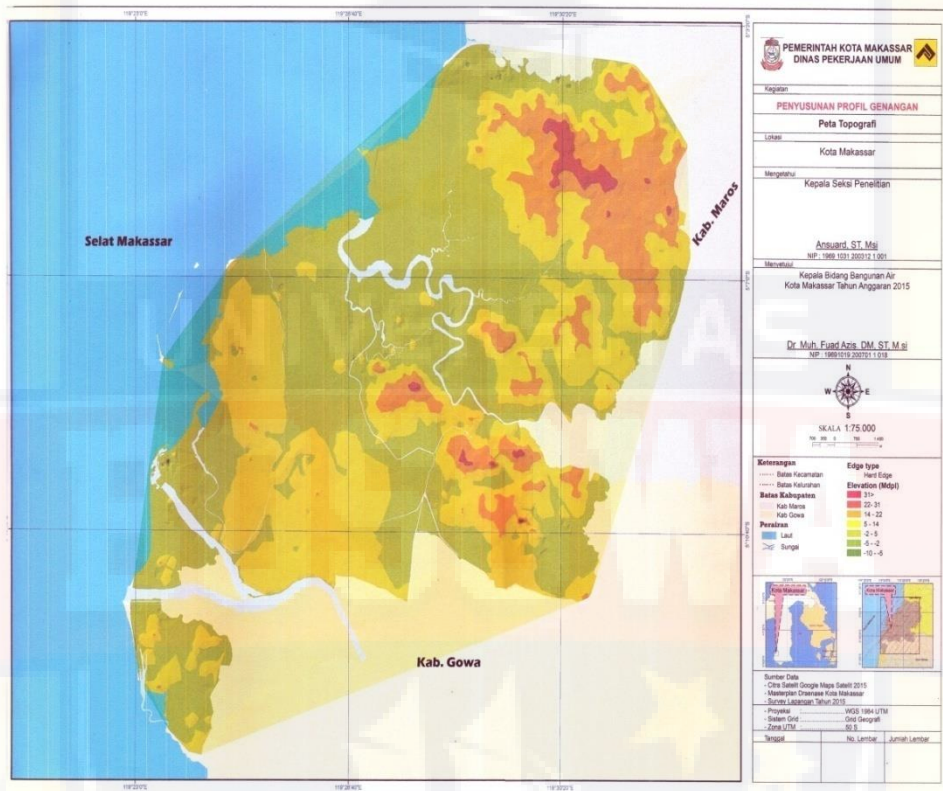
Drainase Sistem Terpisah

Cara yang ideal yaitu dengan membangun sistem drainase air hujan yang terpisah dengan sistem air buangan (*sewerage*). Air limbah tersebut dikumpulkan melalui jaringan pipa ke pengolah limbah (*watertreatment plant*), kemudian airnya dibuang ke badan air.

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.9. IDENTIFIKASI JARINGAN DRAINASE KELURAHAN PAROPO

4.4.3. Drainase kelurahan paropo

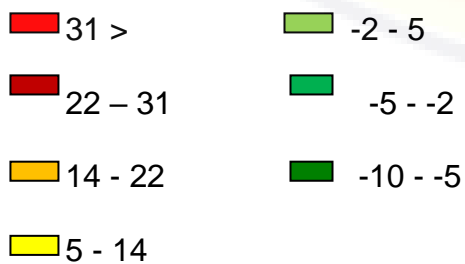


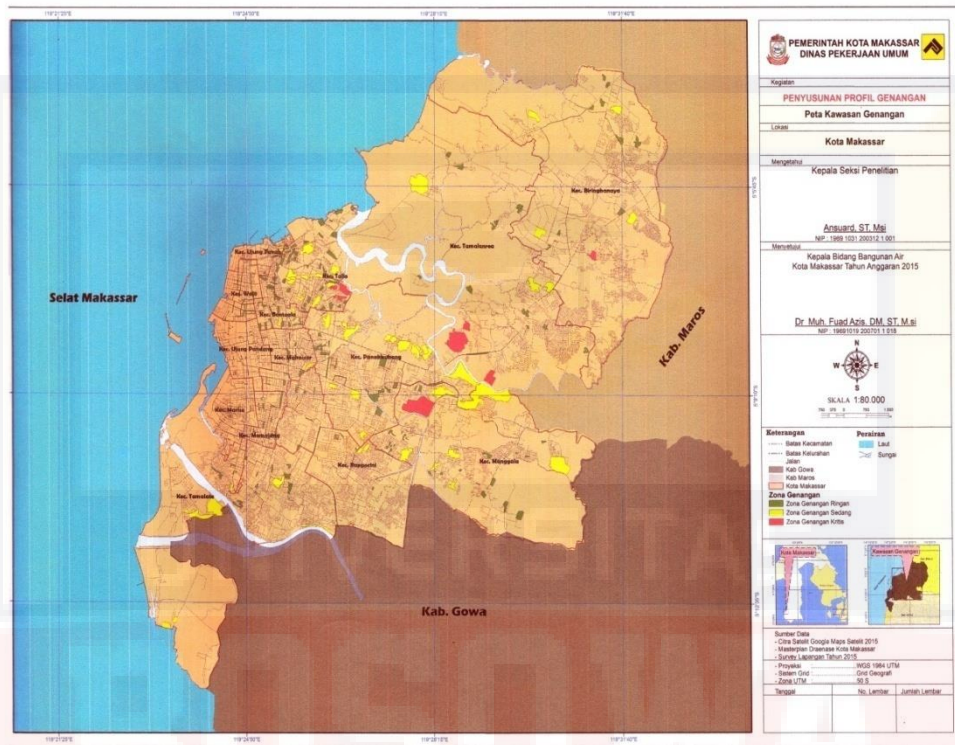
(Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Kota Makassar, 2015)

