

SKRIPSI

PERENCANAAN SALURAN DRAINASE UNTUK MENGATASI BANJIR

PADA JALAN A.P PETTARANI KOTA MAKASSAR

Diajukan untuk memenuhi salah satu
syarat memperoleh Gelar Sarjana Teknik Strata Satu (S1)



Disusun oleh:

KURNIA KHAERUNNIZZA T

45 18 041 068

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

JURUSAN SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA

2023

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul "**Perencanaan Saluran Drainase Untuk Mengatasi Banjir Pada Jalan A.P Pettarani Kota Makassar**", sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

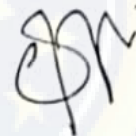
Penulis menyadari skripsi ini tidak mungkin terselesaikan tanpa adanya dukungan, bantuan, bimbingan, dan nasehat dari berbagai pihak selama penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih setulus-tulusnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Batara Surya, S.T.,M.S., selaku rektor Universitas Bosowa.
2. Bapak Dr. Nasrullah, S.T.,M.T., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa.
3. Bapak Ir. H. Abdul Rahim Nurdin, M.T., selaku dosen pembimbing skripsi atas segala bimbingan, arahan serta saran yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
4. Bapak Dr. Ir. Burhanuddin Badrun, M.Sp., selaku dosen wali pembimbing yang telah membantu penulis dalam mengikuti dan menyelesaikan studi di Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

5. Ibu Dr. Suryani Syahrir, S.T.,M.T., selaku dosen penguji yang selalu mengingatkan penulis pada hal yang baik, dan tidak pernah lupa mengingatkan penulis untuk melakukan kewajiban beribadah.
6. Ibu Ir. Hj. Satriawati Cangara, M.Sp., selaku dosen penguji yang tidak pernah lupa mengingatkan penulis untuk cepat menyelesaikan Program Sarjana (S1).
7. Seluruh staf dan pengajar Fakultas Teknik Sipil Universitas Bosowa Makassar yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang tak ternilai selama penulis menempuh Pendidikan di Fakultas Teknik Sipil Universitas Bosowa.
8. Kedua orang tua penulis, A. Thalib Jerani dan Hj. Nurhayati, yang selalu memberikan kasih sayang, doa, nasehat, serta atas kesabaran yang luar biasa dalam setiap Langkah hidup penulis, yang merupakan anugrah terbesar dalam hidup. Penulis berharap dapat menjadi anak yang dapat dibanggakan.
9. Suami tercinta Andi Muhammad Reza Pahlefi yang telah memberi banyak masukan dan selalu menjadi pendukung nomor 1 untuk penulis, dan menjadi penasehat serta penyemangat dalam hidup penulis.
10. Anak tersayang Andi Muhammad Nadeem Arcelio yang menjadi sumber semangat penulis untuk bisa menyelesaikan skripsi ini.
11. Kakak dan adik penulis tercinta Litha Aprillia, Deshynta Arnetty dan Reza Pahlevy, terima kasih atas segala doa dan dukungannya.

12. Mama mertua penulis, Andi Nur Asni Sinrang yang telah memberi semangat tiada hentinya, memberi nasehat selama masa penulisan skripsi ini dan selalu mendoakan yang terbaik buat penulis.
13. Sahabat-sahabat yang sangat sabar menghadapi penulis sadari mahasiswa baru yakni Syahrir, Angga, Tyas, Risandy, dan Gusral, terima kasih karena telah mewarnai masa kuliah penulis.
14. Teruntuk Annisa Mulyanti, Farhan Mubarak dan Yuliana terima kasih sudah membantu dan menjadi support system penulis selama masa pengumpulan berkas Ujian Akhir ini.
15. Seluruh teman-teman Concrete 2018 yang tidak dapat disebutkan namanya satu per satu. Terima kasih atas pertemanannya selama ini.

Makassar, 23 Agustus 2023



Kurnia Khaerunnizza T



LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP

Judul : "Perencanaan Saluran Drainase Untuk Mengatasi Banjir Pada Jalan
A.P Pettarani Kota Makassar"

Disusun dan diajukan oleh :

Nama : Kurnia Khaerunnizza T

STB : 45 18 041 068

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

Telah disetujui oleh Komisi Pembimbing
Mengetahui,

Pembimbing 1 : Ir. H. Abd. Rahim Nurdin, MT (.....)

Pembimbing 2 : Dr. Ir. Burhanuddin Badrun, Msp (.....)

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Bosowa Makassar

Ketua Program Studi Teknik Sipil
FT. Universitas Bosowa

(Dr. H. Nasrullah, ST, MT, IAI)
NIDN 0001056502

(Dr. Ir. Andi Rumpang MT.)
NIDN 0001056502

SURAT PERNYATAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : **Kurnia Khaerunnizza T**

Nomor Stambuk : **4518041068**

Program Studi : **Teknik Sipil**

Judul Tugas Akhir : **Perencanaan Saluran Drainase Untuk Mengatasi Banjir Pada Jalan A.P Pettarani Kota Makassar**

Mengatakan dengan sebenarnya bahwa

1. Tugas akhir yang saya tulis ini merupakan hasil karya saya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.
2. Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya tidak keberatan apabila Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar menyimpan, mengalihmediakan / mengalihformatkan, 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 Makassar 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, 2023

Yang membuat pernyataan



(Kurnia Khaerunnizza T)

45 18 041 068




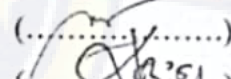
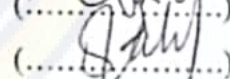
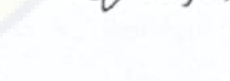
LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa
Nomor : A.867/FT/UNIBOS/VIII/2023 Tertanggal 16 Agustus 2023, perihal Pengangkatan
Panitia dan Tim Penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Rabu / 23 Agustus 2023
Nama : KURNIA KHAERUNNIZZA T
Nim : 4518 041 068
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
Judul : "PERENCANAAN SALURAN DRAINASE UNTUK MENGA-
TASI BANJIR DIJALAN A.P PETTARANI KOTA MAKASSAR"

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa
setelah dipertahankan di depan Tim Penguji Ujian Sarjana Strata Satu (S1) untuk memenuhi
salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas
Teknik Universitas Bosowa.

Tim Penguji Tugas Akhir

Ketua / Ex. Officio : Ir. H. Abdur Rahim Nurdin, MT 
Sekretaris / Ex. Officio : Dr. Ir. Burhanuddin Badrun, M.Sp 
Anggota : Dr. Suryani Syahrir, ST, MT 
: Ir. Hj. Satriawati Cangara, Msp 

Dekan Fakultas Teknik



Dr. H. Nasrullah, ST., MT.

NIDN : 09 080773 01

Makassar,

2023

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT.

NIDN : 00 010565 02

PERENCANAAN SALURAN DRAINASE UNTUK MENGATASI BANJIR PADA JALAN A.P PETTARANI KOTA MAKASSAR

Kurnia Khaerunnizza T, Abdul Rahim Nurdin², Burhanuddin Badrun³

^{1,2,3} Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar

icaathalib@gmail.com

Abstract.

Urban flooding due to rapid mobility and development resulting in reduced water infiltration due to development resulting in an increase and discharge of water into drainage and a decrease in water absorption by the soil. Which is a national road with a length of 4.3 km. Quantitative research methods are used for reviewing and handling drainage (existing) on Jl. A.P Pettarani by calculating the estimated cost of manufacture. Collecting data from various sources, starting from conducting direct observations of the A.P Pettarani Road Area, Makassar City, as well as through related agencies. The results obtained in the study included the current condition of the canal, hydrological analysis, hydraulic analysis and drainage channel planning solutions. The research results that have been carried out by flooding on Jalan A.P Pettarani will create a channel from in front of the UNM Campus, Post Office, and BKKBN to be channeled to the south, towards the Sanrijala Canal and out to the Pampang river. The amount of flood discharge based on JICA is $A1 : 0.19127$, $A2 : 0.02644$ and $A3 : 0.03848$.

Abstrak.

Banjir perkotaan karena mobilitas dan pembangunan yang pesat sehingga berkurangnya resapan air akibat pembangunan sehingga terjadi peningkatan serta debit air ke drainase dan penurunan daya serap air oleh tanah. Banjir sendiri merupakan naiknya permukaan air sungai yang menggenangi wilayah dataran. Drainase merupakan bangunan penting berfungsi sebagai sistem saluran pembuangan di Jalan Raya A.P Pettarani yang merupakan jalan nasional dengan panjang 4,3 km. Metode penelitian kuantitatif digunakan untuk peninjauan dan penanganan drainase (existing) di Jl. A.P Pettarani dengan menghitung estimasi biaya pembuatan. Pengumpulan data dari berbagai sumber mulai dari melakukan peninjauan langsung Area Jalan A.P Pettarani Kota Makassar, serta melalui instansi terkait. Hasil yang didapat dalam penelitian yaitu meliputi kondisi saluran saat ini, analisis hidrologi, analisis hidrolika dan solusi perencanaan saluran drainase. Hasil penelitian yang telah dilakukan Banjir di Jalan A.P Pettarani akan dibuatkan saluran dari depan Kampus UNM, Kantor Pos, dan BKKBN dialirkan ke arah Selatan menuju Kanal Sanrijala dan keluar ke sungai Pampang. Besarnya debit banjir berdasarkan dari JICA sebesar $A1 : 0.19127$, $A2 : 0.02644$ dan $A3 : 0.03848$.

Kata Kunci : Saluran Drainase, Banjir Kota, Jalan A.P Pettarani

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
KATA PENGANTAR	i
LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP	
LEMBAR KEASLIAN DAN PUBLIKASI	
LEMBAR PENGESAHAN	
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR & DAFTAR TABEL.....	iv
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah.....	I-4
1.3. Tujuan Penelitian.....	I-4
1.4. Batasan Masalah.....	I-5
1.5. Sistematika Penulisan	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	II-1
2.1. Drainase	II-1
2.1.1. Pengertian Drainase	II-1
2.1.2. Fungsi Drainase Perkotaan Secara Umum.....	II-2
2.1.3. Pola Jaringan Drainase.....	II-3
2.1.4. Klasifikasi Drainase.....	II-4

2.1.5. Permasalahan Drainase.....	II-5
2.1.6. Bentuk-Bentuk Saluran Drainase	II-6
2.1.7. Perencanaan Drainase	II-6
2.2. Cross Drainage	II-8
2.2. Rekayasa.....	II-9
2.3. Pengertian Banjir	II-10
2.3.1. Jenis - Jenis Banjir	II-11
2.3.2 Faktor – Faktor Penyebab Banjir.....	II-12
2.3.3. Daerah Rawan Banjir	II-13
2.3.4. Manajemen Banjir.....	II-14
2.3.5 Sistem Pengendalian Banjir	II-16
2.3.6 Pelaksanaan Pengendalian Banjir	II-18
2.3.7 Kriteria Perencanaan Pengendalian Banjir	II-19
2.3.8 Metode Pengendalian Banjir	II-20
2.4. Tanah Dasar	II-23
2.4.1. Pengaruh Beban Kendaraan	II-28
2.4.2. Pengaruh Perubahan Musim	II-29
2.4.3. Kapasitas Dukung Tanah-Dasar.....	II-34
BAB III METODE PENELITIAN.....	III-1
3.1. Gambaran Umum Kota Makassar	III-1
	III-2

3.2. Jenis Penelitian	III-2
3.3. Lokasi Studi Penelitian	III-4
3.4. Jenis dan Sumber Data	III-5
3.5. Bagan dan Alur Penelitian	III-7
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1. Perhitungan Curah Hujan	IV-1
4.2. Analisa Curah Hujan.....	IV-1
4.3. Analisis Rencana Penanganan Banjir di Jalan A.P Pettarani ...	IV-1
4.4. Bagan Alir Perhitungan Debit Rencana dan Debit Saluran	IV-4
4.5. Perhitungan Kemiringan Izin.....	IV-5
4.6. Angka Kekerasan Manning (n).....	IV-8
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	V-1
5.1. Kesimpulan.....	V-1
5.2. Saran.....	V-1
DAFTAR PUSTAKA.....	

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penampang Segitiga.....	II-6
Gambar 2.2 Penampang Trapesium.....	II-7
Gambar 2.3 Penampang Persegi Panjang	II-7
Gambar 2.4 Penampang Lingkaran	II-7

Gambar 2.5 Penampang setengah Lingkaran	II-8
Gambar 2.6. Pengendalian Banjir Metode struktur & non-struktur.....	II-22
Gambar 2.7 Penentuan Tebal Lapis Pondasi Bawah dan Lapis Penutup	II-27
Gambar 2.8. Variasi waktu terhadap kekuatan perkerasan akibat air yang meresap dalam tanah-dasar	II-30
Gambar 3.1. Peta Administratif Kota Makassar	III-2
Gambar 3.2. Peta Lokasi Jalan A.P Pettarani.....	III-4
Gambar 3.3. Peta Detail Lokasi Pola Aliran Saluran Jalan A.P Pettarani	III-4
Gambar 3.4. Bagan Alur Tahap Pengerjaan Skripsi	III-7
Gambar 4.1 Gedung Perkotaan	IV-2

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perkiraan CBR berbagai macam tanah pada kondisi muka air tanah tinggi	II-37
Tabel 2.2. Perkiraan CBR berbagai macam tanah pada kondisi muka air tanah rendah.....	II-38
Tabel 4.1 Intensitas Curah Hujan.....	IV-1
Tabel 4.2 Perhitungan Debit Aliran	IV-3
Tabel 4.3 Harga Koefisien Pengaliran dan Harga Faktor Limpasan	IV-3
Tabel 4.4 Perhitungan Kemiringan Izin	IV-5

Tabel 4.5 Perhitungan Debit Aliran	IV-6
Tabel 4.6 Komponen Penampang Saluran	IV-7
Tabel 4.7 Harga Koefisien Kekerasan Dinding menurut Manning Bias....	IV-8

DAFTAR BAGAN

BAGAN 4.1 Perencanaan Sistem Drainase Jalan.....	IV-4
--	------



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Banjir perkotaan erat kaitannya dengan mobilitas yang tinggi dan pembangunan yang pesat sehingga menyebabkan adanya degradasi lingkungan atau penurunan kualitas lingkungan oleh pengikisan kawasan atau berkurangnya resapan air akibat pesatnya pembangunan perumahan dan perkantoran, sehingga terjadi peningkatan serta debit air yang harus disalurkan pada drainase, dari adanya penurunan daya serap air oleh tanah.

