

**KORELASI PEMELIHARAAN DRAINASE TERHADAP
KEJADIAN BANJIR DI KEC. PANAKKUKANG
KOTA MAKASSAR**



OLEH:

LIAS MADO

105 810 153811

ANDI BASTIAN

105 810 1466 11

**JURUSAN TEKNIK SIPIL PENGAIRAN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH
MAKASSAR**

2018



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.unismuh.ac.id, e-mail : unismuh@gmail.com

Website : <http://teknik.unismuh.makassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Skripsi atas nama LIAS MADO nomor induk Mahasiswa 105 810 1538 11 dan ANDI BASTIAN dengan nomor induk Mahasiswa 105 810 1466 11, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir / Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor: 0011/SK-Y/22201/091004/2018, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Jumat tanggal 31 Agustus 2018.

Makassar, 29 Muharram 1439 H
10 September 2018 M

Panitia Ujian :

1. Pengawas Umum

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Dr. H. Abdul Rahman Rahim, SE., MM.

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Dr. Ir. H. Muhammad Arsyad Thaha, MT.

2. Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Hj. Sukmasari Antaria, S.T.M.T.

b. Sekretaris : Andi Makbul Syamsuri, ST., MT.

3. Anggota

1. Dr. Ir. Muh Yunus Ali, ST, MT.

2. Dr. Ir. Nenny T Karim, ST.,MT.

3. Muh. Syafaat S Kuba, ST., MT.

Mengetahui :

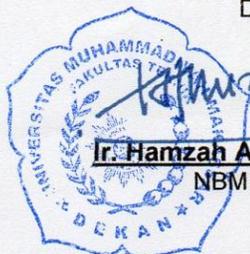
Pembimbing I

Dr. Ir. Hj. Fenty Daud Sindagamanik, M.T

Pembimbing II

Hj. Arsyuni Ali Mustary, ST., MT

Dekan



Dr. Hamzah Al Imran, ST., MT.

NBM : 855 500



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

FAKULTAS TEKNIK

GEDUNG MENARA IQRA LT. 3

Jl. Sultan Alauddin No. 259 Telp. (0411) 866 972 Fax (0411) 865 588 Makassar 90221

Website : www.umkmakassar.ac.id, e-mail : umkmakassar@gmail.com

Website : <http://fteknik.umkmakassar.ac.id>

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Pengairan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **KORELASI PEMELIHARAAN DRAINASE TERHADAP KEJADIAN BANJIR DI KEC. PANAKKUKANG KOTA MAKASSAR**

Nama : LIAS MADO
ANDI BASTIAN

Stambuk : 105 810 1536 11
105 810 1486 11

Makassar, 10 September 2018.

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

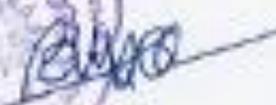
Pembimbing II


Dr. Ir. Fenti Daud Sindagamarik, M.T.


Arsyuni Ali Mustary, S.T., M.T.

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Sipil




Andi Mahbul Syamsuri, ST., MT

NBM : 1163 064

KORELASI PEMELIHARAAN DRAINASE TERHADAP KEJADIAN BANJIR DI KECAMATAN PANAKKUKANG KOTA MAKASSAR

Lias Mado¹⁾ dan Andi Bastian²⁾

¹⁾Program Studi Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
Email: liasmado0@gmail.com

²⁾Program Studi Teknik Sipil Pengairan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar
Email: Tiantito7@gmail.com

ABSTRAK

Korelasi Pemeliharaan Drainase terhadap Kejadian Banjir di Kecamatan Panakkukang Kota Makassar dibimbing oleh Fenty Daud Sindagamanik selaku pembimbing I dan Arsyuni Ali Mustari selaku Pembimbing II. Penelitian ini membahas tentang pengaruh pemeliharaan drainase terhadap banjir dan metode pemeliharaan drainase guna mencegah banjir di kecamatan Panakkukang kota Makassar. Penelitian ini menggunakan metode survei dan observasi. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa indikator pemeliharaan antara 5 (buruk) dan 6 (sangat buruk), debit banjir tekecil adalah 0.118 m³/detik dan debit banjir terbesar adalah 0.485 m³/detik. Ini memperlihatkan pemeliharaan drainase sangat berpengaruh terhadap kejadian banjir dan perlunya kegiatan pemeliharaan.

Kata kunci: Pemeliharaan drainase, drainase, banjir, debit banjir

ABSTRACT

Correlation of Drainage Maintenance to Flood Events in Panakkukang Sub-District, Makassar City is guided by Fenty Daud Sindagamanik as Counselor I and Arsyuni Ali Mustari as Counselor II. This study discusses the effect of maintenance of flood drainage and drainage maintenance methods to prevent flooding in Panakkukang sub-district in Makassar city. This study uses survey and observation methods. The results showed that maintenance indicators were between 5 (bad) and 6 (very bad), the smallest flood discharge was 0.118 m³/second and the largest flood discharge was 0.485 m³/second. This shows that drainage maintenance greatly affects flood events and the need for maintenance activities.

Keywords: Maintenance of drainage, drainage, floods, flood discharge

KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Alhamdulillah Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahman dan rahim-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Skripsi berjudul **“KORELASI PEMELIHARAAN DRAINASE TERHADAP BANJIR DI KEC.PANAKKUKANG KOTA MAKASSAR”**.

Selama penulisan proposal penelitian ini, penulis telah banyak menerima saran, bimbingan serta doa dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

- 1) Bapak Dr. H. Abd. Rahman Rahim SE., MM. sebagai Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar.
- 2) Bapak Ir. Hamzah Al-Imran, ST., MT. sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
- 3) Bapak Muh. Syafaat S. Kuba, ST. sebagai Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Makassar.
- 4) Dr. Ir. Fenti Daud, MT. selaku Pembimbing I
- 5) Hj. Arsyuni Ali Mustari, ST., MT selaku Pembimbing II
- 6) Para dosen serta staf pegawai pada Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
- 7) Ayah dan ibu serta keluarga yang tercinta semoga Allah SWT. selalu

memberikan kesehatan dan melindungi mereka dari segala malapetaka.

8) Para kolega Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar angkatan 2011.

Penulis menyadari bahwa penyusunan Skripsi ini masih jauh dari sempurna. karena itu, kritik dan saran yang konstruktif penulis harapkan guna perbaikan di kemudian hari, penulis juga berharap semoga proposal penelitian ini dapat bermanfaat untuk semua khususnya penulis.