Gambar 4.1 Peta Topografi Kota Makassar

Keterangan :

Elevation (Mdpl)





(Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Kota Makassar, 2015)

Gambar 4.2 Peta Kawasan Genangan Kota Makassar

Keterangan :

- Zona Genangan Ringan
- Zona Genangan Sedang
- Zona Genangan Kritis

4.10. Sistem jaringan drainase

4.10.1. Data Curah Hujan Maksimum

Berdasarkan data curah hujan harian pada Stasiun Paotere, Panaikang, Antang, Sendre, dan Panakukang selama 10 tahun yaitu dari tahun 2006 sampai 2015, diperoleh analisis data curah hujan harian maksimum – tahunan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1 Data Curah Hujan Harian Maksimum tiap Stasiun

No	Tahun	Stasiun Paotere	Stasiun Panaikang	Stasiun Antang	Stasiun Sendre	Stasiun Panakukang
1	2006	216	1345	1262	142	1079
2	2007	378	863	771	68	726
3	2008	199	201	300	66	942
4	2009	200	729	415	108	718
5	2010	161	1005	495	193	607
6	2011	138	908	996	123	647
7	2012	185	717	702	183	629
8	2013	196	956	860	138	927
9	2014	204	652	647	125	1030
10	2015	102	503	412	113	450

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum (PU)

4.10.2. Data Primer

Dari peta kawasan genangan banjir dan hasil survey pada 6 titik genangan, diperoleh data berupa lama genangan dan ketinggian genangan rata-rata untuk masing-masing titik pada Kecamatan Manggala seperti yang disajikan pada tabel berikut:

Tabel 4.2 Luas area, lama genangan dan ketinggian genangan rata-rata

Titik genangan	Lama genangan (jam)	Ketinggian genangan rata-rata (m)	Luas area genangan (m ²)
Kel. paropo	2	0,25	325.600

Sumber :Observasi Lapangan

Untuk perhitungan besarnya volume genangan disetiap titik dihitung dengan menggunakan rumus:

Volume = Luas Area Genangan x Ketinggian Genangan rata-rata

Hasil perhitungan volume genangan disajikan pada tabel 4.3 dibawah ini:

Tabel 4.3 Volume genangan untuk setiap titik

Titik genangan	Ketinggian genangan rata-rata (m)	Luas area genangan (m ²)	Volume genangan (m ³)
Kel. paropo	0,25	325.600	81,400

Sumber : Hasil perhitungan

4.10.3. Analisa Debit Saluran Drainase

4.10.4. Perhitungan Curah hujan harian maksimum

Curah Hujan harian maksimum rata-rata dihitung dengan metode Aljabar rata-rata seperti dibawah ini :

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

*Perhitungan pada tahun 2006

$$P = \frac{216 + 1345 + 1262 + 142 + 1079}{5}$$

$$P = 809 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2007

$$P = \frac{378 + 863 + 771 + 68 + 726}{5}$$

$$P = 561 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2008

$$P = \frac{199 + 201 + 300 + 66 + 942}{5}$$

$$P = 342 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2009

$$P = \frac{200 + 729 + 415 + 108 + 718}{5}$$

$$P = 434 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2010

$$P = \frac{161 + 1005 + 495 + 193 + 607}{5}$$

$$P = 492 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2011

$$P = \frac{138 + 908 + 996 + 123 + 647}{5}$$

$$P = 562 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2012

$$P = \frac{185 + 717 + 702 + 183 + 629}{5}$$

$$P = 483 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2013

$$P = \frac{196 + 956 + 860 + 138 + 927}{5}$$

$$P = 615 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2014

$$P = \frac{204 + 652 + 647 + 125 + 1030}{5}$$

$$P = 532 \text{ mm}$$

*Perhitungan pada tahun 2015

$$P = \frac{102 + 503 + 412 + 113 + 450}{5}$$

$$P = 316 \text{ mm}$$

Untuk perhitungan selanjutnya disajikan pada tabel 4.4 sebagai berikut :