Banjir sendiri merupakan naiknya permukaan air sungai yang menggenangi wilayah dataran. Selain karena penurunan resapan air, banjir juga disebabkan oleh curah hujan yang tinggi, setiap daerah memiliki kemampuan untuk menyerap air yang tersedia. Namun, jika jumlah air di wilayah tersebut terus meningkat akibat curah hujan yang tinggi, maka laju resapan air akan menurun karena jumlah air yang terus meningkat. Banjir biasanya terjadi di daerah tersebut saat hujan terus menerus dalam jangka waktu yang lama.

Banjir sebenarnya tidak menjadi masalah selama peristiwa ini tidak menimbulkan bencana bagi manusia, tetapi ketika banjir merusak kehidupan, maka menjadi preventif. Parameter pengukuran banjir diukur dengan parameter risiko, kerusakan, dan dampak banjir terhadap masyarakat, seperti korban jiwa dan kerusakan harta benda.

Drainase merupakan salah satu bangunan penting pada jalan yang berfungsi sebagai sistem drainase yang dapat mengganggu permukaan jalan dan pengguna jalan, sehingga drainase merupakan salah satu syarat teknis prasarana jalan. Umumnya, saluran pembuangan jalan raya dibuka dan ditutup oleh gravitasi untuk mengarahkan air ke saluran keluar. Distribusi aliran di saluran pembuangan hingga outletnya mengikuti kontur jalan utama, sehingga air permukaan lebih mudah mengalir di bawah pengaruh gravitasi.

Jalan Raya A.P Pettarani merupakan salah satu jalan nasional yang berada di antara Kecamatan Panakkukang dan Rappocini Kota Makassar, Sulawesi Selatan, jalan A.P Pettarani yang merupakan jalan utama atau vital yang menghubungkan bagian-bagian perkotaan dan pemukiman. Permasalahan yang sering terjadi dan melanda Jalan A.P Pettarani adalah banjir akibat hujan deras yang tidak terlepas dari pembangunan jalan tol dengan panjang 4,3 kilometer. serta buruknya drainase sisi kiri dan kanan yang tertutup dan dimensinya masih kecil, kurang berfungsi, serta tidak terkoneksi dengan drainase jalan sekitarnya menyebabkan terjadinya Elevasi genangan air yang cukup lama, Terjadinya sedimentasi pada pelintasnya (gorong-gorong atau *plat deucker*) yang akan menuju atau bermuara di Kanal Jongaya dan Kanal Sinrijala menambah permasalahan banjir pada jalan A.P Pettarani. Selain dari permasalahan tersebut diatas, juga adanya tambahan debit air dari pemukiman yang ada disebelah Timur yang muaranya menuju ke Jalan A.P Pettarani.

Gorong-gorong adalah struktur yang digunakan untuk membawa air (untuk irigasi atau pembuangan) di bawah jalan atau rel kereta api. Gorong-gorong juga

merupakan jembatan kecil yang digunakan untuk mengalirkan sungai kecil atau sebagai bagian dari drainase, namun drainase digunakan di beberapa tempat Jalan A.P Pettarani jumlah Outlet masih kurang, hanya satu Outlet corss pada Jalan Ap Pettarani - Andi Djemma (Landak Baru) yang juga sudah terjadi pendangkalan dan sebagian tersumbat oleh adanya sampah akibat utilitas Telkom, PDAM, dan PLN. Ketinggian genangan bertambah tinggi akibat Median jalan di Jalan A.P Pettarani sehingga mengakibatkan terjadinya banjir atau genangan air yang disebabkan belum efisiennya pembangunan gorong-gorong.

Genangan ini akan menimbulkan permasalahan selanjutnya adalah terjadinya resapan air dibadan jalan sehingga merusak perkerasan jalan serta tanah dasar, apabila resapan air ini masuk hingga ke tanah dasar, maka tanah dasar menjadi lemah maka akan berdampak buruk tentunya ke perkerasan jalan. Perkerasan jalan akan mengalami kerusakan retak, berlubang bahkan terjadi deformasi permanent.

Maka dari itu penulis tertarik melakukan penelitian ini, yang berjudul **“Perencanaan Saluran Drainase Untuk Mengatasi Banjir Pada Jalan A.P Pettarani Kota Makassar.”**

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Bagaimana mengatasi banjir di Jalan A.P Pettarani dan sekitarnya?
- b. Seberapa besar debit saluran drainase dan debit banjir di Jalan A.P Pettarani?

1.3.1 Tujuan Penelitian

- a. Untuk menganalisis cara mengatasi banjir di Jalan A.P Pettarani dan sekitarnya
- b. Untuk menganalisis debit banjir dan dimensi saluran drainase.

2.3.1 Batasan Masalah

- a. Lokasi yang ditinjau berada di area terdampak sekitar Jalan A.P Pettarani yaitu di depan BULOG, Kantor POS Indonesia, dan Jl. Yusuf Dg. Ngawing.
- b. Data perencanaan awal yang digunakan adalah data dari Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Sulawesi Selatan (BBPJN).
- c. Data yang digunakan adalah data curah hujan.
- d. Menganalisa pola , lokasi banjir dan lokasi *Box Culvert*.
- e. Menganalisa penanganan banjir Jl. A.P Pettarani.
- f. Merencanakan skema jaringan drainase penanganan banjir di Jl. A.P Pettarani.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini tersaji dalam lima bab yang berurutan sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Merupakan uraian singkat mengenai model umum penyajian skripsi, yang meliputi uraian tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, serta sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini membahas tentang teori dan penjelasan tentang kajian teknis dan ekonomi berupa pengertian, operasi, klasifikasi dan rumus perhitungan.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

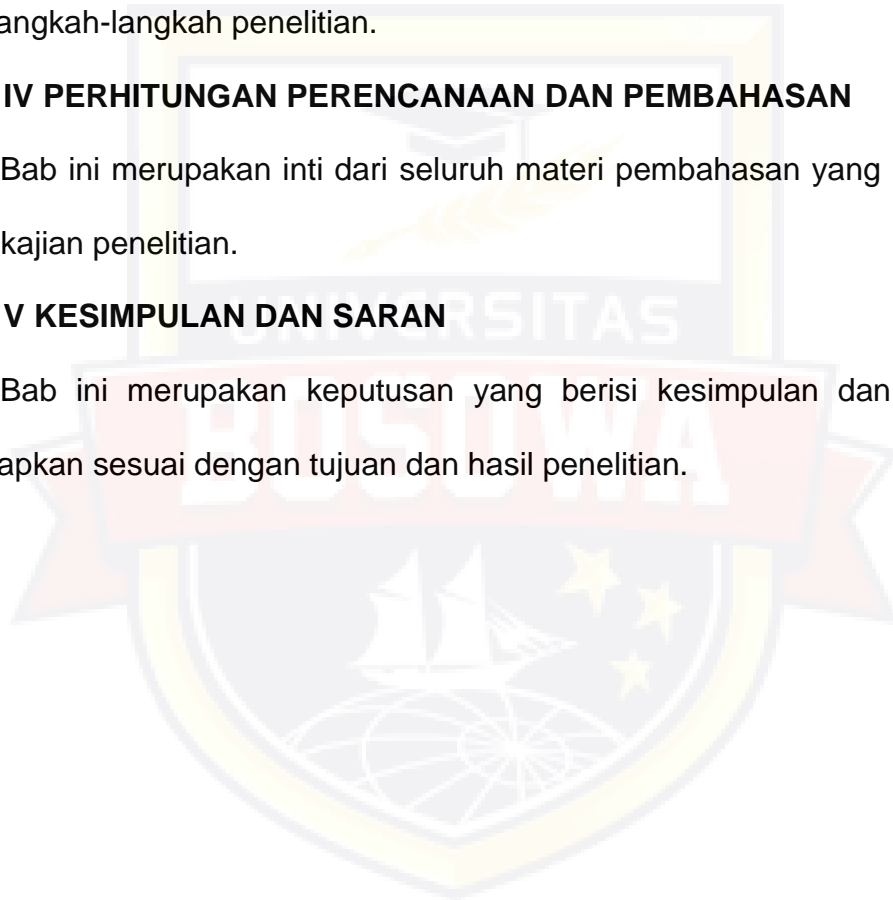
Bab ini membahas tentang pengumpulan data, teknik pengumpulan data, dan langkah-langkah penelitian.

BAB IV PERHITUNGAN PERENCANAAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini merupakan inti dari seluruh materi pembahasan yang memaparkan hasil kajian penelitian.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini merupakan keputusan yang berisi kesimpulan dan saran yang diharapkan sesuai dengan tujuan dan hasil penelitian.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Drainase

2.1.1. Pengertian Drainase

Drainase berasal dari bahasa Inggris yaitu drainage yang berarti mengalirkan, mengalirkan, membuang atau mengalirkan air. Secara umum drainase dapat diartikan sebagai tindakan teknis untuk mengurangi kelebihan air, baik air hujan, rembesan maupun kelebihan air irigasi dari suatu tapak atau lahan, agar fungsi tapak atau lahan tersebut tidak terganggu.

Selain itu, drainase juga dapat diartikan sebagai prasarana yang mengarahkan air permukaan ke badan air dan/atau bangunan resapan buatan. Drainase air perkotaan adalah drainase kawasan perkotaan yang mengarahkan kelebihan air permukaan agar tidak mengganggu masyarakat dan bermanfaat bagi kehidupan manusia. Sistem drainase utama adalah sistem drainase perkotaan yang melayani kepentingan sebagian besar warga. Sistem saluran pembuangan perkotaan adalah sistem saluran pembuangan perkotaan yang melayani sebagian kecil penduduk.

Sesuai dengan prinsip saluran drainase, air yang mengalir ke permukaan jika terjadi hujan dibuang secepat mungkin, agar tidak terbentuk genangan yang

dapat mengganggu pengoperasian bahkan menimbulkan kerusakan. (Suripin, 2004).

Selain itu, drainase juga dapat diartikan sebagai prasarana yang mengarahkan air permukaan ke badan air dan/atau bangunan resapan buatan. Drainase air perkotaan adalah drainase kawasan perkotaan yang mengarahkan kelebihan air permukaan agar tidak mengganggu masyarakat dan bermanfaat bagi kehidupan manusia. Sistem drainase utama adalah sistem drainase perkotaan yang melayani kepentingan sebagian besar warga. Sistem saluran pembuangan perkotaan adalah sistem saluran pembuangan perkotaan yang melayani sebagian kecil penduduk.

Sesuai dengan prinsip saluran drainase, air yang mengalir ke permukaan jika terjadi hujan dibuang secepat mungkin, agar tidak terbentuk genangan yang dapat mengganggu operasional bahkan menimbulkan kerusakan. (R. J. Kodoatie, 2005).

2.1.2. Fungsi Drainase Perkotaan Secara Umum

- a. Membebaskan kawasan (terutama kawasan padat penduduk) dari genangan air, erosi dan banjir
- b. Karena alirannya seragam, debitnya juga mengurangi ancaman terhadap kesehatan lingkungan yang bebas dari malaria (nyamuk) dan penyakit lainnya.
- c. Menggunakan tanah pot yang padat lebih baik karena menghindari kelembapan.

- d. Sistem yang baik dapat mengoptimalkan penggunaan lahan dan meminimalkan kerusakan tanah pada jalan dan bangunan lainnya.

2.1.3. Pola Jaringan Drainase

Menurut Wesli (2008), sistem jaringan drainase terdiri dari beberapa saluran yang dihubungkan dengan pola jaringan. Bentuk jaringan dapat dibedakan sebagai berikut:

- a. Pola siku adalah pola dimana cabang membentuk lutut ke jalan utama, biasanya dilakukan di daerah dengan topografi yang sedikit lebih tinggi dari sungai dimana sungai merupakan saluran aliran utama di tengah kota.
- b. Pola paralel adalah pola dimana saluran utama terletak sejajar dengan saluran cabang, yang pada ujung saluran cabang diarahkan ke saluran utama. Pada pola paralel saluran cabang cukup banyak dan pendek.
- c. Pola *grid iron* adalah pola jaringan drainase dimana sungai terletak di pinggiran kota sehingga saluran-salurannya mula-mula mengumpul di saluran pengumpul kemudian mengalir ke sungai.
- d. Pola alamiah hampir sama dengan pola siku-siku, dimana sungai sebagai saluran utama terletak di tengah kota, namun jaringan saluran cabang tidak selalu miring dengan saluran utama (sungai).
- e. Pola radikal adalah jaringan drainase yang mengarahkan air dari pusat sumber air ke arah yang berbeda, pola ini cocok untuk daerah perbukitan.

- f. Pola Jaring-jaring adalah pola drainase dimana saluran air mengikuti arah jalan utama. Pola ini cocok untuk daerah dengan topografi datar.

2.1.4. Klasifikasi Drainase

Berdasarkan strukturnya Drainase dapat dikelompokkan menurut Direktorat Jenderal Tata Perkotaan dan Pedesaan, dalam panduan dan petunjuk praktis pengelolaan drainase perkotaan (2003) yaitu sebagai berikut:

a. Saluran Terbuka

Merupakan saluran di permukaan bebas yang mengalirkan air. Jika kotoran tersumbat di saluran air terbuka ini, dapat dengan mudah dibersihkan, tetapi bau yang dihasilkan dapat mengurangi kenyamanan. Menurut asalnya, saluran dibedakan menjadi:

- 1) Saluran alam (*natural*), yang meliputi parit-parit kecil, sungai dan sungai besar hingga saluran alami terbuka.
- 2) Saluran buatan (*artificial*) seperti saluran pelayanan, irigasi, parit drainase dan lain-lain

b. Saluran Tertutup

Saluran tertutup biasanya kita temukan saat ada aktifitas pejalan kaki yang biasanya saluran ini banyak dijumpai di pusat kota. Yang selain untuk mengalirkan air, juga berfungsi sebagai jalan setapak di pusat kota. Syarat pendukungnya

adalah saluran dilengkapi dengan lubang kontrol atau *manhole* dan juga terdapat filter sampah pada mulut saluran di hulu.