Makassar, Maret 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMBUT.....	Error! Bookmark not defined.
HALAMAN PERSETUJUAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL.....	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	3
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Batasan Masalah.....	4
E. Manfaat Penelitian.....	4
F. Sistematika Penulisan.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
A. Drainase.....	6
1. Sistem Drainase Perkotaan.....	7
2. Jenis – jenis drainase.....	8
3. Permasalahan Drainase.....	11

4. Bentuk Saluran drainase	13
5. Persamaan untuk menghitung dimensi saluran	15
6. Pengolahan data hujan	17
7. Rumus-rumus aliran air	18
8. Intensitas Curah Hujan	21
9. Analisis Curah Hujan Rencana	23
10. Analisis Debit Rancangan / Limpasan	25
11. Analisis Debit Air Buangan Domestik	26
B. Pemeliharaan (<i>maintenance</i>)	28
1. Operasi dan pemeliharaan sistem drainase	29
2. Kegiatan pengamanan dan pencegahan	30
3. Kegiatan perawatan	31
4. Kegiatan perbaikan dan penggantian	38
C. Banjir	43
1. Penyebab Banjir	44
2. Jenis-Jenis Banjir	45
3. Kerugian dan Dampak yang ditimbulkan oleh Banjir	46
BAB III METODE PENELITIAN	48
A. Lokasi dan Waktu Penelitian	48
B. Jenis Penelitian dan Sumber Data	49
C. Prosedur penelitian	50
D. Pengambilan data	51
E. Analisis data	52
F. Flow chart penelitian	56

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	57
A. Analisis Hidrologi.....	57
1. Data curah hujan.....	57
2. Analisis intensitas curah hujan	57
3. Analisis debit rencana	62
4. Debit air kotor	63
B. Analisis Hidrolika	65
1. Menghitung dimensi saluran	65
C. Analisis pemeliharaan drainase	69
D. Hasil Pembahasan	74
 BAB V PENUTUP	 76
A. Kesimpulan	76
B. Saran	77
 DAFTAR PUSTAKA.....	 78
 LAMPIRAN.....	 81

DAFTAR GAMBAR

No.	Halaman
Gambar 3.1 Gambar Peta Lokasi Penelitian.....	48
Gambar 3.2 Bagan alir penelitian.....	56
Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Intensitas Hujan dengan Durasi Hujan	62
Gambar 4.2 Grafik Hubungan Pemeliharaan drainase dengan Kejadian Banjir di Kelurahan Karuwisi	71
Gambar 4.3Grafik Hubungan Pemeliharaan drainase dengan Kejadian Banjir di Kelurahan Sinriala.	72
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Pemeliharaan drainase dengan Kejadian Banjir di Kelurahan Tamamaung.	73

DAFTAR TABEL

No.	Halaman
Tabel 2.1 kemiringan saluran versus kecepatan rata-rata aliran	19
Tabel 2.2 Kecepatan aliran yang diizinkan pada bahan dinding dan dasar saluran.....	20
Tabel 2.3 Kemiringan dinding saluran berdasarkan dinding saluran	20
Tabel 2. 4 Pembuangan Limbah Cair Rata-rata Per orang setiap hari	26
Tabel 2.5 Operasi & pemeliharaan sistem drainase (khususnya sistem polder)	40
Tabel 3.1Perencanaan Analisis Data Penelitian	50
Tabel 3.2 Indikator penilaian Operasi & Pemeliharaan.....	53
Tabel 3.3 Skor Penilaian Operasi & Pemeliharaan Drainase Perkotaan	55
Tabel 4. 1 Data curah hujan Panakkukang periode 10 tahun (2007-2016)	57
Tabel 4. 2 Perhitungan Total Hujan	58
Tabel 4. 3 Pengolahan data curah hujan	58
Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan R_{24}	59
Tabel 4. 5 hasil perhitungan intensitas curah hujan maksimum	60
Tabel 4. 6 Intensitas Hujan Rencana dengan Rumus Mononobe	62
Tabel 4. 7 hasil Perhitungan Debit Rencana.....	63
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan debbit air kotor (Q)	64
Tabel 4. 9 Debit total (Q total).....	65
Tabel 4. 10 Perhitungan Kapasitas Saluran	68

Tabel 4. 11 Indikator penilaian	Error! Bookmark not defined.
Tabel 4. 12 Hasil Analisis Data Penelitian	70
Tabel 4. 13 Tinjauan hubungan Qhidrologi dengan Qhidrolika	71

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Banjir adalah fenomena yang sering di jumpai di kota-kota besar yang berada pada daerah pedataran yang setiap tahun mengalami genangan air atau banjir. Fenomena ini terjadi setiap musim hujan dan sampai saat ini upaya yang dilakukan oleh semua pihak khususnya pihak pemerintah terhadap banjir dilakukan pada suatu perkotaan hanya berlangsung secara parsial dan tidak dilakukan secara menyeluruh terhadap wilayah kota sehingga banjir masih menjadi fenomena yang meresahkan masyarakat.

Drainase merupakan hal penting yang harus ada di suatu wilayah. Dengan adanya drainase dalam suatu wilayah diharapkan dapat mengendalikan kelebihan air permukaan sehingga tidak merugikan masyarakat dan dapat memberikan manfaat bagi manusia. Suatu kawasan pemukiman yang tertata dengan baik haruslah juga diikuti dengan penataan sistem drainase yang berfungsi untuk mengurangi atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan sehingga lahan dapat berfungsi secara optimal.

Pemeliharaan drainase yang baik dapat berpotensi mencegah, meredam atau meminimalkan banjir di perkotaan maupun di

permukiman masyarakat. Salah satu usaha untuk meminimalkan banjir adalah dengan cara mengendalikan limpasanaliran permukaan dengan menggunakan sistem pemeliharaan drainase yang baik. Banjir yang terjadi dipengaruhi oleh pemeliharaan terhadap drainase.

Kota Makassar sebagai salah satu kota yang setiap tahun mengalami genangan atau banjir jika tidak dikaji lebih jauh sumber permasalahan yang ada, maka dapat dipastikan bencana yang lebih besar akan melanda perkotaan. Banyak faktor yang dapat dijadikan indikator mengenai terjadinya genangan air atau banjir diperkotaan, namun faktor utama adalah tidak dilakukannya sistem pemeliharaan drainase pada saat melakukan aktifitas pembangunan dalam perkotaan, sedangkan jumlah penduduk Kota Makassar terus mengalami peningkatan setiap tahun (Dinas Kependudukan dan Pencatatan Sipil). Tahun 2015 jumlah penduduk Kota Makassar berada diangka 1.653.386. Angka tersebut mengalami penambahan sebesar 5.117 di tahun 2016 menjadi 1.658.503 jiwa. Sedang tahun 2017 angka ini kembali mengalami peningkatan yang cukup signifikan sebesar 111.417. Sehingga, jumlah penduduk di Kota Makassar hingga Maret 2017 mencapai 1.769.920 (<http://berita-sulsel.com/2017/03/31/data-jumlah-penduduk-makassar-tahun-2015-hingga-2017/>). Dengan Mengacu kepada latar belakang diatas maka penulis tertarik untuk mengambil judul tugas akhir **“KORELASI**

PEMELIHARAAN DRAINASE TERHADAP KEJADIAN BANJIR DI KEC. PANAKKUKANG KOTA MAKASSAR”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas maka penulis merumuskan masalah penelitian sebagai berikut:

- 1) Bagaimana pengaruh pemeliharaan drainase terhadap banjir di kec. Panakkukang kota Makassar ?
- 2) Bagaimana metode pemeliharaan drainase guna mencegah banjir di kec. Panakkukang kota Makassar ?