Tabel 4.4 Data Curah Hujan Maksimum rata-rata

No	Tahun	R ₂₄
1	2006	809
2	2007	561
3	2008	342
4	2009	434
5	2010	492
6	2011	562
7	2012	483
8	2013	615
9	2014	532
10	2015	316

Sumber : Hasil perhitungan

4.2.2 Analisis Intensitas Curah Hujan

Perhitungan Intensitas Curah Hujan dihitung dengan memakai formula Dr. Mononobe.

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

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

t = waktu hujan atau durasi (jam)

R = curah hujan maksimum dalam 24 jam (mm)

t = 10 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{10/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(84,70 \right)$$

$$I = 1115,63 \text{ mm/jam}$$

t = 20 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{20/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(43,64 \right)$$

$$I = 574,74 \text{ mm/jam}$$

t = 30 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{30/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(28,80 \right)$$

$$I = 379,30 \text{ mm/jam}$$

t = 40 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{40/60} \right)^{0.6}$$

$$\frac{\quad}{24} \quad \frac{24}{40/60}$$

$$I = 13,17 \left(21,49 \right)$$

$$I = 283,02 \text{ mm/jam}$$

t = 50 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{50/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(17,39 \right)$$

$$I = 228,50 \text{ mm/jam}$$

t = 60 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{60/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(14,40 \right)$$

$$I = 189,65 \text{ mm/jam}$$

t = 70 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{70/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(12,31 \right)$$

$$I = 162,07 \text{ mm/jam}$$

$$t = 80 \text{ menit}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{80/60} \right)^{0.6} =$$

$$I = 142,57 \text{ mm/jam } 10,84$$

$$t = 90 \text{ menit}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{90/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(9,60 \right)$$

$$I = 126,43 \text{ mm/jam}$$

$$t = 100 \text{ menit}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{100/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(8,62 \right)$$

$$I = 113,55 \text{ mm/jam}$$

t = 110 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{110/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(7,87 \right)$$

$$I = 103,65 \text{ mm/jam}$$

t = 120 menit

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{0.6}$$

$$I = \frac{316}{24} \left(\frac{24}{120/60} \right)^{0.6}$$

$$I = 13,17 \left(7,20 \right)$$

$$I = 94,82 \text{ mm/jam}$$

Tabel 4.5 Intensitas Curah Hujan

Menit (t)	Intensitas Curah Hujan
10	1115,63
20	574,74
30	379,30
40	283,02
50	228,50
60	189,65
70	162,07
80	142,55
90	126,43
100	113,55
110	103,65
120	94,82

Curah maksimum digunakan perhitungan curah hujan pada tahun 316 mm.

hujan (R_{24}) yang dalam intensitas adalah data 2015 yaitu

4.10.5. ANALISA DEBIT SALURAN DRAINASE

Evaluasi saluran adalah untuk mengetahui seberapa besar debit yang dapat ditampung saluran dengan kondisi yang ada saat ini. Besarnya dimensi saluran dipengaruhi banyaknya air yang akan dibuang, kekasaran bahan konstruksinya, kecepatan aliran serta kemiringannya. Bila tidak memenuhi kriteria yang dimaksud maka dimensi saluran direncanakan kembali, agar mampu melewati debit rencana.

Analisa kapasitas saluran drainase dilakukan untuk mengetahui kemampuan saluran drainase yang ada (eksisting) terhadap debit rencana hasil perhitungan.

Berikut ini adalah daftar koefisien manning (n) :

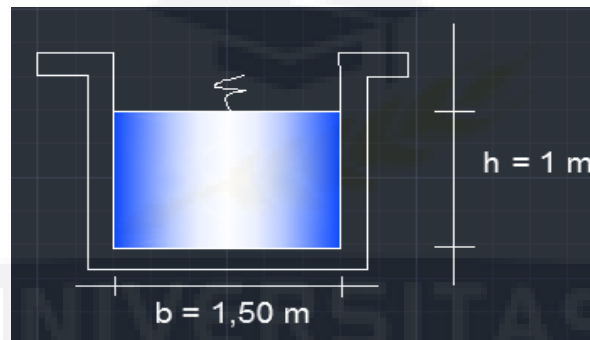
Tabel 4.13 Koefisien Kekasaran Manning (n)