2.1.5. Permasalahan Drainase

Masalah drainase perkotaan tidak sederhana. Desain dipengaruhi oleh banyak faktor yang telah mempengaruhi dan dipertimbangkan dengan cermat, antara lain :

a. Peningkatan debit

Pengelolaan sampah yang tidak tepat mempercepat pendangkalan/penyempitan selokan dan sungai. Daya tampung sungai dan drainase menurun, sehingga tidak dapat menyerap debit yang dihasilkan, terjadi aliran air dan genangan air.

b. Pertumbuhan Populasi

Pertumbuhan penduduk perkotaan yang cepat sebagai akibat dari pertumbuhan dan urbanisasi. Pertambahan penduduk selalu diikuti oleh pertumbuhan infrastruktur perkotaan, dan selanjutnya pertumbuhan penduduk selalu diikuti oleh pertumbuhan sampah, serta pencarian dan jumlah sampah.

c. Tanah Longsor

Penyebabnya adalah pengambilan air bawah tanah yang berlebihan, akibatnya beberapa bagian kota berada di bawah permukaan laut.

- d. Penyempitan saluran dan pendangkalan.

Jika kita melihat ke belakang, akar permasalahan banjir di perkotaan diawali dengan pertumbuhan penduduk yang sangat pesat, pertumbuhan penduduk yang tidak dibarengi dengan penyediaan sarana dan prasarana perkotaan yang memadai, menyebabkan semrawutnya pemanfaatan lahan perkotaan. (Suripin, 2004)

2.1.6. Bentuk-Bentuk Drainase

Saluran membawa cairan dan berbagai padatan, sehingga kecepatan harus diperhatikan untuk menghindari erosi dan sedimen yang dapat menyebabkan penyumbatan saluran. Kecepatan aliran yang ideal adalah 2-3 m/s dan kecepatan minimum adalah 0,5 m/s.

2.1.7. Perencanaan Drainase

Drainase harus direncanakan sedemikian rupa sehingga drainase yang diusulkan dapat berlangsung dengan aman. Menurut Suripin, perencanaan teknis drainase dilakukan sebagai berikut: menentukan rencana drainase, menentukan rute saluran, merencanakan profil longitudinal saluran, merencanakan penampang saluran, menata dan merencanakan ruang dan drainase.

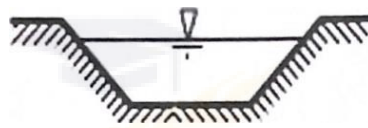
- a. Segi tiga



Gambar 2.1 Penampang segitiga

Sistem Saluran segitiga digunakan untuk saluran kecil, biasanya untuk saluran air hujan, dan merupakan saluran terbuka.

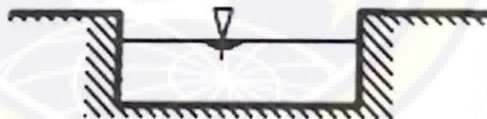
b. **Trapesium**



Gambar 2.2 Penampang Trapesium

Bentuk saluran yang berbentuk trapesium digunakan untuk aliran yang cukup besar dan biasanya digunakan untuk mengalirkan air hujan. Saluran ini membutuhkan cukup luas ruang.

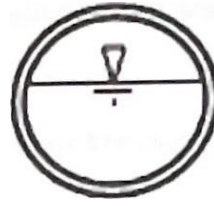
c. **Empat Persegi Panjang**



Gambar 2.3 Penampang Persegi Panjang

Bentuk ini dipakai untuk debit yang besar. Untuk membuat saluran bentuk ini, jika ukurannya besar, tekanan lateral harus diperhitungkan.

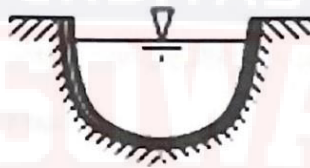
d. **Lingkaran**



Gambar 2.4 Penampang lingkaran

Bentuk bulat biasanya digunakan pada limbah industri, pemasangannya dikubur di bawah tanah.

e. Setengah Lingkaran



Gambar 2.5 Penampang setengah lingkaran

Bentuk ini biasanya digunakan untuk mengalirkan air limbah dengan kekentalan.

Drainase harus direncanakan sedemikian rupa sehingga drainase yang diusulkan dapat berlangsung dengan aman. Menurut Suripin, perencanaan teknis drainase dilakukan sebagai berikut: menentukan rencana drainase, menentukan rute saluran, merencanakan profil longitudinal saluran, merencanakan penampang saluran, menata dan merencanakan ruang dan drainase.

2.2. Cross Drainage

Cross drainage adalah salah satu struktur drainase yang mengalirkan limpasan permukaan dan/atau resapan air tanah dari selokan pinggir jalan untuk mencegah penumpukan volume dan kecepatan air secara berlebihan. Saluran pembuangan silang tidak dimaksudkan untuk mengalirkan air jenis apapun. Saluran air silang mencakup struktur seperti; gorong-gorong bantuan, pengalihan parit dan bar air.

Cross Drainage merupakan bagian dari aktivitas proyek pembangunan jalan raya. Dimana aktivitas tersebut perlu diorganisasikan untuk mencapai tujuan dengan anggaran dan sumber daya yang tersedia, dalam jangka waktu tertentu. Perencanaan dalam suatu proyek sangat penting untuk mencapai keberhasilan proyek tertentu.

2.3. Rekayasa

Rekayasa adalah ilmu, seni, keterampilan, dan profesi pembelajaran dan penerapan (aplikasi) pengetahuan (*knowledge*) secara ilmiah, matematis, ekonomi, sosial, dan praktis dalam desain dan konstruksi struktur, mesin, peralatan, sistem, bahan, dan proses yang secara aman memengaruhi perbaikan manusia. kehidupan Definisi lainnya adalah penerapan prinsip-prinsip ilmiah secara kreatif pada desain dan pengembangan, baik secara tunggal maupun kombinasi, dari struktur, mesin, peralatan, atau proses produksi atau metode operasi; atau membangun atau menggunakan dengan tanggung jawab desain; atau memprediksi perilaku dalam kondisi penggunaan tertentu; dalam banyak hal terkait dengan tujuan penggunaannya, penghematan operasi dan keselamatan jiwa dan harta benda. Rekayasa atau teknologi adalah penerapan ilmu

pengetahuan dan teknologi untuk memecahkan masalah manusia. Ini dicapai melalui pengetahuan, matematika, dan pengalaman praktis yang diterapkan pada desain objek atau proses yang berguna.

Hal ini menyatakan bahwa rekayasa adalah penerapan prinsip-prinsip ilmiah dan matematika untuk tujuan praktis seperti desain, manufaktur, dan pengoperasian struktur, mesin, proses, dan sistem yang efisien dan ekonomis. Kata teknologi juga memiliki arti lain. Dalam istilah selain perencanaan, itu berarti mengatur, menciptakan, merencanakan, merancang. (Endarmoko, 2006).

2.4. Pengertian Banjir

Banjir Menurut Suripin (2003) adalah kondisi dimana air tidak dapat masuk ke saluran drainase (dasar sungai) atau aliran air di saluran drainase tersumbat sehingga meluap dan menggenangi daerah sekitarnya (banjir). Menurut Kementerian Perumahan dan Prasarana Wilayah, banjir adalah aliran yang relatif besar, dan saluran sungai atau kanal tidak lagi cocok untuk mereka.

Banjir adalah penggenangan suatu tempat akibat luapan air yang melebihi kapasitas drainase daerah tersebut dan menimbulkan kerusakan fisik, sosial, dan ekonomi” (Rahayu dkk, 2009).

Banjir adalah bahaya musiman yang terjadi ketika air meluap ke saluran yang ada dan menutupi daerah sekitarnya. Banjir adalah bahaya alam yang paling umum dan menyebabkan kerusakan terbesar bagi kemanusiaan dan ekonomi” (IDEP,2007).

Banjir adalah peristiwa dimana tanah yang biasanya kering (bukan lahan basah) tergenang air akibat curah hujan yang tinggi dan kondisi topografi daerah

tersebut menjadi cekungan menjadi dataran rendah. Selain itu, banjir juga dapat disebabkan oleh limpasan air permukaan (runoff) yang meluap dan jumlahnya melebihi kapasitas pengaliran sistem drainase atau sistem aliran sungai. Terjadinya banjir juga disebabkan oleh daya infiltrasi tanah yang lemah sehingga tanah tidak dapat lagi menyerap air. Banjir dapat disebabkan oleh naiknya permukaan air karena curah hujan yang lebih tinggi dari biasanya, perubahan suhu, jebolnya bendungan, pencairan salju yang cepat, terhambatnya aliran air di tempat lain.” (Ligak, 2008)

2.4.1. Jenis-Jenis Banjir

Menurut Pusat Kritis Kesehatan Kemenkes RI (2018), banjir dibagi menjadi lima tipe sebagai berikut:

1. Banjir Bandang

Banjir bandang merupakan banjir yang sangat berbahaya karena dapat membawa apa saja. Banjir ini memiliki konsekuensi yang cukup serius. Banjir bandang biasanya disebabkan oleh penggundulan hutan dan dapat terjadi di daerah pegunungan.

2. Banjir Air

Banjir air merupakan jenis banjir yang sangat umum terjadi, biasanya banjir ini terjadi akibat meluapnya air sungai, danau atau selokan. Karena intensitas banyak sehingga air tidak tertampung dan meluap itulah banjir air.

3. Banjir Lumpur

Banjir bandang adalah jenis banjir yang sangat umum, biasanya disebabkan oleh luapan sungai, danau, atau selokan. Karena intensitasnya yang tinggi, air tidak dapat ditampung dan meluap sehingga terjadi banjir.

4. Banjir Rob (Banjir Laut Air Pasang)

Banjir rob adalah banjir yang disebabkan oleh air laut. Banjir ini biasanya melanda daerah sekitar pantai.

5. Banjir Cileunang

Banjir Cileunang mirip dengan banjir, namun banjir Cileunang disebabkan oleh hujan yang sangat deras, sehingga tidak dapat ditampung.

2.4.2 Faktor-Faktor Penyebab Banjir

Menurut Kodoatie dan Sugiyanto (2002), "Faktor penyebab banjir dapat digolongkan menjadi dua, yaitu banjir alami dan banjir buatan. Banjir alami dipengaruhi oleh curah hujan, fisiografi, erosi dan sedimentasi, daya tampung sungai, daya tampung drainase dan efek pasang surut. Sedangkan banjir buatan disebabkan oleh banjir oleh aktivitas manusia yang menyebabkan perubahan lingkungan seperti: perubahan status badan air (DAS), pemukiman pesisir, kerusakan drainase, kerusakan bangunan pelindung banjir, kerusakan hutan (vegetasi alami) dan kesalahan desain sistem pengendalian banjir. Peraturan Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 28 Tahun 2015 pada pasal 15 berbunyi menyebutkan bahwa untuk bangunan yang terletak di sempadan sungai jarak minimum dari rumah harus didasarkan pada bangunan yang terletak di tepi

sungai dan danau. tepi sungai adalah 10 meter tepi kiri dan kanan sungai, dan jika sungai terlalu dalam lebih dari 3 meter, jarak sungai setara lebih dari 10 meter.

Penyebab banjir secara alami

Yang termasuk sebab-sebab alami diantaranya adalah :

- Curah hujan
- Pengaruh fisiografi
- Erosi dan Sedimentasi
- Kapasitas sungai
- Kapasitas drainasi yang tidak memadai
- Pengaruh air pasang

1. Penyebab banjir akibat aktivitas manusia

Banjir juga dapat terjadi akibat ulah/aktivitas manusia sebagai berikut:

- Perubahan kondisi DAS
- Kawasan kumuh dan sampah
- Drainase perkotaan dan pengembangan pertanian
- Kerusakan bangunan pengendali air
- Perencanaan sistem pengendalian banjir tidak tepat
- Rusaknya hutan (hilangnya vegetasi alami)

2.4.3. Daerah Rawan Banjir

Daerah rawan banjir merupakan daerah yang sering terkena dampak banjir. Wilayah tersebut dapat diidentifikasi melalui pendekatan geomorfologi, terutama aspek morfogenetik, karena kenampakan seperti teras sungai, tanggul alami,

dataran banjir, dataran banjir, dataran banjir, dan estuari merupakan lapisan aluvial berulang, yang merupakan bentang alam detail dengan topografi datar. (Dibyosaputro, 1984).

Menurut Pratomo (2008) dan Isnugroho (2006), "Wilayah rawan banjir dapat diklasifikasikan menjadi empat kawasan, yaitu kawasan pesisir, dataran banjir, kawasan sempadan sungai, dan daerah aliran sungai".

2.4.4. Manajemen Banjir

Banjir merupakan masalah yang sering terjadi di sebagian wilayah Indonesia, terutama di daerah padat penduduk seperti perkotaan. Oleh karena itu, kerugian yang ditimbulkannya bisa sangat tinggi, baik dari segi materi maupun kerugian manusia. Oleh karena itu sudah sepantasnya masalah banjir ini perlu mendapat perhatian serius dan menjadi masalah kita semua. Dengan asumsi bahwa banjir merupakan masalah yang biasa terjadi, maka berbagai pihak harus memperhatikan keadaan yang dapat menyebabkan banjir dan mengantisipasinya sedini mungkin untuk meminimalisir kerusakan yang diakibatkannya.

Banjir perkotaan adalah peristiwa yang terjadi ketika aliran air yang berlebihan menenggelamkan tanah di kota. Petunjuk Banjir Uni Eropa mendefinisikan banjir sebagai perendaman sementara tanah dalam air yang biasanya tidak dialirkan di kota-kota. Dalam arti "air yang mengalir", kata ini juga bisa merujuk pada datangnya air laut di kota-kota pesisir saat air pasang. Banjir perkotaan disebabkan oleh luapan atau jebolnya bendungan di badan air, seperti sungai atau danau, sehingga air keluar dari batas alaminya di kota.

(<http://id.wikipedia.org/wiki/Banjir>;MSN *Encarta Dictionary,2006:Directive, 2007; Glossary of Meteorology, 2000*).

Program pengendalian banjir membutuhkan dana yang cukup besar untuk membiayai perlindungan dan pengendalian banjir. Selain itu, masyarakat yang tinggal di daerah rawan banjir membutuhkan rasa aman dari pengaruh banjir setiap saat. Dengan sumber daya yang terbatas, pengendalian banjir harus dilaksanakan seoptimal mungkin dan sesuai dengan rencana dan prioritas yang baik.

Pengelolaan banjir adalah bagian dari pengelolaan sumber daya air yang lebih khusus untuk pengelolaan hujan dan banjir, biasanya dengan memperbaiki bendungan pengendali banjir atau sistem pembawa (sungai, drainase) dan mencegah hal-hal yang berpotensi merugikan dengan mengendalikan budidaya dan dataran banjir (*flood plains*). Pengelolaan banjir mencakup pengelolaan kawasan lindung dan pedesaan perkotaan yang ramah lingkungan.