C. Tujuan Penelitian

Dengan mengacu kepada rumusan masalah diatas maka penulis memiliki tujuan sebagai berikut:

- 1) Untuk mengetahui pengaruh pemeliharaan drainase terhadap banjir di kec. Panakkukang kota Makassar.
- 2) Untuk mengetahui metode pemeliharaan drainase guna mencegah banjir di kec. Panakkukang kota Makassar.

D. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

- 1) Lokasi penelitian dibatasi pada wilayah kota Makassar, kec. Panakkukang.
- 2) Data Pemeliharaan sistem drainase yang ditampilkan hanya pada kondisi daerah yang mengalami banjir.
- 3) Data yang digunakan dalam perhitungan mengacu data yang sudah ada dan hasil survei pengamatan.

E. Manfaat Penelitian

Melalui penelitian diharapkan dapat diperoleh manfaat sebagai berikut :

- 1) Dapat menjadi acuan dalam pemeliharaan drainase di wilayah banjir.
- 2) Akan memperkaya khazanah ilmu dan pengetahuan.
- 3) Dapat menambah ilmu dan pengetahuan penulis dalam pengembangan daya ilmiah.
- 4) Sebagai materi evaluasi bagi stakeholder / penentu kebijakan

F. Sistematika Penulisan

Secara umum sistematika penulisan ini dapat diuraikan dalam 5 (lima) bagian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN bab ini berisi tentang latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan masalah, manfaat penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA bab ini berisi tentang gambaran umum dan tata bentuk studi kasus penelitian, Dalam hal ini disajikan bahan-bahan yang dibutuhkan serta data-data penelitian yang di uraikan secara ilmiah.

BAB III METODE PENELITIAN bab ini berisi tentang lokasi dan waktu penelitian, alat dan bahan dalam penelitian, prosedur penelitian, sumber data, model pelaksanaan, metode penelitian, pengolahan data dan analisis data.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN bab ini menguraikan tentang pembahasan terhadap tahap penelitian yang dilaksanakan yaitu: bahan penelitian, sumber data, data-data yang diperoleh, variabel yang dibutuhkan, model pelaksanaan, metode penelitian, pengolahan data dan analisis data.

BAB V PENUTUP bab ini menguraikan tentang kesimpulan dari hasil analisis perhitungan, serta saran-saran dari penulis yang berkaitan dengan hasil analisis tersebut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Drainase

Secara umum sistem drainase dapat didefinisikan sebagai serangkaian bangunan air yang berfungsi untuk mengurangi dan/atau membuang kelebihan air dari suatu kawasan atau lahan, sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal (Suripin, 2004). Dilihat dari hulunya, bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*collector drain*), saluran pembawa (*conveyor drain*), saluran induk (*main drain*) dan badan air penerima (*receiving waters*). Di sepanjang sistem sering dijumpai bangunan lainnya, seperti gorong-gorong, siphon, jembatan air (*aqueduct*), pelimpah, pintu-pintu air, bangunan terjun, kolam tando dan stasiun 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.

Sedangkan pengertian tentang drainase kota pada dasarnya telah diatur dalam SK menteri PU No. 233 tahun 1987. Menurut SK tersebut, yang dimaksud drainase kota 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 melintas di dalam kota.

1. Sistem Drainase Perkotaan

Menurut Syarifudin (2017) sistem drainase perkotaan umumnya terbagi menjadi 2 macam, yaitu drainase minor dan drainase major.

a. Drainase minor

Drainase minor adalah bagian dari keseluruhan sistem drainase yang mengumpulkan air dari hulu dan mengalirkannya ke drainase major. sistem ini pada umumnya didesain untuk unit hidrologi yang kecil yang berukuran sekitar 4 - 8 ha. Sistem ini bisa digunakan untuk daerah perumahan, komersial, *industry*, atau semua area yang kecil dengan karakteristik perkotaan yang tertutup oleh daerah perkembangan perkotaan. Sistem ini mewakili jaringan drainase perkotaan yang tertutup oleh daerah perkembangan perkotaan, seperti *real estate*, daerah komersial, daerah industri, pembangunan pasar, dan lain-lain di mana tanggung jawab sistem tersebut berada pada tingkat administrasi. Drainase minor mengumpulkan air hujan dari unit tersebut dan mengalirkannya ke drainase major melalui sebuah *outlet*. *Outlet* tersebut merupakan akhir dari drainase minor.

b. Drainase Major

Drainase major mengumpulkan air hujan dari sistem drainase minor dan mengalirkannya ke outlet yang bermuara di sungai atau lautan. Drainase ini terdiri dari sungai alam, aliran sungai saluran buatan, dan lain-lain. Hal ini merupakan kunci pokok bagi drainase perkotaan yang bagus karena harus bisa mengakomodasikan air hujan kurang dari frekuensi badai yang ada, tergantung dari kepentingan daerah perkotaan yang dilayaninya. Sistem ini mewakili jaringan drainase sebuah daerah perkotaan kabupaten atau kota yang bertanggung jawab terhadap pengelolaan, pengoperasian, dan pemeliharannya.

2. Jenis – jenis drainase

Jika dilihat dari jenis drainase yang ada, sangat terkait dengan kondisi keberadaan dan manfaatnya, antara lain :

- 1) Menurut sejarah terbentuknya, ada 2 jenis yaitu :
 - a. Drainase Alamiah atau *Natural Drainage*, terbentuk secara alami tanpa campur tangan manusia.
 - b. Drainase Buatan atau *Artificial Drainage*, terbentuk berdasarkan analisis ilmu drainase guna menentukan nilai Debit akibat hujan dan dimensi saluran.
- 2) Menurut Letak Saluran, ada 2 jenis yaitu :
 - a. Drainase MukaTanah atau *Surface Drainage* adalah saluran

drainase yang berada di atas permukaan tanah yang berfungsi mengalirkan air limpasan permukaan. Analisis alirannya merupakan analisis *open channel flow*.

- b. Drainase Bawah Muka Tanah atau *Sub Surface Drainage* adalah saluran drainase yang bertujuan mengalirkan air limpasan permukaan melalui media di bawah permukaan tanah (pipa – pipa).
- 3) Menurut Fungsi Drainase, ada 2 jenis yaitu:
- a. *Single Purpose*, saluran yang berfungsi mengalirkan satu jenis air buangan saja.
 - b. *Multy Purpose*, saluran yang mengalirkan beberapa jenis buangan, baik secara bercampur maupun bergantian.
- 4) Menurut Jenis Konstruksinya, ada 2 jenis yaitu:
- a. Drainase Terbuka sebagai saluran untuk air hujan yang terletak di area yang cukup luas dan juga untuk air non hujan yang tidak mengganggu kesehatan lingkungan.
 - b. Drainase Tertutup sebagai saluran untuk air kotor yang mengganggu kesehatan lingkungan juga sebagai saluran dalam kota.