Saluran	Keterangan	n Manning
Tanah	Lurus, baru, seraga, landai, dan bersih	0,016 – 0,033
	Berkelok, landai, dan berumput	0,023 – 0,040
	Tidak terawat dan kotor	0,050 – 0,140
	Tanah berbatu, kasar dan tidak teratur	0,035 – 0,045
Pasangan Batu	Batu kosong	0,023 – 0,035
	Batu belah	0,017 – 0,030
Beton	Halus, sambungan baik dan rata	0,014 – 0,018
	Kurang halus dan sambungan kurang rata	0,018 – 0,030

3. Kelurahan Paropo

- **Dimensi Saluran (Eksisting)**

Diketahui data-data dimensi saluran sebagai berikut :



Elevasi A = 480 mdpl
Elevasi B = 478 mdpl
Panjang Saluran L = 1331,24 m

Gambar 4.15 Dimensi saluran Kelurahan Borong

Diketahui data-data dimensi saluran (empat persegi panjang) sebagai berikut :

- Angka kekasaran Manning (n) = 0,017
- Kemiringan dasar saluran (S) = $\frac{t_1 - t_2}{L} \times 100\% = 0,15$
- Penampang basah (A) = b x h = 1,50 m²
- Keliling basah (P) = b + 2h = 3,50 m
- Jari-jari Hidrolis (R) = A/P = 0,43 m

Maka debit saluran drainase (eksisting):

$$Q = A \cdot V$$
$$= A \cdot \frac{1}{n} \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$$

$$\begin{aligned} &= 1,50 \cdot 1/0,017 \times 0,43^{2/3} \times 0,15^{1/2} \\ &= 88,235 \times 0,019 \\ &= 1,70 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Dari hasil analisis perhitungan debit saluran drainase (eksisting) di Kelurahan Borong, kapasitas debit saluran yang ada saat ini sebesar 1,70 m³/detik

4.11. Pembahasan

Sebagaimana yang dijelaskan dalam latar belakang terjadinya banjir di Kota Makassar dan kemudian didukung dengan data dari hasil survey langsung di lapangan, secara garis besar ada beberapa faktor penyebab genangan banjir. Faktor yang pertama diakibatkan oleh kondisi topografi daerah dan lokasinya yang berada didekat sungai. Banyak kawasan yang terletak pada daerah cekungan yang menyebabkan daerah tersebut kemudian ketika hujan dalam waktu yang relatif lama terjadi banjir. Air hujan sulit mengalir dan menyebabkan terjadinya genangan yang relatif lama. Ini kemudian bertambah parah karena kurangnya daerah resapan air akibat banyaknya pembangunan serta luapan sungai akibat hujan dan pengaruh air pasang. Sehingga sifat genangan yang terjadi di daerah ini relatif lama dan memiliki ketinggian genangan yang cukup besar.

Faktor penyebab banjir yang kedua adalah aliran drainase yang kurang baik dan diperparah oleh adanya tumpukan sampah yang tidak

dibersihkan di saluran tersebut. Akibatnya ketika hujan yang terjadi relatif lama menyebabkan meningginya elevasi muka air banjir sehingga terjadi genangan.

4.12. Usulan Penanggulangan

Berdasarkan analisa terhadap permasalahan genangan banjir di Kecamatan Manggala, maka dapat diambil beberapa usulan alternatif penanganan. Usulan alternatif secara teknis yang akan dilaksanakan dalam penanganan banjir di Kecamatan Manggala adalah :

4.12.1. Pembangunan Fisik

11. Normalisasi Saluran Drainase

Normalisasi atau optimalisasi jaringan Drainase yang dimaksud disini adalah penanggulangan banjir dengan menormalkan dan mengoptimalkan kembali fungsi jaringan drainase yang ada untuk mengalirkan genangan air akibat hujan. Jaringan drainase biasanya tidak optimal karena disebabkan daya tampung saluran yang kecil dan terhambatnya jaringan oleh sampah dan sedimentasi yang berada pada jaringan drainase tersebut.

12. Kolam Retensi/Tandon

Adalah kolam/ waduk penampungan air hujan dalam jangka waktu tertentu yang berfungsi untuk memotong puncak banjir dan menyimpan air sementara pada saat air laut pasang.

Walaupun sebenarnya sangat susah dibangun di daerah yang padat penduduk seperti di Kecamatan Manggala.

13. Pengadaan Pompa dan Stasiun Pompa

Stasiun pompa terdiri dari pompa, rumah pompa dan panel operasi pompa. Pompa terdiri dari beberapa tipe diantaranya yaitu : Pompa *Archemedian screw*, Pompa *Rotodynamic*, Pompa Sentrifugal (aliran radial) dan Pompa *Axial* (baling-baling) Fungsi pompa banjir dalam sistem drainase perkotaan adalah untuk melayani aliran banjir yang cukup besar. Untuk mengeringkan air hujan dari suatu daerah yang luas di daerah perkotaan diperlukan pompa-pompa berdiameter besar guna menanggulangi jumlah air yang banyak.