Akibat pertumbuhan penduduk maka kebutuhan akan lahan meningkat sehingga nilai ekonomi budidaya meningkat. Oleh karena itu, upaya pencegahan banjir harus ditingkatkan di daerah padat penduduk. Dengan kata lain, tujuan dari pengendalian ini adalah untuk meminimalkan tingkat bahaya/resiko kerugian akibat banjir. Berdasarkan aspek pencegahan banjir yang baik, selain pembangunan fisik, diperlukan pemantauan, evaluasi, rencana perbaikan dan pemeliharaan secara terus menerus.

Pengelolaan sumber daya air juga mencakup pengendalian banjir, yang menyelaraskan dan mengintegrasikan konservasi sumber daya air (dalam

perencanaan wilayah merupakan kawasan lindung), pemanfaatan sumber daya air (dalam perencanaan wilayah merupakan kawasan pertanian) dan pengendalian kerusakan. kekuatan ruang air (dalam perencanaan wilayah) merupakan perpaduan pengelolaan antara kawasan lindung dan kawasan pertanian.

Pengelolaan banjir teknis dan perkotaan mengacu pada penerapan prinsip-prinsip ilmiah dan matematis untuk tujuan praktis (rekayasa) dalam (atau sebagai bagian dari) proses yang komprehensif dan terpadu (*integrative*) untuk mencapai sasaran (*goal*)/tujuan (*objective*) penanggulangan masalah (pengelolaan) banjir secara sistematis, efisien dan efektif di perkotaan atau perkotaan.

Terpadu berarti membawa secara bersama (*bring together*) bagian-bagian dari sesuatu (dalam hal ini sesuatu adalah manajemen) dan secara implisit berarti hubungan (*linkage*) sedangkan menyeluruh berarti cakupan luas (*broad coverage*) (Grigg, 1996).

2.4.5. Sistem Pengendalian Banjir

Pada suatu daerah perlu diciptakan sistem pengelolaan kawasan yang baik dan efektif dengan memperhatikan kondisi yang ada dan perkembangan penggunaan sumber air ke depan. Saat merancang sistem perlindungan banjir, Anda perlu mengevaluasi dan menganalisis atau memperhatikan hal-hal yang mencakup antara lain:

- Analisis metode pengendalian banjir saat ini di daerah tersebut.

- Penilaian dan analisis dataran banjir, termasuk informasi kerusakan akibat banjir.
- Pengkajian dan analisis penggunaan lahan di wilayah studi, khususnya di daerah banjir/dataran rendah.
- Penilaian dan analisis kawasan pemukiman yang ada dan pengembangan masa depan.
- Mempertimbangkan potensi dan pengembangan sumber daya air di masa mendatang.
- Memperhatikan penggunaan sumber air yang ada, termasuk bangunan yang ada.

Rencana pengendalian banjir disiapkan dengan beberapa pilihan dan kombinasi yang berbeda. Diantara beberapa alternatif sistem pengendalian yang ada, dipilih yang paling optimal dengan cara memberikan poin atau skor pada berbagai aspek pemeriksaan, sehingga sistem yang dipilih adalah sistem dengan nilai keseluruhan tertinggi. Aspek evaluasi yang dapat ditinjau sekurang-kurangnya meliputi aspek teknis, ekonomi, sosial dan budaya, hukum, kelembagaan dan lingkungan. Seringkali diperlukan dukungan politik dari pemangku kepentingan (*stakeholders*) untuk melaksanakan pengendalian banjir sesuai rencana. Hal-hal yang umum terjadi diantara perencanaan dan implementasi diantaranya meliputi:

- Desain tidak dapat dilaksanakan karena pertimbangan (misal) sosial.
- Biaya yang diusulkan tidak dapat dipenuhi secara optimal karena keterbatasan dana.

- Waktu pelaksanaan terlalu lama setelah perencanaan selesai sehingga sering terjadi perubahan-perubahan fisik di lapangan yang cukup signifikan .
- Implementasi dibuat bertahap dengan jangka waktu yang lama sehingga perencanaan tidak sesuai lagi dan sering tidak dilakukan *updating* perencanaan.

2.4.6. Pelaksanaan Pengendalian Banjir

- a. Penentuan skala prioritas masing-masing kegiatan dan tahap pelaksanaan pengendalian banjir. Pada pekerjaan pengendalian banjir jangka panjang mempunyai target waktu penyelesaian. Sistem pengendalian banjir dimaksudkan untuk mengendalikan debit banjir dengan periode ulang dan debit tertentu, setelah semua kegiatan dan bangunan pengendalian banjir selesai. Semua kegiatan dan bangunan pengendalian banjir tersebut, sulit untuk dilaksanakan pada waktu relatif singkat dan bersamaan.

Bila tahap demi tahap pekerjaan pengendalian banjir selesai, maka tingkat debit banjir yang dapat diatasi akan naik. Sehingga pada pekerjaan tahap akhir selesai, sistem pengendalian banjir dapat berfungsi seperti yang direncanakan. Sedangkan pada masa setelah pekerjaan pengendalian banjir selesai, perlu untuk penyempurnaan dan pemeliharaan sistem pengendali.

- b. Antisipasi pengendalian banjir pada masa pelaksanaan Berdasarkan pola pelaksanaan pengendalian banjir yang dilaksanakan secara bertahap, adalah perlu adanya antisipasi pengendalian banjir pada masa pelaksanaan. Hal ini diharapkan dari pelaksanaan bertahap sudah dapat meningkatkan

debit banjir yang dapat dikendalikan dan bangunan-bangunan yang ada sebelum pekerjaan selesai secara keseluruhan tidak mengalami kerusakan. Pada bangunan-bangunan pengatur banjir perlu adanya aturan operasi sementara sebelum seluruh bangunan pengendalian selesai dibangun, untuk menghindari adanya kegagalan. Pada akhirnya semua bangunan pengendalian banjir akan berfungsi secara optimal setelah seluruh bangunan dibangun sesuai sistem dan target waktu penyelesaian.

2.4.7. Kriteria Perencanaan Pengendalian Banjir

1) Jangka waktu tahun penyelesaian

Pada pekerjaan pengendalian banjir perlu adanya target tahun penyelesaian, dengan pelaksanaan bertahap setiap dekade tertentu.

2) Periode ulang debit banjir (skala perencanaan). Skala perencanaan ditentukan berdasarkan:

- Skala perencanaan secara umum yang berlaku di Indonesia, antara 10 – 100 tahun periode lang. Semakin besar periode ulang semakin mahal konstruksinya.
- Kerugian akibat banjir yang pernah terjadi.
- Potensi kerugian akibat banjir masa mendatang.
- Penggunaan lahan di sempadan dan daerah aliran sungai di sekitar segmen.
- Proyeksi penggunaan lahan di masa mendatang.

Kecuali dipertimbangkan angka laju kenaikan potensi kerugian akibat banjir, perkembangan kota maupun tata guna tanah di masa mendatang perlu

diperhitungkan terhadap skala perencanaan yang ada maupun target tahun penyelesaian implementasi pengendalian banjir.

3) Debit pengendalian banjir

Sesuai dengan skala perencanaan seperti di atas, maka besarnya banjir jalan raya sesuai skala perencanaan tersebut dapat ditentukan.

4) Alternatif pengendalian banjir

Berdasarkan alternatif-alternatif pengendalian banjir yang diusulkan, dapat dipilih yang paling menguntungkan dengan pertimbangan berbagai kombinasi. Alternatif terpilih ini berdasarkan pertimbangan-pertimbangan teknis, ekonomis, sosial, budaya, hukum, kelembagaan, lingkungan bahkan politis. Salah satu metodenya adalah dengan penentuan dan pemberian score/angka dari masing-masing alternatif.

2.4.8. Metode Pengendalian Banjir

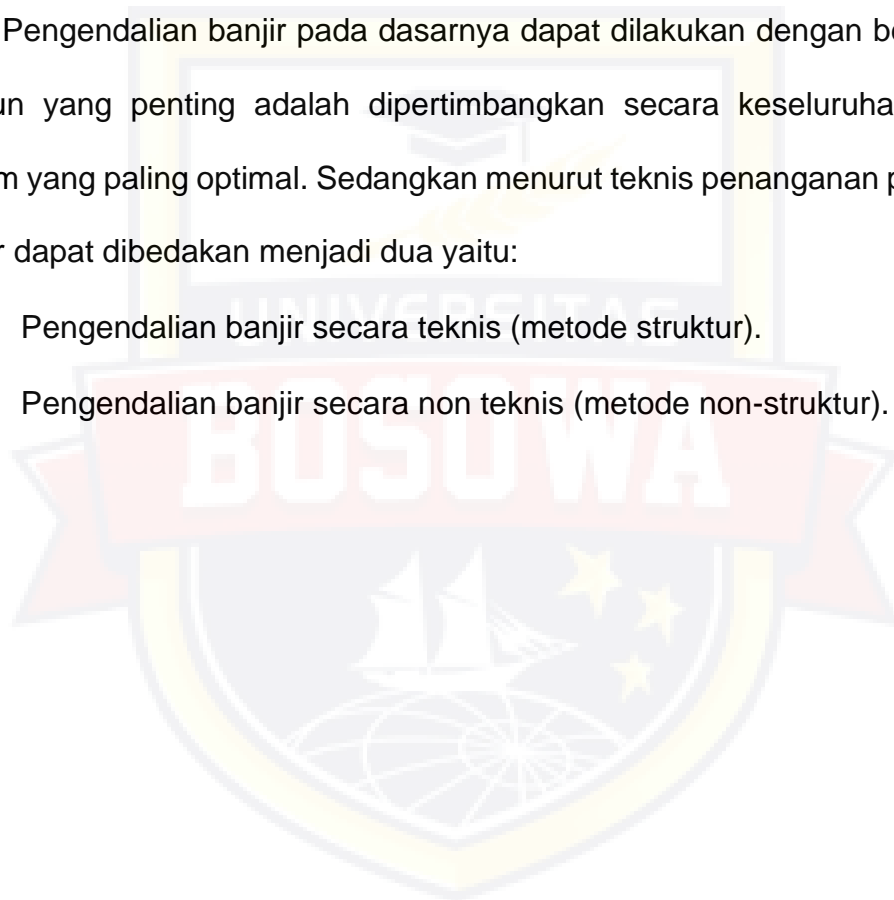
Pada hakikatnya pengendalian banjir merupakan suatu yang kompleks. Dimensi rekayasanya (*engineering*) melibatkan banyak disiplin ilmu teknik antara lain: hidrologi, hidraulika, erosi DAS, teknik sungai, morfologi & sedimentasi sungai, rekayasa sistem pengendalian banjir, sistem drainase kota, bangunan air, dll. Di samping itu suksesnya program pengendalian banjir juga tergantung dari aspek lainnya yang menyangkut sosial, ekonomi, lingkungan, institusi, kelembagaan, hukum dan lainnya. Politik juga merupakan aspek yang penting, bahkan kadang menjadi paling penting. Dukungan politik yang kuat dari berbagai instansi baik eksekutif (Pemerintah), legislatif (DPR/DPRD) dan yudikatif akan sangat berpengaruh kepada solusi banjir kota.

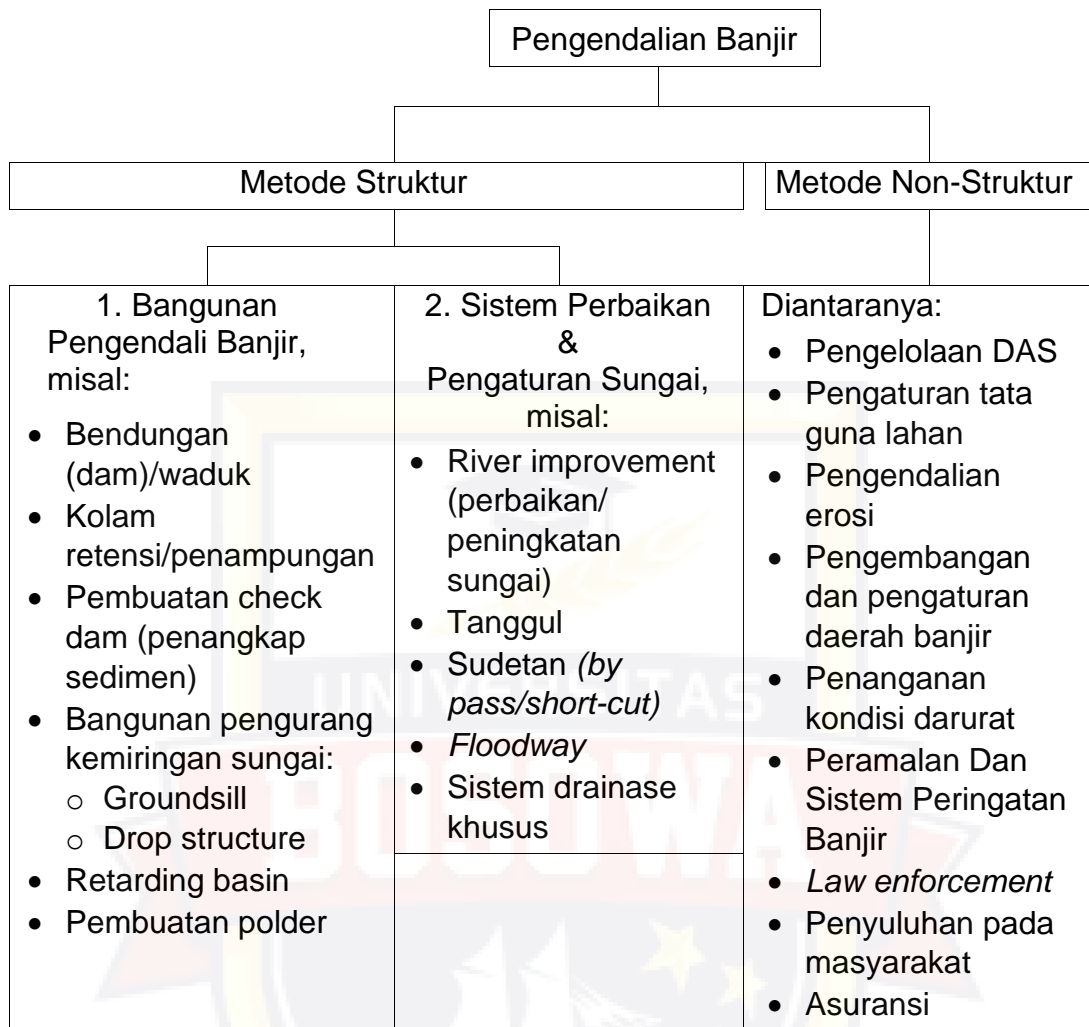
Pada dasarnya kegiatan pengendalian banjir adalah suatu kegiatan yang meliputi aktifitas sebagai berikut:

- Mengenalinya besarnya debit banjir.
- Mengisolasi daerah genangan banjir.
- Mengurangi tinggi elevasi air banjir.