Hujan yang terjadi menyebabkan adanya air hujan yang kemungkinan sebagian besar menggenang dan mengalir dipermukaan tanah atau runoff dan sebagian kecil meresap atau terinfiltrasi kedalam

lapisan tanah. Jika dipermukaan tanah terjadi genangan lebih besar dari infiltrasi, maka untuk pengaliran air digunakan drainase muka tanah.

Kapasitas atau debit aliran maksimum dianalisis berdasarkan metode rasional, sebagai berikut:

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot it \cdot A \quad (1)$$

Dimana :

Q = debit aliran(m³/det)

α = koefisien run off

β = koefisien penyebaran hujan

it = intensitas curah hujan

A = Luas area aliran

Koefisien pengaliran (α) atau runoff merupakan nilai banding antara bagian hujan yang runoff di muka bumi dengan hujan total yang terjadi. Koefisien penyebaran hujan (β) digunakan untuk analisis debit yang angkanya terletak antara 0,500 sampai dengan 1,00.

Untuk nilai:

$$(it) = (R/24) (24/tc)^{2/3} \quad (2)$$

Dimana :

it = Intensitas curah hujan

R = Durasi curah hujan

tc = Waktu konsentrasi

Curah hujan (R) yang dimaksudkan adalah durasi atau lama terjadinya curah hujan (menit, jam, etmal) diperoleh dari hasil pencatatan alat ukur hujan otomatis Waktu konsentrasi (t_c) = $t_o + t_d$

T_o = *inlet time* atau waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir dimuka tanah menuju saluran atau drainase.

T_d = *conduit time* atau waktu yang diperlukan air mengalir disepanjang saluran sampai titik kontrol di hilir dapat dirumuskan sebagai panjang saluran dibagi dengan kecepatan aliran (L/V) dalam ha dimensi saluran dimana kapasitas aliran akibat hujan harus dialirkan melalui saluran drainase sampai ketitik rencana hilir, dimana debit aliran untuk mendimensi saluran dirumuskan:

$$Q \text{ hujan} = Q \text{ saluran} = F_s \cdot V \quad (3)$$

Dimana :

F_s = Luas tampang basah desain saluran (m²)

V = Kecepatan aliran air di saluran (m/det)

F_s = Q/V

Q = Debit aliran

3. Permasalahan Drainase

Banjir merupakan kata yang sangat populer di Indonesia. Khususnya pada musim hujan, mengingat hampir semua kota di Indonesia mengalami banjir. Banjir adalah suatu kondisi fenomena

bencana alam yang memiliki hubungan dengan jumlah kerusakan dari sisi kehidupan dan material. Banyak faktor yang menyebabkan terjadinya banjir. Secara umum penyebab terjadinya banjir di berbagai belahan dunia (Suripin, 2004) adalah:

- 1) Pertambahan penduduk yang sangat cepat, di atas rata-rata pertumbuhan nasional, akibat urbanisasi baik migrasi musiman maupun permanen. Pertambahan penduduk yang tidak diimbangi dengan penyediaan prasarana dan sarana perkotaan yang memadai mengakibatkan pemanfaatan lahan perkotaan menjadi tidak teratur.
- 2) Keadaan iklim; seperti masa turun hujan yang terlalu lama, dan mengakibatkan banjir sungai. Banjir di daerah muara pantai umumnya disebabkan karena kombinasi dari kenaikan pasang surut, tinggi muka air laut dan besarnya ombak yang di asosiasikan dengan terjadinya gelombang badai yang hebat.
- 3) Perubahan tata guna lahan dan kenaikan populasi; perubahan tata guna lahan dari pedesaan menjadi perkotaan sangat berpotensi menyebabkan banjir. Banyak lokasi yang menjadi subjek dari banjir terutama daerah muara. Perencanaan penanggulangan banjir merupakan usaha untuk menanggulangi banjir pada lokasi-lokasi industri, komersial dan pemukiman. Proses urbanisasi, kepadatan bangunan, kepadatan populasi memiliki efek pada kemampuan kapasitas drainase suatu daerah dan kemampuan tanah menyerap air, dan

akhirnya menyebabkan naiknya volume limpasan permukaan. Meskipun luas area perkotaan lebih kecil dari 3 % dari permukaan bumi, tapi sebaliknya efek dari urbanisasi pada proses terjadinya banjir sangat besar.

- 4) *Land subsidence*; adalah proses penurunan level tanah dari elevasi sebelumnya. Ketika gelombang pasang datang dari laut melebihi aliran permukaan sungai, area land subsidence akan tergenangi.

4. Bentuk Saluran drainase

Saluran untuk drainase tidak terlampau jauh berbeda dengan saluran air lainnya pada umumnya. Dalam perancangan dimensi saluran harus diusahakan dapat memperoleh dimensi tampang yang ekonomis. Dimensi saluran yang erlalu besar berarti tidak ekonomis, sebaliknya dimensi saluran yang terlalu kecil tingkat kerugian akan besar. Efektifitas penggunaan dari berbagai bentuk tampang saluran drainase yang dikaitkan dengan fungsi saluran adalah sebagai berikut :

- 1) Bentuk trapesium

Saluran drainase bentuk trapesium pada umumnya saluran dari tanah, Tapi dimungkinkah juga bentuk dari pasangan. Saluran ini membutuhkan ruang yang cukup dan berfungsi untuk pengaliran air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi.

- 2) Bentuk persegi panjang

Saluran drainase berbentuk empat persegi panjang tidak banyak membutuhkan ruang, Sebagai konsekuensi dari saluran bentuk ini, saluran harus dari pasangan atau beton. Bentuk ini juga berfungsi sebagai saluran air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi.

3) Bentuk lingkaran

Saluran drainase bentuk ini berupa saluran dari pasangan atau kombinasi pasangan dan pipa beton. Dengan bentuk dasar saluran yang bulat memudahkan pengangkutan bahan endapan/limbah. Bentuk saluran demikian berfungsi sebagai saluran air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi.

4) Bentuk parabola

Saluran drainase bentuk ini berupa saluran dari pasangan atau kombinasi pasangan atau beton. Dengan bentuk dasar saluran yang bulat memudahkan pengangkutan bahan endapan/limbah. Bentuk saluran demikian berfungsi sebagai saluran air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi.

5) Bentuk segitiga

Saluran drainase bentuk segitiga tidak banyak membutuhkan ruang, Sebagai konsekuensi dari saluran bentuk ini, saluran harus dari pasangan. Bentuk ini juga berfungsi sebagai saluran air hujan, air rumah tangga maupun air irigasi.