14. Pembangunan Trash Rake (Saringan Sampah)

Trash rake atau saringan sampah adalah salah satu sarana drainase untuk tetap menjaga kebersihan saluran, sehingga saluran dapat berfungsi dengan baik seperti yang telah direncanakan.

15. Pembangunan Sumur Resapan

Sumur resapan air ini berfungsi untuk menambah atau meninggikan air tanah, mengurangi genangan air banjir, mencegah intrusi air sungai/laut, mengurangi gejala amblesan tanah setempat dan melestarikan serta menyelamatkan sumberdaya air untuk jangka panjang. Oleh karena itu, pembuatan SRA perlu digalakkan sebagai usulan penanggulangan banjir yang tepat sasaran untuk sebagian

besar daerah genangan banjir yang terjadi terutama pada setiap kawasan perumahan.

4.12.2. Pembangunan Non-Fisik

Perilaku masyarakat yang selama ini dikategorikan dapat menimbulkan banjir, antara lain :

- Sering membuang sampah ke sungai atau saluran,
- Kurangnya kesadaran ikut merawat sungai atau saluran,
- Membuat bangunan di tepi sungai atau saluran sehingga dapat mengurangi penampang basah saluran,
- Kurang kepedulian masyarakat terhadap segala hal yang dapat menimbulkan banjir.

Langkah-langkah pengendalian banjir atau penanganan banjir dari segi aspek sosial yang diusulkan adalah sebagai berikut :

7. Mensosialisasikan pemahaman banjir dan pengendalian banjir.

Beberapa usulan cara untuk mensosialisasikan pemahaman banjir dan pengendaliannya, yaitu dengan cara :

- Penyuluhan oleh pihak yang berwenang, bagaimana cara menghindaribahaya banjir supaya kerugian yang timbul tidak terlalu besar,

- Meningkatkan kesadaran masyarakat, bahwa kerusakan daerah pengaliran sungai yang diakibatkan oleh umat manusia dapat mengakibatkan banjir yang lebih parah,
- Mengembangkan sikap masyarakat bahwa membuang sampah dan lain-lain di sungai atau saluran pembuang adalah tidak baik dan akan menimbulkan permasalahan banjir,
- Meningkatkan kesadaran masyarakat bahwa aktivitas di daerah alur sungai atau saluran pembuang, misalnya tinggal di bantaran sungai adalah mengganggu dan dapat menimbulkan permasalahan banjir,
- Meningkatkan kesadaran masyarakat bahwa tinggal di daerah bawah atau daerah dataran banjir, perlu mentaati peraturan-peraturan dan mematuhi larangan yang ada, untuk menghindari permasalahan banjir dan menghindari kerugian banjir yang lebih besar.

8. Peraturan dan Pelaksanaan.

Peraturan yang dimaksudkan adalah peraturan yang meliputi perilaku masyarakat, khususnya yang dapat menyebabkan banjir, antara lain :

- Peraturan membuang sampah,
- Peraturan pembangunan harus ber-IMB dan di dalam peraturan IMB harus terdapat keharusan/aturan-aturan yang dapat mencegah terjadinya banjir,

- Peraturan pengembangan lahan dengan cara reklamasi.

9. Gerakan percontohan langsung ke masyarakat.

Pelaksanaannya dapat berupa penyuluhan-penyuluhan langsung ke masyarakat agar masyarakat mengetahui secara langsung cara-cara dan penyebab terjadinya banjir yang ada di daerahnya. Maka akhirnya kembali pada masyarakat itu sendiri dan para aparat dari pihak yang berwenang, untuk dapat meningkatkan kesadaran atas kewajiban sehubungan dengan permasalahan banjir. Karena penanganan yang lebih dini dan perhatian dari semua pihak, akan memudahkan untuk pengendalian banjir dan dapat menurunkan biaya pemeliharaan

4.12.3. Pelestarian Lingkungan Drainase Wilayah

Usaha-usaha yang perlu dilakukan untuk pelestarian lingkungan drainase wilayah tersebut antara lain :

5. Perbaiki saluran-saluran yang kapasitas alirannya sudah tidak memadai untuk menyalurkan debit banjir. Hal ini dilakukan dengan cara :
 - Pengerukan dan pembersihan sedimen/kotoran di saluran-saluran yang sudah banyak terisi sediment/kotoran, terutama di saluran-saluran tertutup.
 - Perbaiki saluran dan bangunan yang kondisinya kurang memadai, baik secara fisik maupun fungsinya.

6. Pembuatan sistem drainase baru yang dihubungkan dengan system drainase yang sudah ada terutama untuk daerah-daerah pengembangan (industri baru) termasuk drainase jalan.