Pengendalian banjir pada dasarnya dapat dilakukan dengan berbagai cara, namun yang penting adalah dipertimbangkan secara keseluruhan dan dicari sistem yang paling optimal. Sedangkan menurut teknis penanganan pengendalian banjir dapat dibedakan menjadi dua yaitu:

- Pengendalian banjir secara teknis (metode struktur).
- Pengendalian banjir secara non teknis (metode non-struktur).





Gambar 2.6. Pengendalian banjir metode struktur & non-struktur

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

- Pengaruh regim sungai terutama erosi dan sedimentasi (degradasi dan aggradasi sungai) dan hubungannya dengan biaya pemeliharaan.
- Kebutuhan perlindungan erosi di daerah kritis.
- Pengaruh bangunan terhadap lingkungan.
- Perkembangan pembangunan daerah.

- Pengaruh bangunan terhadap kondisi aliran di sebelah hulu dan sebelah hilirnya.

2.5. Tanah-Dasar

Tanah lapisan bawah yang secara langsung mendukung beban lalu lintas dari sistem perkerasan disebut tanah lapisan bawah. Dasar ini merupakan lapisan tanah yang dipadatkan yang berfungsi sebagai dasar sistem perkerasan.

Tanah dasar sebagai pondasi jalan terdiri dari material pada lubang atau tiang pancang dengan ketebalan sekitar 60-90 cm di bawah dasar struktur perkerasan. Karena lapis pondasi merupakan bagian dari tanggul dimana lapis pondasi, pondasi atau permukaan jalan berada, integritas struktur perkerasan bergantung pada kestabilan struktur pondasi. Intinya, substrat harus tetap dalam kondisi stabil dengan kadar air konstan. Oleh karena itu, pondasi harus dipadatkan dengan baik untuk memperkecil kemungkinan terjadinya penurunan yang tidak rata akibat perubahan volume atau beban kendaraan.

Pemadatan yang baik diperlukan saat membangun badan jalan. Selain itu, drainase yang baik diperlukan untuk menghindari kadar air tanah yang terlalu tinggi di tanah galian.

Akibat perubahan kadar air, lapisan tanah bawah yang berupa lempung mengembang mengalami perubahan volume yang sangat besar. Perkembangan tanah ini akan merusak lapisan perkerasan.

Akibat perubahan kadar air, lapisan tanah bawah yang berupa lempung mengembang mengalami perubahan volume yang sangat besar. Perkembangan tanah ini akan merusak lapisan. Beban yang dihasilkan dari beban roda kendaraan

bekerja di bagian dasar yang lebih kecil dari lapisan atas atau lapisan dasar. Tegangan yang disebabkan oleh beban roda berkurang dengan bertambahnya kedalaman, dan pengendalian tegangan tanah biasanya mencapai puncaknya kecuali jika kondisinya tidak biasa. Kondisi yang tidak biasa ini, seperti lapisan tanah berlapis, kandungan air atau kerapatan yang sangat bervariasi. Hal-hal tersebut dapat mengubah posisi pengatur tegangan. Kondisi subsoil yang berbeda ini dapat ditentukan selama survei tanah.

Permukaan jalan di atas lapis pondasi harus mampu mengurangi tegangan pada permukaan pondasi secara memadai untuk mencegah deformasi pondasi yang berlebihan. Saat mendesain, memahami sifat-sifat alas sangat penting, karena kondisi alas mempengaruhi perilaku lapisan. Ketebalan lapisan tergantung pada kekuatan alasnya. Permukaan jalan merupakan permukaan pelindung tanah dan tugasnya adalah mendistribusikan beban roda kendaraan di tanah. Tanpa dukungan dasar yang memadai, perkerasan mudah rusak. Dukungan dasar perkerasan ini harus dilindungi terhadap perubahan iklim dan kondisi lalu lintas yang mempengaruhi dasar.

Hilangnya dukungan tanah-dasar di bawah perkerasan kaku (*rigid pavement*) terjadi bila akibat adanya beban kendaraan yang lewat, air terpompa ke luar lewat retakan atau sambungan mengangkut butiran halus tanah yang menyebabkan adanya rongga di bawah perkerasan kaku. Peristiwa terpompanya butiran halus dari tanah-dasar ini disebut pemompaan (*pumping*).

Lapisan-lapisan perkerasan berfungsi sebagai distributor beban untuk pangkalan. Semakin tebal perkerasan, semakin sedikit tekanan yang disebabkan

oleh beban lalu lintas yang dapat ditopang di bawah permukaan. Oleh karena itu, jika daya dukung alas rendah, diperlukan lapisan yang lebih tebal. Bagaimana alas menopang beban roda bergantung pada responsnya terhadap beban dan perubahan iklim.

Reaksi tanah-dasar bergantung pada karakteristik fisik tanah, yaitu:

- 1) Kohesi (c)
- 2) Sudut gesek dalam (p)
- 3) Kompresibilitas(kemudahan mampatan)
- 4) Plastisitas
- 5) Kapilaritas.

Karakteristik tersebut mengendalikan kemampuan tanah-dasar, seperti: penurunan, kembang-susut, longsoran pada galian dan gerakan pada sis. Semua karakteristik tersebut dapat diidentifikasi dengan melakukan uji laboratorium pada tanah-dasar.

Di Inggris, jika tanah dasar memiliki beban rendah, penutup digunakan. Lapisan atas merupakan material granular yang lebih murah dan memiliki sifat lebih rendah dibandingkan lapisan dasar. Material overburden adalah material dengan kandungan CBR $\geq 15\%$ (batuan, kerikil yang ditambang di dekat proyek atau material daur ulang yang murah) (O'Flaherty, 2001).

Tebal lapis pondasi bawah dan lapis penutup dapat ditentukan dari Gambar 1.3. Tebal lapis pondasi bawah ditentukan dari beberapa pertimbangan sebagai berikut (O'Flaherty, 2001; Rogers, 2008):

- 1) Lapisan dasar tidak diperlukan jika bahan dasar terbuat dari bahan agregat keras atau granular dengan CBR > 30% dan muka air tanah rendah.
- 2) Jika BR > 15 dari lapisan dasar, ketebalan lapisan dasar adalah 150 mm (yaitu ketebalan lapisan dasar minimum).
- 3) Jika CBR tanah dasar antara 2,5 dan 15%, salah satu dari berikut dipilih untuk perkerasan lentur (termasuk perkerasan komposit lentur) dipilih satu dari dua:

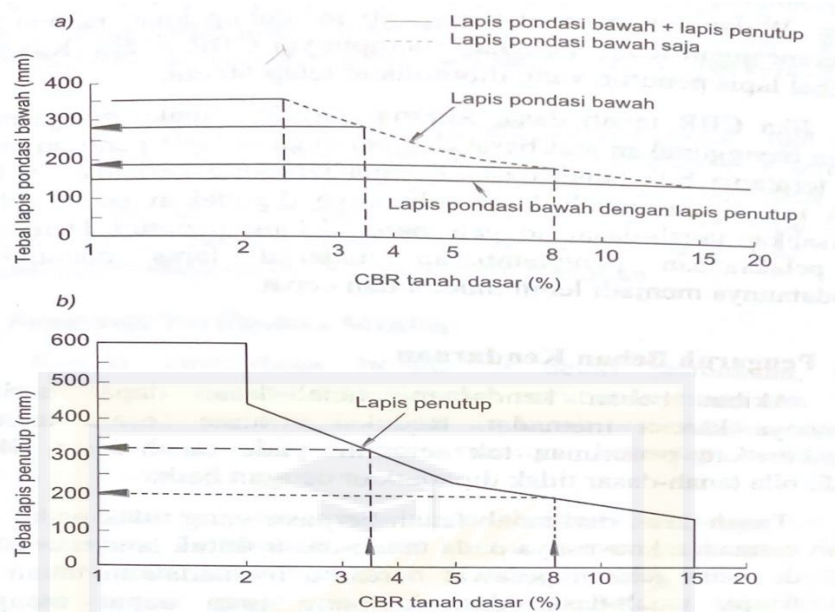
(a) Di atas lapis-penutup (*capping layer*), digunakan tebal lapis pondasi bawah 15 cm, dengan tebal lapis penutup ditentukan berdasar pada CBR tanah-dasar dalam Gambar 1.3b.

(b) Digunakan lapis pondasi bawah saja yang tebalnya ditentukan dari interpolasi 2 nilai batas: adalah jika tanah-dasar memiliki CBR = 15%, tebal lapis pondasi 15 cm dan bila tanah-dasar memiliki CB = 2,5%, dibutuhkan tebal lapis pondasi bawah 35 cm. Sebagai contoh dalam maka dapat dipilih satu dari dua:

jika tanah-dasar mempunyai CBR = 3,5%, maka dapat dipilih satu dari dua:

- (a) Lapisan dasar digunakan 150 mm dengan lapis penutup 33 cm, atau
- (b) Hanya digunakan lapis pondasi bawah saja dengan tebal 280 mm.

Contoh lain, misalnya tanah-dasar mempunyai CBR = 8%, jika digunakan lapis pondasi+lapis penutup, dibutuhkan lapis pondasi tebal 150 mm dan lapis penutup 200 mm. Jika tidak digunakan lapis penutup, maka hanya digunakan lapis pondasi saja dengan tebal 190 mm.



Gambar 2.7 Menentukan ketebalan lapisan dasar dan penutup (Department of Transport dalam O'Flaherty, 2001).

- (c) Grafik jika digunakan lapis pondasi bawah saja.
- (d) Grafik jika digunakan lapis pondasi bawah 15 cm + lapis penutup.
- 4) Untuk sembarang tipe perkerasan, di mana tanah-dasanya mempunyai CBR < 2,5%, dan untuk perkerasan kaku (termasuk perkerasan kaku komposit) yang tanah-dasanya mempunyai CBR < 15%, maka di atas lapis penutup harus diletakkan lapis pondasi; bawah dengan tebal 15 cm. Jika tanah dasar memiliki CBR 2%, dibutuhkan jarak lapis-penutup 60 cm (Gambar 1.3b).
 - 5) Bila tanah-dasar mempunyai CBR < 2%, maka lebih baik dibongkar dan diganti dengan material yang lebih baik Kedalaman tanah yang diganti, umumnya berkisar antara 50 – 100 cm. Walaupun material pengganti ini cukup kuat, namun dalam perancangan tetap dianggap mempunyai CBR = 2%. Karena itu, tebal lapis penutup yang dibutuhkan tetap 60 cm.

Jika tanah dasar CBR tidak cukup dari 2%, maka penghamparan dengan menggunakan alat berat dan pemadatan lapis penutup menjadi sulit, terutama bila tanah dasar berupa lempung berkadar air tinggi. Untuk ini, di atas tanah-dasar sebaiknya digunakan geotekstil guna memisahkan tanah-dasar dengan material lapis penutup. Dengan cara ini, pelaksanaan penghamparan material lapis penutup dan pemadatannya menjadi lebih mudah dan cepat.

2.5.1. Pengaruh Beban Kendaraan

Di bawah pengaruh kendaraan, volume lapisan bawah tanah dapat berkurang karena pemadatan. Pengurangan volume lokal seperti itu menyebabkan penurunan lapisan tanah yang tidak merata. Ini terjadi ketika media tidak dipadatkan dengan benar.

Tanah berpasir yang tidak dipadatkan sangat mudah dipadatkan, terutama di landasan pacu pesawat di mana getaran pesawat mengancam memadatkan tanah berpasir. Pada saat yang sama, tanah berbasis lempung juga dapat berubah bentuk secara plastis di bawah pengaruh beban berulang. Hilangnya daya dukung lapisan dasar dapat menyebabkan bergelombangnya jalan aspal dan retaknya jalan beton.

Tugas utama perkerasan yaitu untuk mendistribusikan beban roda di area tanah yang lebih kuat dari permukaan kontak roda dengan trotoar, yang mengurangi tegangan maksimum di tanah. berada pada tekanan di mana deformasi lapisan tanah yang berlebihan tidak terjadi selama masa pakai lapisan. Basis mendukung beban perkerasan dan beban lalu lintas yang bekerja di

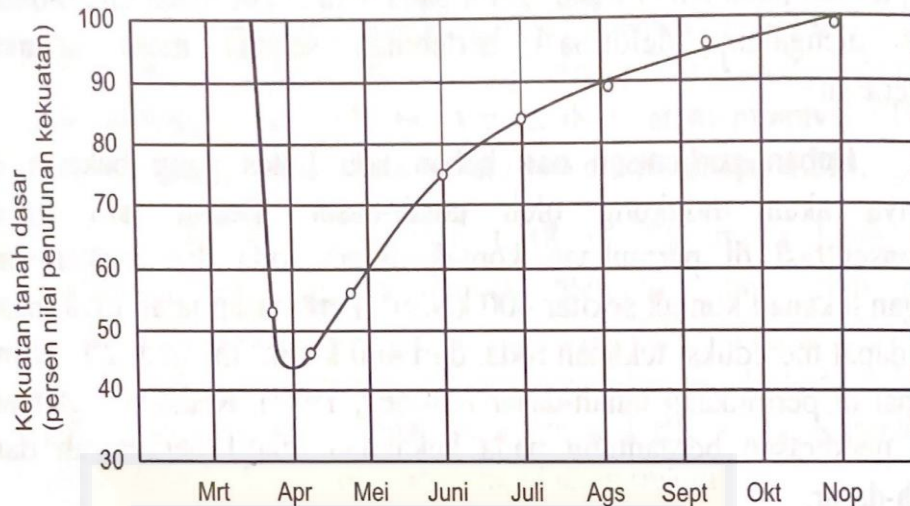
atasnya. Beban lalu lintas terkonsentrasi pada permukaan kontak antara tulangan dan perkerasan dengan tekanan kontak sekitar 400 kN/m². Trotoar saat ini mampu mengurangi tekanan roda dari 400 kN/m² menjadi 20 kN/m² di permukaan tanah dasar (Croney, 1977). Reduksi tegangan oleh perkerasan bergantung pada kekakuan relatif perkerasan dan tanah-dasar.