5. Persamaan untuk menghitung dimensi saluran

a. Persamaan pada bentuk saluran persegi

- Persamaan untuk menghitung debit saluran (Q)

$$Q = AxV \quad (4)$$

Keterangan:

Q = Debit saluran (m³/detik)

A = Luas penampang (m²)

V = Kecepatan aliran (m/detik)

- Persamaan untuk menghitung luas penampang basah saluran (A)

$$A = Bh \quad (5)$$

Keterangan:

A = Luas penampang basah (m²)

B = Lebar dasar (m)

h = Kedalaman air (m)

- Persamaan untuk menghitung keliling basah saluran (P)

$$P = B + 2h \quad (6)$$

Keterangan:

P = Keliling basah (m)

B = Lebar dasar (m)

h = Kedalaman air (m)

- Persamaan untuk menghitung jari-jari hidrolis

$$R = \frac{A}{P} \quad (7)$$

Keterangan:

R = Jari-jari hidrolis (m)

A = Luas penampang (m²)

P = Keliling basah (m)

- Persamaan manning untuk menghitung kecepatan aliran (V)

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \quad (8)$$

Keterangan:

V = Kecepatan aliran

R = Jari-jari hidrolis

S = Kemiringan dasar saluran

n = Kekasaran Manning

b. Persamaan pada bentuk saluran trapesium

- Persamaan untuk menghitung luas penampang basah (A)

$$A = (B + mh)h \quad (9)$$

- Persamaan untuk menghitung keliling basah (P)

$$P = B + 2h (m^2 + 1)^{0.5} \quad (10)$$

- Persamaan untuk menghitung jari-jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{P} \quad (11)$$

Keterangan:

A = Luas penampang basah (m²)

B = Lebar dasar saluran (m)

- h = Kedalaman air (m)
- m = Kemiringan dinding saluran
- R = Jari-jari hidrolis (m)
- P = Keliling basah saluran

6. Pengolahan data hujan

a. Hujan rata-rata daerah aliran

- Cara rata-rata aljabar

$$R = 1/n (R_1 + R_2 + R_3 \dots R_n) \quad (12)$$

Keterangan :

- R = Curah hujan daerah
- N = Jumlah pos pengamatan
- R₁, R₂, R_n = Curah hujan tiap pos pengamatan

b. Metode Thiessen

$$R = \frac{A_1 R_1 + A_2 R_2 + \dots + A_n R_n}{A_1 + A_2 \dots + A_n} \quad (13)$$

Keterangan :

- R = Curah hujan daerah
- R₁, R₂, R_n = Curah hujan di tiap pos pengamatan
- A₁, A₂, A_n = Luas daerah tiap pos pengamatan

c. Metode Isohyt

$$R = \frac{A_1R_1 + A_2R_2 + \dots + A_nR_n}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \quad (14)$$

keterangan:

R_1, R_2, R_n = Curah hujan rata-rata path area A_1, A_2, A_n

A_1, A_2, A_n = Luas area antara garis isohyt (topografi)

7. Rumus-rumus aliran air

Penampang saluran terbuka, pada drainase muka tanah, umumnya berbentuk tampang segitiga, empat persegi panjang, trapesium dan setengah lingkaran. Penampang saluran pada drainase bawah muka tanah umumnya berbentuk lingkaran, terdiri dari bahan tanah liat, buis beton atau dengan paralon. Sedangkan pengembangan dari pipa drain ini digunakan material geotekstil, berpenampang empat persegi panjang, sisi dalam bersifat keras dan kaku (woven) yang dibungkus dengan bahan nonwoven, seperti kawat/kain nyamuk dengan lobang lebih kecil, sehingga air dapat masuk ke saluran tanpa membawa butiran tanah.

1) Luas desain saluran

Tinggi muka air pada saluran (H) dan lebar saluran (B), merupakan parameter untuk menentukan luas basah saluran (F_s). Luas basah/desain saluran (F_s) dianalisis berdasarkan debit hujan (Q) yang notabene menjadi debit saluran dan kecepatan aliran air pada saluran (V):

$$Q = F_s \cdot V \quad (15)$$

$$F_s = Q / V \quad (16)$$

V adalah kecepatan aliran air pada saluran drainase, yang didapatkan dari table i / V atau dianalisis dengan formula Manning atau formula Chezy.

2) Kecepatan aliran air

Kecepatan aliran air pada saluran drainase, ditentukan berdasarkan:

- a) Table kemiringan saluran versus kecepatan aliran.

Tabel 2.1 kemiringan saluran versus kecepatan rata-rata aliran

Kemiringan saluran I (%)	Kecepatan rata-rata v (m / dt).
< 1	0,40
1 - < 2	0,60
2 - < 4	0,90
4 - < 6	1,20
6 - < 10	1,50
10 - < 15	2,40

- b) Berdasarkan formula Manning dan Chezy

- Formula Manning:

$$v = I / n R_s^{2/3} I^{1/2} \quad (17)$$

Keterangan :

V = Kecepatan aliran air di saluran (m/detik)

N = Koefisien kekerasan dinding, tergantung jenis, bahan saluran, untuk beton / plesteran 0,010

R_s = Radius hidrolis

I = Kemiringan saluran

- Formula chezy

$$v = c\sqrt{Rs \cdot I} \quad (18)$$

- koefisien Chezy:

$$v = \frac{(100\sqrt{Rs})}{(0,35 + \sqrt{Rs})} \quad (19)$$

$$v = \frac{100 \cdot Rs \cdot 1^{1/2}}{0,35 + Rs^{1/2}} \quad (20)$$

Keterangan :

v = Kecepatan aliran (m/dt)

Rs = Radius hidrolis $R_s = P_s$

I = Kemiringan saluran drainase

Tabel 2.2 Kecepatan aliran yang diizinkan pada bahan dinding dan dasar saluran

Jenis bahan	Kecepatan aliran izin (m/dt)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,50
Lanau alluvial	0,60
Kerikil halus	0,75
Lempung keras / kokoh	0,75
Lempung padat	1,10
Kerikil kasar	1,20
Batu-batu besar	1,50
Beton-beton bertulang	1,50

Tabel 2.3 Kemiringan dinding saluran berdasarkan dinding saluran

Jenis bahan	Kemiringan dinding saluran (%)
Tanah	0 - 5
kerikil	5 - 7,5
pasangan	7,5

8. Intensitas Curah Hujan

Menurut Suripin (2004) apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung dengan rumus *Mononobe*. Intensitas hujan diperoleh dengan cara melakukan analisis data hujan baik secara statistic maupun secara empiris. Biasanya intensitas hujan dihubungkan dengan durasi hujan jangka pendek misalnya 5 menit, 30 menit, 60menit dan jam-jaman. Persamaan yang digunakan dalam menghitung intensitas hujan adalah sebagai berikut:

1) Rumus Manonobe

Apabila data hujan jangka pendek tidak tersedia, yang ada hanya data hujan harian, maka intensitas hujan dapat dihitung.