Hal ini dilakukan dengan cara :

- Pembuatan sistem drainase baru perlu diperhatikan pula aspek lingkungan, baik lingkungan fisik, biologi, dan kimia. Sehingga tidak menimbulkan dampak negatif bagi lingkungannya. Dampak yang mungkin timbul dari pembangunan sistem drainase antara lain :
 - ❖ Genangan permanen dalam saluran/kolam penampung, dimana untuk saluran drainase saat musim kemarau pada umumnya hanya menampung air limbah (domestik dan industri), yang debitnya tidak besar. Secara teoritis seharusnya tidak terjadi genangan, namun kenyataannya banyak saluran drainase pemukiman yang menggenang dan menjadi sarang nyamuk dengan penyebabnya antara lain : timbunan sampah dan kotoran dalam saluran; sedimentasi; dasar saluran naik turun.
 - ❖ Pencemaran air tanah, dimana untuk saluran drainase saat musim kemarau air di dalam saluran berasal dari limbah domestik dan industri, tidak ada pengenceran. Sehingga air yang meresap ke dalam tanah adalah air limbah, dan mencemari air tanah dan sumur penduduk. Untuk menghindari terjadinya pencemaran air tanah oleh limbah air buangan dapat dilakukan langkah-langkah sebagai berikut :

Lining atau Geotextile

Seluruh dinding dan dasar saluran dilapisi beton, pasangan batu kali, atau *geotextile* yang tidak tembus air, paling tidak bagian yang kontak secara langsung dengan air limbah.

Drainase Sistem Terpisah

Cara yang ideal yaitu dengan membangun sistem drainase air hujan yang terpisah dengan sistem air buangan (*sewerage*). Air limbah tersebut dikumpulkan melalui jaringan pipa ke pengolahan limbah (*watertreatment plant*), kemudian airnya dibuang ke badan air.

BOSOWA

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

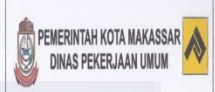
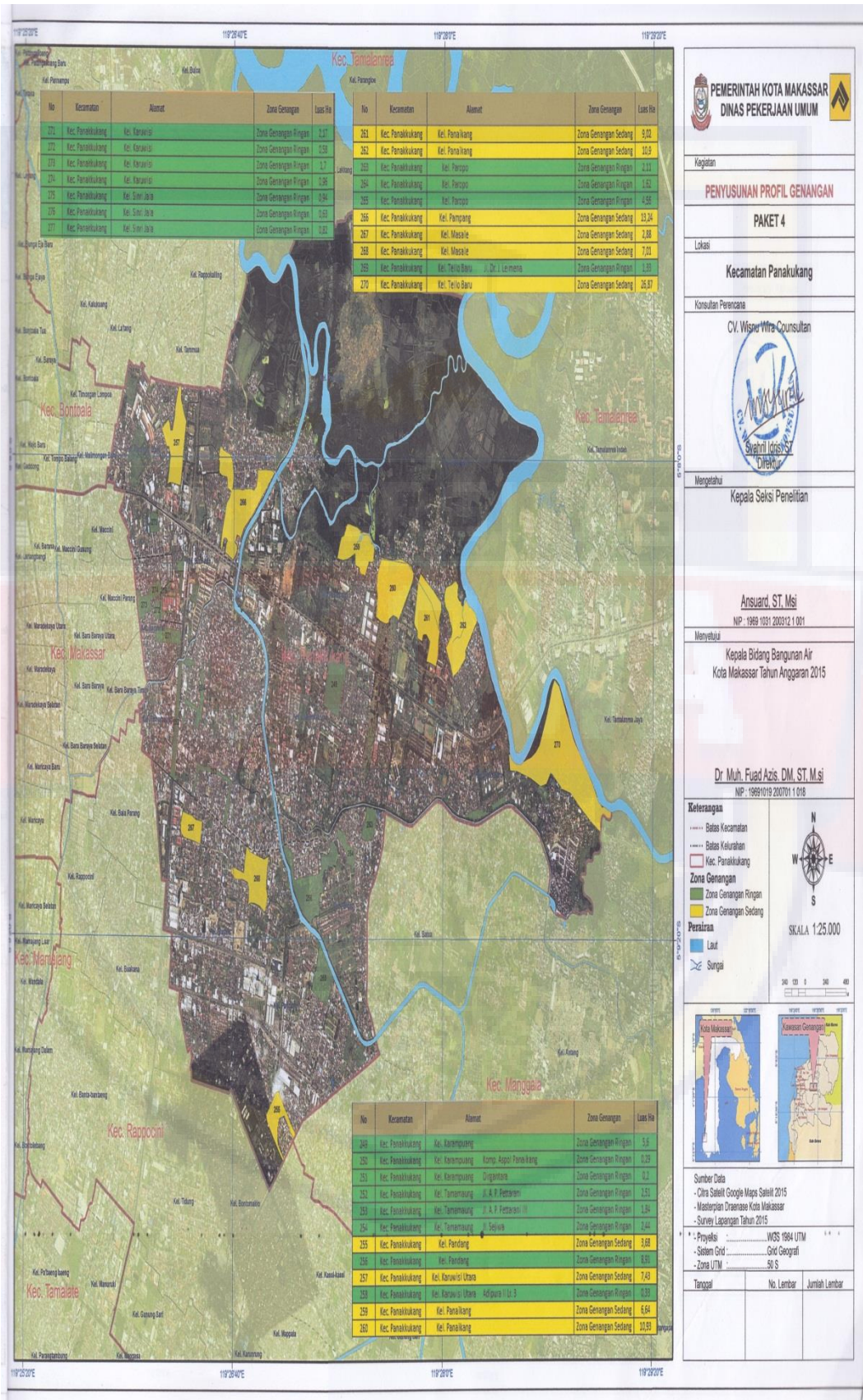
Dari hasil identifikasi pemetaan potensi genangan banjir yang kemudian menjadi dasar dilaksanakan survey langsung serta hasil perhitungan debit genangan banjir di setiap titik genangan Kota Makassar maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil survey dan hasil perhitungan, dapat diketahui data-data sebagai berikut:
 - Kel. Paropo (Luas genangan = 0,53 ha ; tinggi rata rata genangan = 0,25 m ; lama genangan = 24 jam
2. Dari hasil perhitungan volume debit genangan pada lokasi ,diperoleh hasil sebagai berikut :
 - Kel. Paropo = 81,400 m³/detik
3. Untuk mengatasi permasalahan genangan banjir akibat limpasan air hujan, perlu dilakukan perencanaan ulang sistem jaringan drainase untuk mengalirkan limpasan air hujan. Untuk menanggulangi banjir di kelurahan paropo.