Perkerasan tidak dirancang dalam kondisi runtuh, tapi dalam kondisi di mana regangan bahan masih kecil (zona elastis). Karena itu, dalam perancangan perkerasan, dibutuhkan untuk mengetahui sifat-sifat elastis material perkerasan dan tanah-dasar, dan seberapa tingkat tegangan yang masih dapat ditahan oleh perkerasan tanpa menyebabkan retak atau deformasi yang berlebihan.

2.5.2. Pengaruh Perubahan Musim

Karena tanah dasar di bawahnya dekat dengan tanah, kondisinya selalu dipengaruhi oleh cuaca atau perubahan iklim. Perubahan iklim menyebabkan perubahan kadar air tanah, yang selanjutnya menyebabkan perubahan kekuatan pondasi, terutama jika tanahnya berupa lempung.

Pada musim hujan, kandungan air tanah lebih tinggi dibandingkan pada musim kemarau. Perubahan kadar air tersebut mempengaruhi tepi perkerasan dan menyebar ke tengah di bawah perkerasan. Jika subsoil terdiri dari lempung ekspansif (mudah mengembang), perubahan kadar air diikuti dengan perubahan volume tanah. Dalam kasus seperti itu, tepi jalan berayun melawan sumbu. Pada cuaca kering, pergerakan ini lebih besar dan dapat menyebabkan keretakan pada perkerasan aspal dan hilangnya bentuk permukaan jalan.



Gambar 2.8. Variasi waktu terhadap kekuatan perkerasan akibat air yang meresap dalam tanah-dasar (Motl et al.).

Curah hujan mempengaruhi kadar air di bawah perkerasan jalan. Dukungan dasar mungkin hilang untuk jangka waktu yang lebih lama. Hujan intensitas rendah dalam waktu lama bisa lebih merusak daripada hujan lebat dalam waktu singkat. Ini karena lebih banyak air yang diserap ke dalam tanah dalam jangka waktu yang lama. Variasi kekuatan atau kapasitas dukung tanah-dasar terhadap waktu ditunjukkan dalam Gambar 1.4 (Motl et al.).

Perubahan kandungan air tanah menyebabkan dua jenis perubahan, yaitu:

- 1) Perubahan volume tanah dan/atau
- 2) Perubahan kekuatan.

Pengaruh perubahan kadar air terhadap kekuatan atau kekakuan tanah dasar dihitung dengan menganalisis parameter kekuatan tanah dasar (misalnya, CBR dan modulus elastisitas) dengan kadar air yang diharapkan selama periode desain (*design period*). Oleh karena itu, penting untuk mengevaluasi nilai kelembaban yang dihitung sesuai dengan kondisi luar ruangan. Oleh karena itu,

sensitivitas kekuatan/kekakuan dasar terhadap perubahan kadar air harus diperhitungkan. Pengaruh perubahan kandungan air tanah, yaitu:

- 1) Pada tanah berpasir, variasi kecil kandungan air hanya menyebabkan perubahan kecil pada volume dan kekuatan/kekakuan.
- 2) Pada tanah berlumpur, perubahan kadar air yang kecil menyebabkan perubahan volume yang kecil tetapi dapat menyebabkan kehilangan kekuatan/kekakuan yang besar.
- 3) Pada tanah lempung, sedikit variasi kadar air dapat menyebabkan perubahan volume yang besar, dan ketika kadar air tanah mendekati kadar air optimum, terjadi perubahan kekuatan dan kekakuan yang signifikan.

Perubahan volume dapat diminimalkan jika tanah dipadatkan hingga ketinggian air yang sesuai dengan nilai yang biasa ditemukan di lapangan. Perubahan volume juga dapat dipengaruhi oleh jumlah air yang digunakan pada awal pemadatan tanah.

Estimasi kadar air rancangan (*design moisture content*) dan kadar air pada perubahan volume minimum, umumnya didasarkan pada nilai kadar air keseimbangan (*Equilibrium Moisture Content, EMC*) (*Asphalt Institute, MS-16*). Kadar air keseimbangan adalah kondisi kadar air tanah di bawah perkerasan setelah mencapai kedudukan seimbang dengan kadar air rezim di lingkungan lokalnya saat setelah pembangunan perkerasan selesai. Kadar air ini, umumnya diperlukan dalam waktu perancangan. Walaupun, dalam hal yang khusus juga dibutuhkan dalam pertimbangan pemeliharaan. Variabel yang mempengaruhi kondisi keseimbangan kadar air ini adalah:

1. Musim
2. Macam tanah
3. Kedalaman muka air tanah
4. Komposisi air-tanah.

Dalam tinjauan tanah dan air sebagai suatu variabel yang mempengaruhi kelakuan tanah tidak jenuh, maka terdapat dua hal penting, yaitu:

- (a) Terkait dengan rasio tanah dan air pada sifat-sifat volumetrik atau gravimetri tanah (contohnya kadar air gravimetri).
- (b) Terkait dengan kedudukan energi dari tanah dan air, seperti kadar air isapan (*soil moisture suction*).

Kadar air yang menghasilkan isapan, akan terjadi jika tekanan air pori negatif. Untuk maksud praktis, kondisi di mana kekuatan tanah akan ditentukan, maka harus dinyatakan sebagai kadar air (*gravimetri*). Jika kadar air dinyatakan dalam isapan tanah (*soil suction*), maka perlu dikonversikan ke kadar air dulu untuk menggunakan kadar air keseimbangan (EMC). Tetapi, pengukuran dan pemantauan isapan tanah di lapangan dan penentuan hubungan antara isapan tanah dengan kadar air sangat sulit, maka hal ini tidak umum dilakukan.

Kondisi keseimbangan kadar air, umumnya lebih stabil di dekat bagian pusat perkerasan, sampai sekitar 1,5 m dari tepinya. Fluktuasi kadar air dapat terjadi akibat perubahan kadar air yang cepat di bagian bahu jalan. Karena itu, kadar air kritis (yaitu kadar air rancangan) untuk bagian lintasan rod luar akan berada di atas kadar air keseimbangan, yaitu kadar air yang ditentukan untuk bagian pusat perkerasan (Asphalt Institute, MS-16).

Jika perubahan kadar air pada bahu sangat besar, penanganan khusus pada area ini harus diberikan. Kalau penanganan ini tidak dilakukan, maka pada area bahu dipakai kadar air rancangan yang nilainya di atas kadar air keseimbangan yang biasanya dipakai di bagian pusat perkerasan.

2.5.3. Kapasitas Dukung Tanah-Dasar

Untuk perancangan teal perkerasan, dibutuhkan perkiraan kapasitas dukung tanah-dasar dengan melakukan uji CBR. Hasil uji CBR ini digunakan untuk perancangan perkerasan lentur. Pengujian dilakukan pada piston dengan panjang hingga 102 mm (4^o), diameter 49,6 mm (1,95 in) dengan luas penampang 1935,5 mm² (3 inci) ke tanah ditekan ke dalam silinder di ujungnya. Diameter 15 cm (6"), 20 cm (8") tingkat penetrasi tinggi 0,05 in/menit. Selama pemuatan, tanah di dalam silinder CBR dibebani dengan beban sebesar 4,54 kg (10 lbs) yang ekuivalen dengan tekanan perkerasan ke tanah. Jika benda uji sebelumnya direndam, beban berbagi rata yang dipasang, sebaiknya sama dengan beban yang digunakan waktu periode rendaman. Pembebanan dilakukan sampai penetrasi total piston ke dalam tanah 0,5'. Tekanan (p) atau beban (P) pada penetrasi 0,1" dan 0,2" dibandingkan dengan dengan beban yang dibutuhkan untuk penetrasi yang sama pada contoh batu pecah (berisi partikel dengan ukuran butiran maksimum ¾ in.).

Metoda pengujian CBR ini dimaksudkan untuk memberikan nilai kekuatan relatif. Hasil pengujian CBR memberikan nilai kekuatan empiris yang tidak dapat secara langsung dikaitkan dengan sifat-sifat yang mempengaruhi kekuatan tanah, seperti kohesi. Namun, uji CBR merupakan pengujian yang lebih luwes

dibandingkan uji-uji penetrasi lainnya, dan cook digunakan untuk bermacam-macam tanah dari mulai lempung sampai kerikil halus.

Untuk prediksi awal nilai CBR tanah di lapangan, Black dan Lister (1979) mengusulkan nilai-nilai perkiraan CBR untuk tanah lempung yang dikaitkan dengan indeks plastisitas (PI) dan pasir, seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1.6a dan 1.6b. Penjelasan dalam tabel-tabel tersebut:

- 1) Muka air tanah tinggi adalah bila muka air tanah kurang dari 300 mm terhadap permukaan formasi (puncak tanah-dasar).
- 2) Muka air tanah rendah adalah bila muka air tanah berjarak lebih dari 1 m di bawah permukaan formasi.
- 3) Kondisi buruk menunjukkan situasi di mana lapisan perkerasan paling bawah terletak pada tanah lemah saat hujan lebat.
- 4) Kondisi sedang menunjukkan situasi di mana permukaan formasi terlindungi sepanjang iklim buruk.
- 5) Kondisi baik menunjukkan situasi di mana tanah lebih kering daripada saat kondisi saat pembangunan.
- 6) "A" menunjukkan situasi di mana tebal perkerasan 300 mm (perkerasan tipis).
- 7) "B" menunjukkan situasi di mana tebal perkerasan 1,2 m (perkerasan tebal).

Jika suatu kondisi tidak terdapat dalam Tabel 1.6a dan 1.6b, maka dapat dilakukan asumsi-asumsi, dengan memperhatikan kondisi terburuk yang mungkin akan terjadi. Jika tebal perkerasan antara 300 mm dan 1,2 m, maka nilai CBR dapat diinterpolasi.

Tanah	PI	Buruk		Sedang		Baik	
		A	B	A	B	A	B
	70	1,5	2	2	2	2	2
Lempung gemuk	60	1,5	2	2	2	2	2,5
	50	1,5	2	2	2,5	2	2,5
	40	2	2,5	2,5	3	2,5	3
Lempung berlanau	30	2,5	3,5	3	4	3,5	5
Lempung berpasir	20	2,5	4	4	5	4,5	7
	10	1,5	3,5	3	6	3,5	7
Lanau	-	1	1	1	1	2	2
Pasir gradasi buruk	-	-	-	-	-	20	-
Pasir gradasi baik	-	-	-	-	-	40	-
Krikil berpasir	-	-	-	-	-	60	-

Tabel 2.1. Perkiraan CBR berbagai macam tanah pada kondisi **muka air tanah tinggi** (Black dan Lister, 1979).

Kondisi tanah-dasar sangat berpengaruh dengan keberadaan bahu jalan, Pinggir jalan sendiri adalah bagian jalan di samping permukaan jalan yang berfungsi untuk menyediakan tempat berhenti bagi kendaraan dalam keadaan wajib, dan untuk dukungan lateral dari lapisan pondasi dan lapisan pondasi bawah. Bahu jalan juga membantu dalam pembuangan air yang berasal dari permukaan perkerasan.

Tanah	PI	Buruk		Sedang		Baik	
		A	B	A	B	A	B
	70	1,5	2	2	2	2	2
Lempung gemuk	60	1,5	2	2	2	2	2,5
	50	2	2	2	2,5	2	2,5
	40	2,5	2,5	3	3	3	3
Lempung berlanau	30	3	3,5	4	4	4	5
Lempung berpasir	20	3	4	5	6	6	7
	10	2,5	4	4,5	7	6	7
Lanau	-	1	1	2	2	2	2
Pasir gradasi buruk	-	-	-	-	-	-	-
Pasir gradasi baik	-	-	-	-	-	-	-
Krikil berpasir	-	-	-	-	-	-	-

Tabel 2.2. Perkiraan CBR berbagai macam tanah pada kondisi **muka air tanah rendah** (Black dan Lister, 1979)

Perawatan bahu jalan sangat penting, terutama untuk perkerasan kaku (perkerasan beton). Perawatan bahu jalan yang buruk menyebabkan infiltrasi air hujan yang berlebihan dari tepi perkerasan, yang mengurangi kapasitas dukungnya. Dalam beberapa kasus, genangan air di pinggir perkerasan dapat menyebabkan pemompaan (*pumping*), sehingga dibawah pelat beton terbentuk rongga yang mengurangi dukungan tanah dasar. Bahu jalan yang diperkeras atau distabilisasi sangat dianjurkan. Dengan diperkeras ini, perkerasan menjadi lebih stabil, terutama di bagian pinggir dan sekaligus memberi ruang yang stabil pada kendaraan yang mogok dan membutuhkan perbaikan di bahu jalan. Pelat beton telah terbukti berguna dalam mengurangi defleksi dan kerusakan perkerasan. Tebal bahu jalan dari beton (untuk perkerasan beton), dapat dibuat lebih tipis dari perkerasannya, dan harus terikat dengan pelat perkerasan.

BAB III

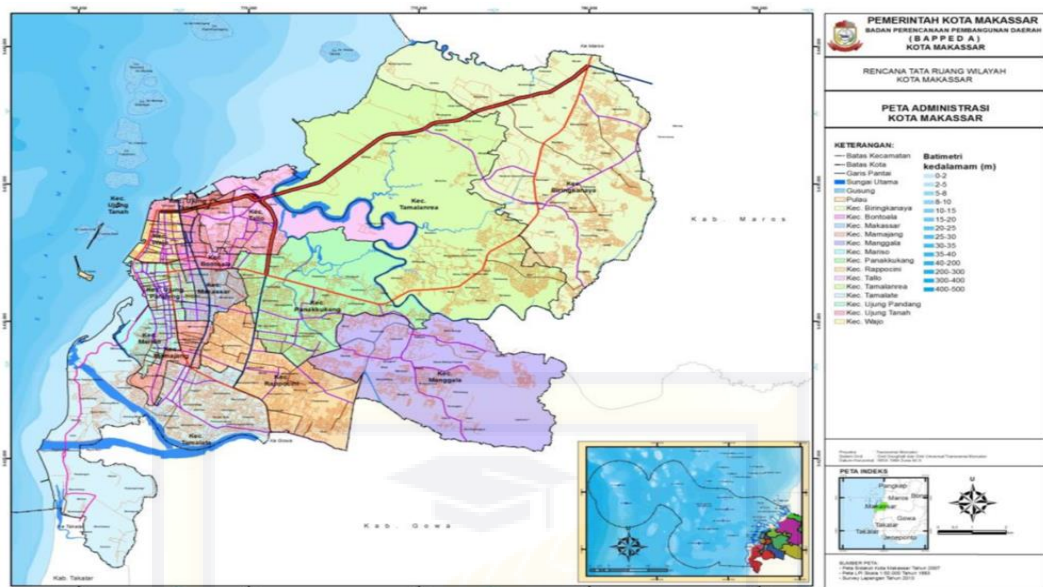
METODE PENELITIAN

3.1 Gambaran Umum Kota Makassar

Kota Makassar merupakan salah satu pemerintahan kota dalam wilayah Provinsi Sulawesi Selatan yang terbentuk berdasarkan Undang-Undang Nomor 29 Tahun 1959 tentang Pembentukan Daerah-daerah Tingkat II di Sulawesi, sebagaimana yang tercantum dalam Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 1959 Nomor 74 dan Tambahan Lembaran Negara Republik Indonesia Nomor 1822.