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t}\right)^{2/3} \quad (21)$$

Dimana :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan (jam)

R_{24} = Curahhujan maksimum(mm)

1) Rumus Talbot

Rumus ini banyak digunakan karena mudah diterapkan dan tetapan-tetapan a dan b ditentukan dengan harga-harga yang terukur.

$$I = \frac{a}{t + b} \quad (22)$$

Keterangan :

I =Intensitas hujan (mm/jam)

T =Lamanya hujan (jam)

a & b=Konstanta yang tergantung pada lamanya hujan terjadi

2) Rumus Sherman

Rumus ini mungkin cocok untuk jangka waktu curah hujan yang lamanya lebih dari 2 jam.

$$I = \frac{a}{t^n} \quad (23)$$

Keterangan :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan (jam)

n = konstanta

3) Rumus Ishiguro

$$I = \frac{a}{\sqrt{t + b}} \quad (24)$$

Keterangan :

I = Intensitas hujan (mm/jam)

t = Lamanya hujan (jam)

a&b = Konstanta

9. Analisis Curah Hujan Rencana

Hujan rencana adalah hujan harian maksimum yang akan digunakan untuk menghitung intensitas hujan. Untuk mendapatkan curah hujan rancangan (X_t) dilakukan melalui analisis frekuensi antara lain:

a) Metode Distribusi Normal

$$\begin{aligned} X_T &= \bar{X} + k \cdot S_x \\ S_x &= \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \end{aligned} \quad (25)$$

Keterangan:

X_t = besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun

X = rata-rata hitung variat

S_x = Standar deviasi

k = faktor frekuensi (nilai variabel reduksi Gauss)

b) Metode distribusi log normal

$$\begin{aligned} \overline{\log X} &= \frac{\sum \log X}{n} \\ S_{\log X} &= \sqrt{\frac{\sum (\log X - \overline{\log X})^2}{n - 1}} \\ \log X &= \overline{\log X} + k \cdot S_{\log X} \end{aligned} \quad (26)$$

Keterangan:

X = nilai variat pengamatan

$S_{\log X}$ = standart deviasi dari logaritma

- n = jumlah data
 LogX = logaritma rata-rata
 K = faktor frekuensi

c) Metode distribusi frekuensi Gumbel

$$\begin{aligned}
 X_T &= \bar{X} + K \cdot S_x \\
 \bar{X} &= \frac{\sum X_i}{n} \\
 S_x &= \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}
 \end{aligned}
 \tag{27}$$

Keterangan:

- X_T = besarnya curah hujan yang terjadi dengan kala ulang T tahun
 X = rata-rata x maksimum dari seri data X_i
 K = faktor frekuensi Gumbel

$$k = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}
 \tag{28}$$

- Y_n, S_n = besaran yang mempunyai fungsi dari jumlah pengamatan
 Y_t = reduksi sebagai fungsi dari probabilitas
 n = jumlah data

d) Metode Distribusi Frekuensi Log Pearson Type III

Metode yang dianjurkan dalam pemakaian distribusi Log Pearson Type III adalah dengan mengkorvesikan rangkaian datanya menjadi bentuk logaritmis.

$$\log \bar{X} = \frac{\sum \log X}{n}$$

$$S_{\log X} = \sqrt{\frac{\sum (\log X - \log \bar{X})^2}{n-1}} \quad (29)$$

$$C_s = \frac{n \sum_1^n (\text{Log } X - \text{Log } \bar{X}_r)^3}{(n-1)(n-2) S_1^3}$$

Nilai X bagi setiap probabilitas dihitung dari persamaan:

$$\log X = \log \bar{X} + k.S_{\log X} \quad (30)$$

Keterangan:

- LogX = Logaritma rata-rata
 $S_{\log X}$ = Standar deviasi dari algoritma
 C_s = koefisien kemencengan
 k = faktor frekuensi
 n = Jumlah data

10. Analisis Debit Rancangan / Limpasan

Menurut Suripin (2004) Perencanaan debit rancangan untuk drainase perkotaan dan jalan raya dihadapi dengan persoalan tidak tersedianya data aliran. Umumnya untuk menentukan debit aliran akibat air hujan diperoleh dari hubungan rasional antara air hujan dengan limpasannya (Metode Rasional). Persamaan rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$Q_p = 0,278.C .I.A \quad (31)$$

Dengan:

Q_p = Debitbanjirmaksimum(m^3/dtk)

C = Koefisienaliran permukaan/pengaliran

I = Intensitas hujan selamawaktu konsentrasi (mm/jam)

A = Luas daerahpengaliran (km^2)

11. Analisis Debit Air Buangan Domestik

Menurut Rendra Hurduda (2013) Untuk memprakirakan jumlah air buangan domestik yang akan dibuang melalui saluran drainase, harus diketahui terlebih dahulu jumlah kebutuhan air untuk setiap orang perharinya yang merupakan indikasi utama untuk menganalisis debit air buangan domestik termasuk presentase yang hilang dalam prosesnya.

Persamaan rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$Q_{ak\ total} = \frac{P_n \times 80\% \times K_{ab}}{A_{total}} \quad (32)$$

Q_{ak} = $Q_{ak\ total} \times A_{asal}$

$Q_{ak\ total}$ = Debit air kotor keseluruhan
($m^3/dtk/km^2$)

Q_{ak} = Debitair kotor yabgditinjau(m^3/dtk)

P_n = Jumlah penduduk (jiwa)

A_{Total} = Luastotaldaerah(km^2)

A_{asal} = Luas asaldaerahyangditinjau(km^2)

Tabel 2. 4 Pembuangan Limbah Cair Rata-rata Per orang setiap hari

Jenis Bangunan	Volume Limbah Cair (liter/orang/hari)
----------------	---------------------------------------

Jenis Bangunan	Volume Limbah Cair (liter/orang/hari)
Daerah Perumahan:	
- Rumah Besar untuk Keluarga Tunggal	400
- Rumah tipe tertentu untuk keluarga tunggal	300
- Rumah untuk keluarga ganda (rumah susun)	240-300
- Rumah kecil (<i>cottage</i>)	200
(Jika dipasang penggilingan sampah, kalikan BOD dengan faktor 1,5)	
Perkemahan & Motel:	
- Tempat peristirahatan mewah	400-600
- Tempat parkir rumah berjalan (<i>mobile home</i>)	200
- Kemah wisata dan tempat parkir trailer	140
- Hotel dan motel	200
Sekolah:	
- Sekolah dengan asrama	300
- Sekolah siang hari dengan kafetaria	80
- Sekolah siang hari tanpa kafetaria	60
Restoran:	
- Tiap pegawai	120
- Tiap langganan	25-40
- Tiap makanan yang disajikan	15
Terminal Transportasi:	
- Tiap pegawai	60

Jenis Bangunan	Volume Limbah Cair (liter/orang/hari)
- Tiap penumpang	20
Rumah sakit	600-1200
Kantor	60
Teater mobil (<i>drive in theatre</i>), per tempat duduk	20
Bioskop, per tempat duduk	10-20
Pabrik, tidak termasuk limbah cair industri dan cafeteria	60-120

Source: (Yaqin, 2013)

B. Pemeliharaan (*maintenance*)

Definisi pemeliharaan menurut O'Connor (2001) adalah suatu kegiatan untuk memelihara dan menjaga fasilitas yang ada serta memperbaiki. Melakukan penyesuaian atau pengantian yang diperlukan untuk mendapatkan suatu kondisi operasi produksi agar sesuai dengan perencanaan yang ada.