5.2 Saran

1. Perlu diadakan penyuluhan ke Masyarakat tentang pentingnya menjaga kebersihan saluran drainase untuk menjaga aliran air tetap lancar.

2. Untuk menanggulangi faktor penyebab banjir di Kota Makassar yang disebabkan oleh kondisi topografi berupa daerah cekungan, maka perlu adanya pengkajian yg lebih mendalam dari pemerintah kota untuk mencari solusi atau langkah yang paling tepat. Sehingga kedepannya itu tidak lagi menjadi salah satu faktor terjadinya genangan di Kota Makassar.
3. Sedangkan untuk permasalahan penggunaan lahan di daerah bekas rawa yang berada di sepanjang alur sungai maka sangat perlu adanya peraturan penggunaan lahan yang jelas terutama mengenai Analisa Dampak Lingkungan untuk setiap perencanaan di kawasan tersebut.
4. Setiap perkembangan kota harus diikuti dengan evaluasi dan perbaikan sistem tidak hanya pada lokasi pengembangan tetapi juga daerah sekitarnya yang terpengaruh. Termasuk yang dapat menyebabkan terjadinya banjir di Kota Makassar.



Kegiatan

PENYUSUNAN PROFIL GENANGAN

PAKET 4

Lokasi

Kecamatan Panakukang

Konsultan Perencana

CV. Wisnu Wira Consultants



Mengetahui

Kepala Seksi Penelitian

Ansuari, ST, Msi

NIP. 196910312003121001

Membuat

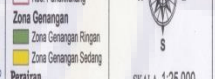
Kepala Bidang Bangunan Air
Kota Makassar Tahun Anggaran 2015

Dr. Muh. Fuad Azis, DM, ST, M. si

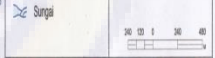
NIP. 196910192007011018

Keterangan

- Batas Kecamatan
- Batas Kelurahan
- Kecamatan Panakukang
- Zona Genangan
 - Zona Genangan Ringan
 - Zona Genangan Sedang
- Perairan
 - Laut
 - Sungai