Kota Makassar menjadi ibu kota Provinsi Sulawesi Selatan berdasarkan Undang-Undang Nomor 13 Tahun 1965, (Lembaran Negara Tahun 1965 Nomor 94), dan kemudian berdasarkan Undang-Undang Nomor 8 Tahun 1965 Daerah Tingkat II Kotapraja Makassar diubah menjadi Daerah Tingkat II Kotamadya Makassar.

Kota Makassar yang pada tanggal 31 Agustus 1971 berubah nama menjadi Ujung Pandang, wilayahnya dimekarkan dari 21 km² menjadi 175,77 km² dengan mengadopsi sebagian wilayah kabupaten lain yaitu Gowa, Maros, dan Pangkajene Kepulauan, hal ini berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 51 Tahun 1971 tentang Perubahan batas-batas daerah Kotamadya Makassar dan Kabupaten Gowa, Maros dan Pangkajene dan Kepulauan, lingkup Daerah Provinsi Sulawesi Selatan.



Gambar 3.1 Peta Administratif Kota Makassar

3.2 Jenis Penelitian

Metode penelitian merupakan prosedur atau cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan tertentu. Jenis penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Metode penelitian ini adalah cara kerja untuk mengumpulkan data dan kemudian mengolah data sehingga menghasilkan data yang dapat memecahkan permasalahan penelitian. Menurut (Resseffendi 2010:33) mengatakan bahwa penelitian deskriptif adalah penelitian yang menggunakan observasi, wawancara atau angket mengenai keadaan sekarang ini, mengenai subjek yang sedang kita teliti. Melalui angket dan sebagainya kita mengumpulkan data untuk menguji hipotesis atau menjawab suatu pertanyaan. Melalui penelitian deskriptif ini peneliti akan memaparkan yang sebenarnya terjadi mengenai keadaan sekarang ini yang sedang diteliti.

Peran metodologi penelitian sangat menentukan dalam upaya menghimpun data yang diperlukan dalam penelitian, dengan kata lain metodologi

penelitian akan memberikan petunjuk terhadap pelaksanaan penelitian atau petunjuk bagaimana penelitian ini dilakukan. Metodologi mengandung makna yang menyangkut prosedur dan cara melakukan pengujian data yang diperlukan untuk memecahkan atau menjawab masalah penelitian. Sugiyono (2017:2) mengatakan bahwa, metode penelitian pada dasarnya merupakan ciri-ciri ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu. Metode yang digunakan dalam pendekatan kuantitatif .

Untuk pendekatan penelitian dalam skripsi ini menggunakan pendekatan penelitian kuantitatif , seperti yang dikemukakan (Sugiyono 2017:8) bahwa metode penelitian kuantitatif diartikan sebagai metode penelitian yang berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik, dengan tujuan untuk mengaju hipotesis yang telah ditetapkan. Pendekatan kuantitatif ini digunakan oleh peneliti untuk peninjauan dan penanganan drainase (*existing*) di Jl. A.P Pettarani dengan menghitung estimasi biaya pembuatan.

3.3 Lokasi Studi Penelitian

Secara geografis jalan A.P Pettarani terletak pada koordinat $05^{\circ}16'50,138''$ LS dan $119^{\circ}43'51,595''$ BT, dengan Panjang 4,2 km.



Gambar 3.2. Peta Lokasi Jalan A.P Pettarani



Gambar 3.3. Peta Detail Lokasi Pola Aliran Saluran Jalan A.P Pettarani

3.4 Jenis dan Sumber Data

Pengumpulan data dilakukan dengan mengumpulkan data dari berbagai sumber yang ada mulai dari melakukan peninjauan langsung Area Jalan A.P Pettarani Kota Makassar, dari instansi terkait yaitu Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional XIII (BBPJN) Sulawesi Selatan, dan website resmi dari Lembaga yang bersangkutan. Selanjutnya dibutuhkan data-data yang berkaitan, diantaranya data hidrologi, peta digital yang berisikan topografi dan jaringan drainase. Langkah-langkah yang akan dilakukan sebagai berikut:

1. Survey pendahuluan

Dilakukan untuk mengenal dan mengidentifikasi dari seluruh permasalahan yang ada di lapangan sehingga dapat mengambil langkah-langkah selanjutnya.

2. Studi Pustaka

Melakukan studi pustaka yang berasal dari *textbook*, jurnal dan catatan kuliah sebagai bahan acuan agar dapat melaksanakan tugas akhir dengan baik sesuai dengan tahapannya. Studi Pustaka ini dilakukan sebagai bahan acuan untuk mengetahui langkah-langkah yang pernah dilakukan baik oleh instansi terkait maupun konsultan.

3. Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Data primer

Data primer adalah data yang diperoleh dengan cara mengadakan peninjauan dan Pengukuran langsung di lapangan.

- b. Data sekunder

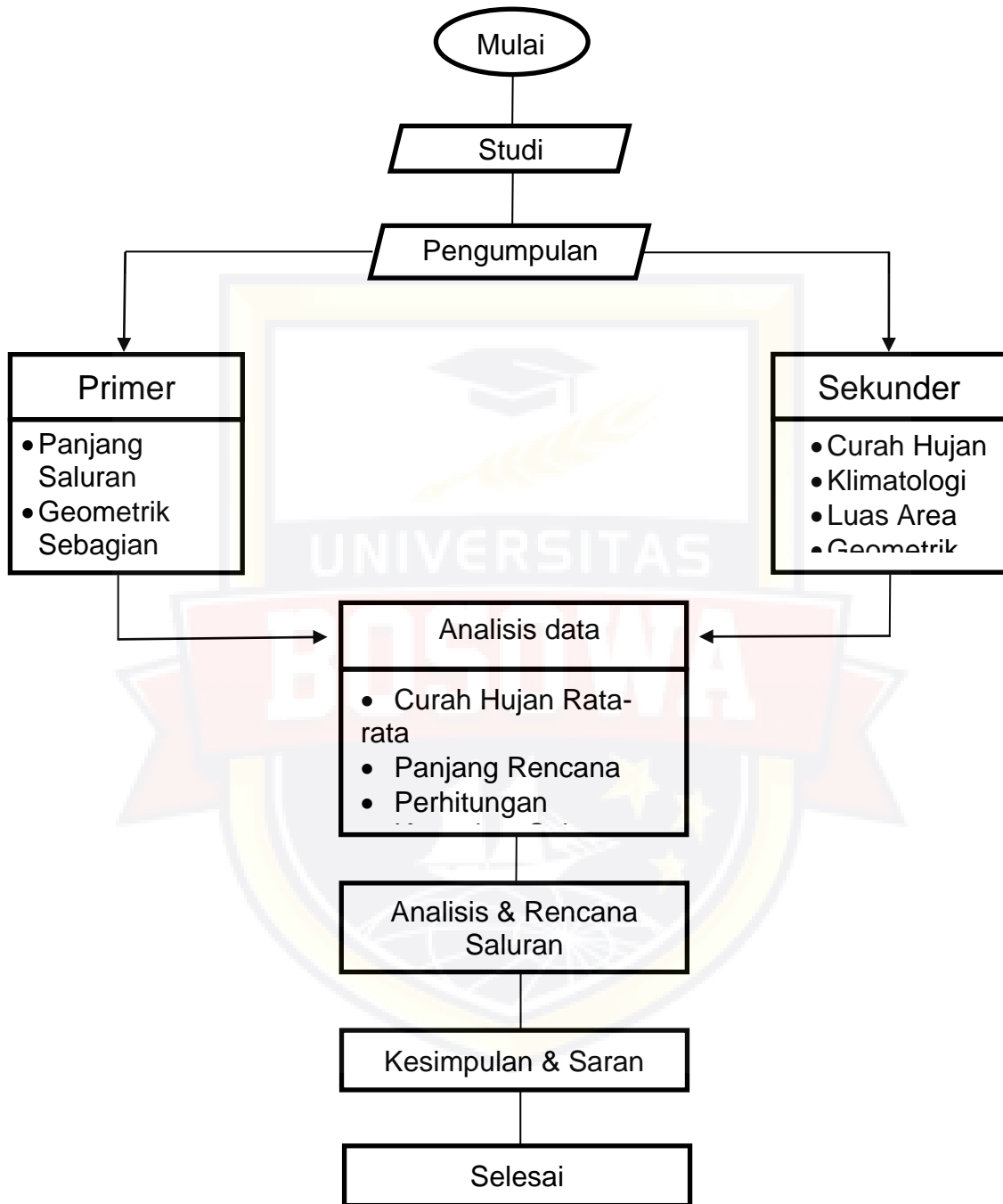
Data sekunder adalah data yang didapatkan dari instansi-instansi ataupun institusi-institusi yang terkait dengan rencana. Antara Lain:

1. Balai Besar Pelaksana Jalan Nasional XIII (BBPJN) Sulawesi Selatan.
2. Perencanaan dan Pengawasan Jalan dan Jembatan Nasional (P2JN) Sulawesi Selatan.
3. Konsultan Core Team tahun 2021 P2JN Sulawesi Selatan.
4. Dan Instansi terkait lainnya.

Data-data Primer yang diperlukan adalah:

1. Peta digital Jalan A.P Pettarani Kota Makassar
2. Peta Jaringan Drainase Jalan A.P Pettarani Kota Makassar
3. Data Hidrologi
4. Data perencanaan awal

3.5 Bagan Alur Penelitian.



Gambar 3.4. Bagan Alur Tahap Pengerjaan Skripsi

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang didapat dalam penelitian saat ini meliputi : kondisi saluran saat ini, analisis hidrologi, analisis hidrolika dan solusi perencanaan saluran drainase.

4.1. Perhitungan Curah Hujan

Data hujan yang diperoleh dari stasiun hujan merupakan hujan yang terjadi pada satu titik saja. Untuk perhitungan hidrologi, dibutuhkan data hujan kawasan yang ditinjau, sehingga memerlukan satu atau beberapa data stasiun hujan.

4.2. Analisa Curah Hujan

Untuk tinjauan Perencanaan drainase pada jalan A.P. Pettarani Kota Makassar hanya mengambil data hujan harian yang paling maksimal karena hanya di perngaruhi oleh stasiun hujan.

4.3. Analisis Rencana Penanganan Banjir di Jalan AP. Pettarani

PERHITUNGAN DEBIT DAN CATCHMENT AREA

Intensitas curah hujan

170 mm/jam

Perhitungan nilai C		Lebar (m)	Panjang drainase (m)	Area	C	C.A
1		2	3	4	5	6
L1	Jalan aspal pettarani	21	490	10290	0.9	9261
L2	Jalan aspal pettarani	30.5	60	1830	0.9	1647
B	Bahu beton pettarani	2	490	980	0.9	882
A1	Gedung perkotaan	450	400	180000	0.75	135000
A2	Gedung perkotaan	25	550	13750	0.75	10312.5
A3	Gedung perkotaan	300	125	37500	0.75	28125
L3	2 jalur	19	490	9310	0.9	8379
L4	1 jalur	9.5	60	570	0.9	513
Pettarani				C	=	0.76

Tabel 4.1. Intensitas Curah Hujan

Catchment area saluran Rappocini



Gambar 4.1 Gedung Perkotaan

Menghitung Besar Debit

Pettarani

Area

A1+L1+B	191270 m ²	=	0.19127 A1
A2+L2+L3+L4+B	26440 m ²	=	0.02644 A2
A3+B	38480 m ²	=	0.03848 A3

Menghitung Debit

$$Q = 1/3,6 \cdot CIA$$

sumber

Perencanaan Sistem Drainase Jalan
Pd T-O2-2006-B

asumsi debit	full	0.70 Q3
Q1	6,9	4,83
Q2	0,95	0,95
Q3	0,95	0,69

Debit Full dari A.P Pettarani

Q Total 8,54 m³/s

Debit 1/2 dari A.P Pettarani

Q Total 6,47 m³/s

Q Lapangan
 Pettarani
 Q = 8,54 m³/s

Q rencana

Pettarani

No	Dimensi			A	V	Q	Kesimpulan	Kesimpulan
	h (m)		b (m)	m ²	m/s	m ³ /s		
1	1,5	x	3	4,5	1,78	7,99	Meluap	Aman
2	1,5	x	2,5	3,75	1,67	6,25	Meluap	Aman
3	1,5	x	3	4,5	1,78	7,99	Meluap	Aman
4	2	x	2	4	1,64	6,57	Meluap	Aman
5	2	x	2,5	5	1,81	9,03	Aman	Aman
6	2	x	3	6	1,94	11,65	Aman	Aman

Yang diperoleh adalah nomor 5. Karena $Q_{hitung} = 11,65 \text{ m}^3/\text{s} > \text{ dari } Q_{lapangan} = 8,54 \text{ m}^3/\text{s}$.