Menurut Jr. Patton(1995) Pengertian *maintanace* secara umum yaitu serangkaian aktivitas (baik bersifat teknis dan administrative) yang di perlukan mempertahankan dan menjaga suatu produk atau system tetap berada pada dalam kondisi aman, ekonomis, efisien dan pengoperasian optimal. Aktivitas perawatan sangat diperlukan karena: Setiap peralatan punya umur penggunaan (*useful life*). Suatu saat dapat mengalami kegagalan dan kerusakan.

Kita dapat mengetahui dengan tepat kapan peralatan akan mengalami kerusakan

Manusia selalu berusaha untuk meningkatkan umur penggunaan dengan melakukan perawatan (*maintenance*).

1. Operasi dan pemeliharaan sistem drainase

a) Operasi sistem drainase

Menurut Suripin (2004) Kegiatan operasi dan pemeliharaan (O & P) merupakan dua kegiatan yang berbeda, namun tidak dapat saling dipisahkan, karena saling mempengaruhi satu sama lain. Dalam terminologi rekayasa pemeliharaan dapat didefinisikan sebagai seni untuk menjaga peralatan, bangunan, dan fasilitas lain yang terkait, pada kondisi yang kondusif untuk memberikan pelayanan sesuai dengan yang diharapkan. Pengoperasian sistem drainase tidak hanya memerlukan operasi fisik dari berbagai komponen, tetapi operasinya dalam kondisi darurat dan permintaan (*on-call*).

Operasi sistem drainase mempunyai dua pengertian, yaitu dalam arti luas dan arti sempit. Dalam arti luas, operasi sistem drainase adalah usaha untuk memanfaatkan prasarana drainase secara optimal. Sedangkan dalam arti sempit operasi sistem drainase adalah pengaturan bangunan yang berkaitan dengan drainase, seperti kolam penampung, stasiun pompa, pintu klep, lubang control (*manhole*), box culvert,

gorong - gorong, dan lain-lain, untuk mengeluarkan air dari kawasan / lahan yang dilindungi, dan mengalirkan air ke saluran pembuang (penerima) penerima dan atau muara (Suripin, 2004).

b) Pemeliharaan sistem drainase

Pemeliharaan adalah usaha-usaha untuk menjaga agar prasarana drainase selalu berfungsi dengan baik selama mungkin, selama jangka waktu pelayanan yang direncanakan (Suripin, 2004).

Kondisi sistem drainase biasanya cepat menurun, sehingga mempengaruhi kinerja sistem. Oleh karena itu diperlukan program pemeliharaan yang lengkap dan menyeluruh. Ruang lingkup pemeliharaan sistem drainase meliputi:

- 1) Kegiatan pengamanan dan pencegahan.
- 2) Kegiatan perawatan.
- 3) Kegiatan perbaikan.

2. Kegiatan pengamanan dan pencegahan

Kegiatan pengamanan dan pencegahan adalah usaha pengamanan atau menjaga kondisi dan/atau fungsi sistem dari hal-hal yang dapat mengakibatkan rusaknya jaringan. Kegiatan ini meliputi, antara lain:

- 1) Inspeksi rutin
- 2) Melarang membuang sampah di saluran/kolam
- 3) Melarang merusak bangunan drainase

3. Kegiatan perawatan

Kegiatan perawatan adalah usaha-usaha untuk mempertahankan kondisi dan/atau fungsi sistem tanpa ada bagian konstruksi yang diubah / diganti.

a) Perawatan rutin

Perawatan rutin adalah usaha-usaha untuk mempertahankan kondisi dan fungsi sistem, tanpa ada bagian konstruksi yang diubah atau diganti dan dilaksanakan setiap waktu. Kegiatan ini meliputi antara lain:

(1) Drainase saluran terbuka

Saluran drainase primer biasanya berupa saluran terbuka, baik berupa saluran dari tanah, pasangan batu kali atau beton. Saluran ini dilengkapi dengan tanggul atau jalan inspeksi. Kegiatan perawatan rutin pada umumnya meliputi:

- Membabat rumput pada tebing saluran (untuk saluran dari tanah).
- Membersihkan sampah, tumbuhan pengganggu yang berada di saluran.
- Memperbaiki longsoran-longsorannya kecil yang terjadi di lereng saluran.
- Menambah dinding saluran yang retak atau rusak, dan merapikan bentuk profil saluran.
- Memperbaiki kerusakan kecil pada tanggul akibat penurunan,

rembesan, dan longSORan kecil.

- Menambal dan memperbaiki kerusakan kecil/setempat pada jalan inspeksi.

(2) Drainase saluran tertutup

Pada kawasan perkotaan yang padat, saluran drainase biasanya berupa saluran tertutup. Saluran dapat terbuat dari buis beton yang dilengkapi dengan lubang control (*man hole*), atau saluran pasangan batu kali/beton yang diberi plat tutup dari beton bertulang. Karena tertutup, maka perubahan penampang saluran akibat sedimentasi, sampah, dan lain-lain tidak dapat terlihat dengan mudah. Oleh karena itu, kegiatan pemeliharaan perlu didahului dengan inspeksi saluran, dengan cara:

Inspeksi lubang control (*man hole*)

- 1) Pekerjaan inspeksi *man-hole* yang tampaknya sepele ini, ternyata berbeda di lapangan. Dalam praktek, membuka tutup *man-hole* bukan pekerjaan mudah, selain berat, sering tutup *man-hole* terjepit karena kurang sempurna pada saat konstruksi atau pengecoran. Untuk mempermudah atau memperingan pengangkatan tutup *man-hole* dapat dilakukan dengan alat bantu tripod dan katrol.
- 2) Setelah tutup terangkat, inspeksi dilakukan dengan jalan menancapkan jalon (tongkat yang berujung runcing) ke dalam *man-*

hole sampai menyentuh dasarnya untuk mengetahui ketebalan endapan sedimen. Jika memungkinkan, inspektor dapat turun ke dalam *man-hole*. Hal ini perlu dilakukan dengan hati-hati, karena di dalam *man-hole* sering terdapat gas-gas beracun seperti H₂S, CO, CH₄, dll. Tindakan yang dapat dilakukan sebelum turun ke *man-hole* antara lain:

- Tiup zat asam segar ke dalam *man-hole* dengan blower.
- Lengkapi inspektor dengan tabung zat asam dan perlengkapannya.
- Jangan merokok, karena zat metan (CH₄) mudah terbakar dan meledak di dalam *man-hole*.

3) Air limbah rumah tangga, dan atau industry yang dibuang ke saluran drainase beracun dan merusak kulit tubuh, oleh karena itu diperlukan pakaian khusus bagi inspektor.