SKALA 1:25.000



Sumber Data

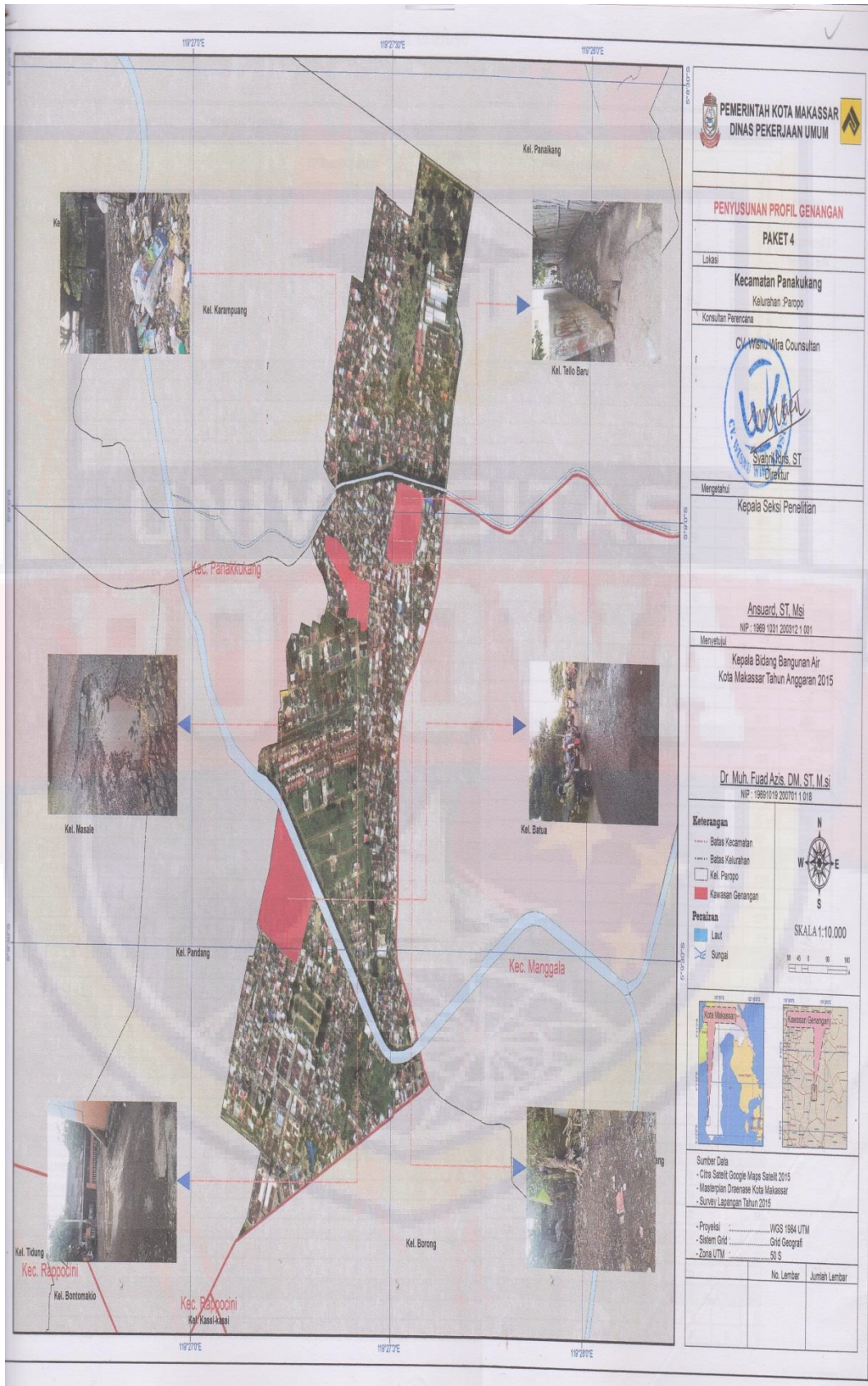
- Citra Satelit Google Maps Satelit 2015
- Masterplan Drainase Kota Makassar
- Survey Lapangan Tahun 2015


Proyeksi: WGS 1984 UTM

Sistem Grid: Grid Geografi

Zona UTM: 50 S

Tanggal	No. Lembar	Jumlah Lembar




PEMERINTAH KOTA MAKASSAR
DINAS PEKERJAAN UMUM

PENYUSUNAN PROFIL GENANGAN

PAKET 4

Lokasi
Kecamatan Panakukang
 Kelurahan Paropo

Konsultan Perencana
 CV. Wisnu Wira Councultant

 Syahrudin, ST
 Direktur

Mengetahui
 Kepala Seksi Penelitian

Ansuard, ST, Msi
 NIP. 19891031 200712 1 011

Membuat
 Kepala Bidang Bangunan Air
 Kota Makassar Tahun Anggaran 2015



Dr. Muhi. Fuad Azis, DM, ST, M. si
 NIP. 19691019 200701 1 018

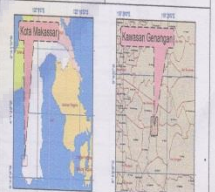
Keterangan

- Batas Kecamatan
- Batas Kelurahan
- Kel. Paropo
- Kawasan Genangan

Peraturan

- Laut
- ~ Sungai


 SKALA 1:10.000




Sumber Data

- Citra Satelit Google Maps Satelit 2015
- Masterplan Drainase Kota Makassar
- Survey Lapangan Tahun 2015

- Proyeksi : WGS 1984 UTM
 - Sistem Grid : Grid Geografi
 - Zona UTM : 50 S

No. Lembar	Jumlah Lembar