Q rencana dengan jagaan

Pettarani

Dimensi			A	V	Q	Kesimpulan	Kesimpulan
h (m)		b (m)	m ²	m/s	m ³ /s		
1,2	x	3	3,60	1,78	6,39	Meluap	Aman
1,2	x	2,5	3,00	1,67	5,00	Meluap	Meluap
1,2	x	3	3,60	1,78	6,39	Meluap	Aman
1,7	x	2	3,40	1,64	5,58	Meluap	Meluap
1,7	x	2,5	4,25	1,81	7,68	Meluap	Aman
1,7	x	3	5,10	1,94	9,90	Aman	Aman

Tabel 4.2 Perhitungan Debit

Harga koefisien pengaliran (C) dan harga faktor limpasan (fk)

No.	Kondisi permukaan tanah	Koefisien pengaliran (C)	Faktor limpasan (fk)
	BAHAN		
	Jalan beton & jalan aspal	0,70 - 0,95	-
	Jalan kerikil & jalan tanah	0,40 - 0,70	-
	Bahu jalan		
	- Tanah berbutir halus	0,40 - 0,65	-
	- Tanah berbutir kasar	0,10 - 0,20	-
	- Tanah masif keras	0,70 - 0,85	-
	- Tanah masif lunak	0,60 - 0,75	-
	TATA GUNA LAHAN		
	Daerah perkotaan	0,70 - 0,95	2,0
	Daerah pinggir kota	0,60 - 0,70	1,5
	Daerah industri	0,60 - 0,90	1,2
	Permukiman padat	0,40 - 0,60	2,0
	Pemukiman tidak padat	0,40 - 0,60	1,5
	Taman dan kebun	0,20 - 0,40	0,2
	Persawahan	0,45 - 0,60	0,5
	Perbukitan	0,70 - 0,80	0,4
	Pengunungan	0,75 - 0,90	0,3

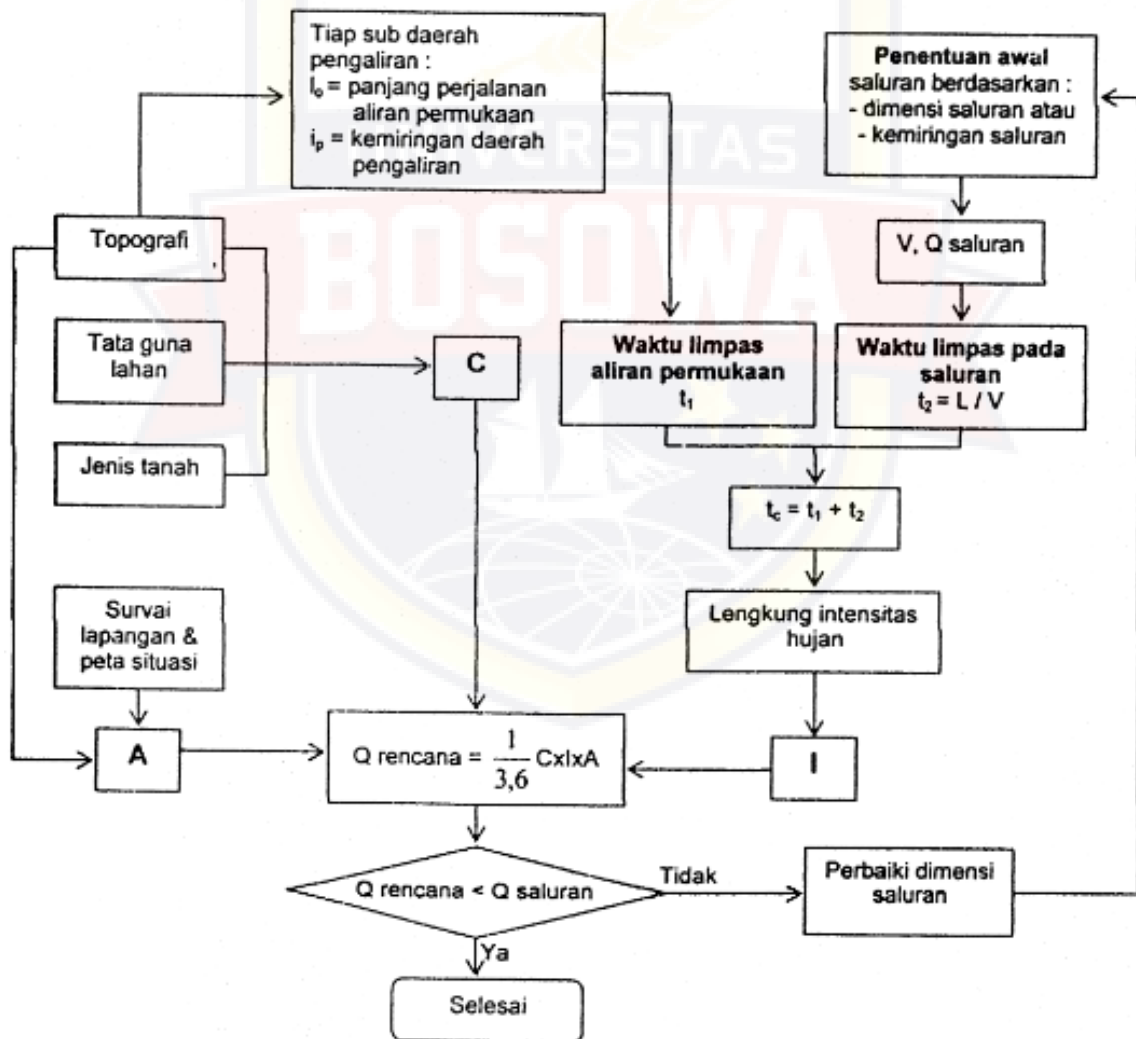
Tabel 4.3 Harga Koefisien Pengaliran dan Harga Faktor Limpasan

Keterangan :

- Harga koefisien pengaliran (C) untuk nilai datar diambil nilai C yang terkecil dan untuk nilai daerah lereng diambil nilai C yang besar.
- Harga factor limpasan (fk) hanya digunakan untuk guna lahan sekitar saluran selain bagian jalan.

Sumber : Perencanaan system Drainase Jalan Pd T-02-2006-B, Hal.9

4.4. Bagan Alir Perhitungan Debit Rencana dan Debit Saluran



Bagan 4.1 Perencanaan sistem Drainase Jalan, Sumber: Pd T-02-2006-B

4.5. Perhitungan Kemiringan Izin

$$i = \left(\frac{V \cdot n}{R^{2/3}} \right)^2$$

$$i \text{ Lapangan} = 0,0005$$

Dimensi			A	Keliling	R hidrolis	V ijin	n beton	i min	l min	
h(m)		b (m)	m ²	m	m	m/s		%		
1,5	x	3	4,5	6	0,750	1,5	0,018	0,107	0,001	OK
1,5	x	2,5	3,75	5,5	0,682	1,5	0,018	0,121	0,001	OK
1,5	x	3	4,6	6	0,750	1,5	0,018	0,107	0,001	OK
2	x	2	4	6	0,667	1,5	0,018	0,125	0,001	OK
2	x	2,5	5	6,5	0,769	1,5	0,018	0,103	0,001	OK
2	x	2	6	7	0,857	1,5	0,018	0,090	0,001	OK

V ijin dari Pd T-02-2006-B hal. 15

Perhitungan kecepatan

Kecepatan (V)	$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$	(14)
----------------------	---	-------------

Sumber :

Perencanaan sistem Drainase Jalan Pd T-02-2006-B (Hal 17)

Dimensi			A	Keliling	R hidrolis	n beton	i lapangan	V lapangan	
h(m)		b (m)	m ²	m	m			m/s	
1,5	x	3	4,5	6	0,750	0,018	0,0015	1,776	OK
1,5	x	2,5	3,75	5,5	0,682	0,018	0,0015	1,667	OK
1,5	x	3	4,6	6	0,750	0,018	0,0015	1,776	OK
2	x	2	4	6	0,667	0,018	0,0015	1,642	OK
2	x	2,5	5	6,5	0,769	0,018	0,0015	1,806	OK
2	x	2	6	7	0,857	0,018	0,0015	1,942	OK

Tabel 4.4 Perhitungan Kemiringan Izin.

- Koefisien kekerasan dan kecepatan maksimum.

Koefisien kekerasan Strickler (k_0) dan kecepatan maksimum ditunjukkan pada table dibawah ini. Harga-harga yang diberikan disini sudah cukup lama digunakan konservatif; untuk konstruksi-konstruksi besar boleh diambil harga-harga yang lebih tinggi, tergantung pada metode pelaksanaannya.

Bahan konstruksi	v_{maks} m/dt	K, m ² /dt
Pasangan batu beton	2	60
	3	70

Sumber : Perhitungan saluran dan drainase, diklat teknik perencanaan irigasi tingkat dasar. 2016

Perhitungan Debit Aliran

Dimensi			A	v	Q
h (m)		b (m)	m ²	m/s	m ³ /s
1,5	x	3	4,25	1,78	7,99
1,5	x	2,5	3,75	1,67	6,25
1,5	x	3	4,5	1,78	7,99
2	x	2	4	1,64	6,57
2	x	2,5	5	1,81	9,03
2	x	3	6	1,94	11,65

Menggunakan jagaan

30 cm

Dimensi			A	v	Q
h (m)		b (m)	m ²	m/s	m ³ /s
1,2	x	3	3,60	1,78	6,39
1,2	x	2,5	3,00	1,67	5,00
1,2	x	3	3,60	1,78	6,39
1,7	x	2	3,40	1,64	5,58
1,7	x	2,5	4,25	1,81	7,68
1,7	x	3	5,10	1,94	11,65

Tabel 4.5 Perhitungan Debit Aliran.

Komponen	Jenis penampang	
	Trapezium	Segi empat
Dimensi		
Lebar atas (b)	$b+2xz$ (7)	B
Tinggi muka air (h)	H	H
Faktor kemiringan (z)	1:1 → z=h 1:1,5 → z=1,5h 1:2 → z=2h	-
Penampang Basah		
Luas (F)	$(b+z)xh$ (8)	$b x h$ (9)
Keliling (P)	$B+2xh \sqrt{1+z^2}$ (10)	$b+2xh$ (11)
Jari-jari hidrolis (R)	$\frac{(b+z)xh}{b+2h\sqrt{1+z^2}}$ (12)	$\frac{b x h}{b+2h}$ (13)
Kecepatan (V)	$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$ (14)	Rumus no (14)
Debit (Q _s)	$F \times V$ (15)	Rumus no (15)

Keterangan : Gambar masing-masing penampang ditunjukkan di bawah ini

4.6. Angka Kekasaran *Manning* (n)

Harga koefisien kekasaran dinding (n) menurut *Manning* bias dilihat dari tabel berikut :

NO	Tipe saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
1	Saluran tanah, lurus teratur	0,017	0,020	0,023	0,026
2	Saluran tanah yang dibuat dengan excavator'	0,023	0,023	0,030	0,040
3	Saluran pada dinding batuan, lurus, teratur	0,020	0,080	0,033	0,035
4	Saluran pada dinding batuan, tidak lurus, tidak teratur	0,036	0,040	0,046	0,045
5	Saluran batuan yang diledakkan, ada tumbuh-tumbuhan	0,026	0,080	0,036	0,040
6	Dasar saluran bertanah, sisi saluran berbatu	0,028	0,080	0,033	0,035
7	Saluran lengkung, dengan kecepatan aliran rendah	0,020	0,026	0,028	0,030
	SALURAN ALAM				
8	Bersih, lurus, tidak berpasir, tidak berlubang	0,026	0,028	0,030	0,033
9	Seperti no.3, tetapi ada timbunan atau kerikil	0,030	0,033	0,036	0,040
10	Melengkung, bersih, berlubang dan ber dinding pasir	0,033	0,036	0,040	0,045
11	Seperti no.10, dangkal dan tidak teratur	0,040	0,046	0,060	0,066
12	Seperti no.10, berbatu dan ada tumbuh-tumbuhan	0,036	0,040	0,046	0,060
13	Seperti no.11, sebagian berbatu	0,046	0,060	0,066	0,080
14	Aliran pelan, banyak tumbuh-tumbuhan dan berlubang	0,060	0,080	0,070	0,080
15	Banyak tumbuh-tumbuhan	0,076	0,100	0,126	0,160
	SALURAN BUATAN, BETON, ATAU BATU KALI				
16	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0,026	0,030	0,033	0,035
17	Seperti no.16, tapi dengan penyelesaian	0,017	0,020	0,026	0,030
18	Saluran Beton	0,014	0,016	0,019	0,021
19	Saluran beton halus dan rata	0,010	0,011	0,012	0,013
20	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0,013	0,014	0,014	0,016
21	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0,016	0,018	0,018	0,018

Tabel 4.7 Harga Koefisien Kekerasan Dinding menurut Manning Bias

Sumber : Perencanaan system Drainase Jalan Pd T-02-2006-B, Hal.20

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Mengatasi banjir disepertaran Jalan A.P Pettarani adalah dibuatkan *Cross Drain* dari depan BKKBN ke arah Kantor Pos.
2. Besarnya debit banjir di Jalan A.P Pettarani 8,54 m³/s dan ukuran saluran hasil perhitungan dengan tampungan debit = 11,65 m³/s dengan dimensi saluran. Selanjutnya dibuatkan saluran dengan ukuran 3,00 x 2,00 m dari depan Kantor Pos sepanjang/menyusuri Jalan A.P Pettarani sampai Kanal Sinrijala.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, penulis dapat disarankan sebagai berikut:

1. Diharapkan agar pemeliharaan terhadap saluran drainase di Jalan A.P Pettarani dilakukan secara rutin dan berkala.
2. Diharapkan kepada pihak pengelola agar memperhatikan Kawasan Jalan A.P Pettarani agar melakukan perawatan dan monitoring secara rutin ditiap bulan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Departemen Pekerjaan Umum, 2006. *Perencanaan System Drainase Jalan*. Jakarta.
2. *Dictionary,2006:Directive, 2007; Glossary of Meteorology, 2000*.
([http://id.wikipedia.org/wiki/Banjir;MSN Encarta](http://id.wikipedia.org/wiki/Banjir;MSN_Encarta))
3. Hardiyanto, Hary Christiady. 2015. *Pemeliharaan Jalan Raya*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
4. Hidayat, Taufik. 2010. *Tinjauan Perencanaan Saluran Drainase Jalan Jati Kelurahan Tangkerang Utara Kota Pekanbaru*. Riau.
5. Kodoatie, Robert J. 2013. *Rekayasa dan Manajemen Banjir Kota*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
6. Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, 2016. *Modul 07 Perhitungan Saluran dan Drainase*. Bandung.
7. Riman. 2011. *Jurnal Evaluasi Sistem Drainase Perkotaan di Kawasan Kota Metropolitan Surabaya*. Surabaya.
8. Suripi. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta
9. *Tinjauan Perencanaan Drainase Proyek Reklamasi Center Point Of Indonesia*. Skripsi, Universitas Bosowa.
10. Triadmodjo, Bambang. 2008. *Hidrologi Terapan*. Yogyakarta : Beta Offset.