4) Jika memungkinkan, pada waktu inspektor berada di dalam *man-hole*, sekaligus memeriksa kondisi pipa drainase. Namun sering dijumpai *man-hole* sangat gelap, khususnya jika *man-hole* cukup dalam. Dalam hal ini diperlukan teknik tersendiri dalam melakukan inspeksi, diantaranya:

- Inspeksi dengan senter – cermin : sinar dari senter yang kuat disorotkan oleh inspektor-1 dari lubang pipa melalui *man-hole* dan inspektor-2 melihat cermin dari lubang pipa pada *man-hole*

berikutnya.

- Inspeksi dengan sinar matahari – cermin : sinar matahari dipantulkan oleh cermin oleh inspector-1 dari lubang pipa melalui *man-hole* dan ditangkap oleh cermin dari lubang pipa pada *man-hole* berikutnya.
- Inspeksi dengan *tele eye*: sebuah *handy camera* yang digerakkan oleh robot kecil berjalan masuk ke dalam pipa. Inspector mengamati kondisi pipa dari layar monitor yang berada di luar *man-hole*.

(3) Bangunan dari metal

Pengamatan muka air di hulu dan hilir pintu, khususnya pintu-pintu yang dipengaruhi oleh pasang surut.

Membersihkan sampah atau endapan di sekitar pintu air, pintu klep, dan saringan pompa.

Member pelumas pada pintu-pintu, pintu klep, Derek pompa dll.

Menservis pompa banjir (kalau ada) termasuk gen-set, panel control, sensor muka air, motor penggerak pintu, dll.

b) Perawatan berkala

Perawatan berkala adalah usaha-usaha mempertahankan kondisi dan fungsi sistem, tanpa ada bagian konstruksi yang diubah/diganti dan dilaksanakan secara berkala. Kegiatan ini meliputi, antara lain:

a. Drainase saluran terbuka

Disamping kegiatan rutin, perlu dilakukan pemeliharaan berkala dengan skala yang lebih besar, yaitu mengeruk/mengangkat endapan lumpur disepanjang saluran, dilakukan setiap periode tertentu (biasanya antara 1 – 4 tahunan), dilakukan pada saat musim kemarau. Pekerjaan ini dilakukan untuk mempertahankan penampang saluran, karena aliran airnya tidak mampu menggelontor endapan lumpur dan sampah sangat tinggi.

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk membersihkan saluran dari endapan sedimen/lumpur, yaitu:

- Menciptakan kecepatan gelontor yang cukup tinggi sehingga mampu membersihkan sampah/sedimen setiap kali terjadi aliran besar. Cara ini sangat ekonomis, namun tidak selalu dapat dilaksanakan, karena sangat tergantung pada kemiringan saluran yang ada. Pasokan air penggelontor juga sering menjadi penghambat, karena tidak selalu tersedia cukup, terutama pada musim kemarau.
- Pengukuran dengan padat karya dapat diujicobakan selama masih memungkinkan secara teknis.
- Pengerukan dengan menggunakan peralatan berat. Alat berat yang biasa digunakan antara lain *back-hoe*, *clamp-shell*, dan *dump*

track. Jika tersedia jalan inspeksi yang cukup (kuat dan lebar) untuk operasi alat berat, dan lebar saluran dapat dijangkau oleh alat berat dari darat, maka kegiatan pengerukan dapat dilakukan dari darat (jalan inspeksi). Namun jika jalan inspeksi tidak ada atau ada tapi tidak mencukupi, dan sungai cukup lebar, maka *back-hoe* dan/atau *clamp-shell* dapat dioperasikan dari atas pontoon, atau dapat digunakan *amphibious dredger*.

- Material hasil pengerukan yang berupa lumpur/pasir dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan, selama material tersebut tidak mengandung logam berat atau bahan berbahaya lainnya, antara lain:
 - Untuk menimbun sampah di tempat penimbunan akhir (TPA). Penimbunan dilakukan berlapis-lapis sehingga dapat terjadi dekomposisi yang baik.
 - Untuk mengurung lahan yang rendah (reklamasi lahan) sehingga mencapai elevasi tertentu yang bebas dari banjir rob maupun banjir biasa.
 - Untuk pupuk tanaman, mengikat lumpur sedimen ini biasanya banyak mengandung bahan organik.

b. Drainase tertutup

Seperti halnya saluran terbuka, saluran tertutup juga mengalami pengendapan yang tidak kalah tinggi, sehingga perlu juga dilakukan pengerukan. Pelaksanaan pengerukan sedimen pada saluran tertutup lebih sulit dibandingkan pada saluran terbuka, sehingga diperlukan pengawasan yang cukup ketat.

Pembersihan saluran tertutup yang berukuran cukup besar, dimana pekerja dapat masuk dengan leluasa, dapat dilakukan secara manual. Sedangkan saluran atau pipa yang berukuran kecil hal ini tidak mungkin untuk dilakukan, sehingga diperlukan cara lain, yaitu *rodding* (penggarukan) dan *jetting* (penyemprotan & penyedotan).

a. *Rodding* (penggarukan)

Sedimen yang mengendap di dalam saluran tertutup (pipa/buis beton) dibersihkan/dikeluarkan dengan penggaruk atau sikat yang ditarik dengan kabel dari *man hole* ke *man hole*. Untuk meringankan penarikan kabel dipakai katrol. Metode ini sudah jarang digunakan karena mempunyai beberapa kelemahan, diantaranya:

- Pengangkatan lumpur yang telah digaruk dan masuk ke *man hole* masih menggunakan tenaga manusia (manual).
- Penggaruk/sikat kemungkinan tersangkut pada sambungan antara buis beton yang dapat menyebabkan penyumbatan. Pengambilannya perlu membongkar saluran.

- Pada pipa dengan endapan yang cukup tebal dan padat, dapat menyebabkan kabel putus dan/atau dinding *man hole* pecah tak kuat menahan tekanan.

b. *Jetting* (penyemprotan dan penyedotan)

Cara *jetting*, boleh dikatakan lebih modern, namun memerlukan biaya investasi, dan O & P yang cukup besar. Peralatan yang diperlukan meliputi: truk tangki air yang dilengkapi dengan selang bertekanan tinggi, nozel, dan generator, truk tangki penyedot (*vacumm*), dan juga sumber air untuk penyemprot lumpur. memperlihatkan pola operasi pengerukan lumpur sistem *jetting*.

a. Bangunan dari metal

Mengecet pintu air, pintu klep, dilaksanakn setiap 1 – 2 tahun.

Memperbaiki pintu/pintu klep yang macet dan bangunan yang rusak ringan.

Memperbaiki gedung kantor, rumah pompa, kendaraan, peralatan, dan lain-lain.

4. Kegiatan perbaikan dan penggantian

a) Perbaikan

Kegiatan perbaikan adalah usaha-usaha untuk mengembalikan kondisi dan/atau fungsi saluran dan/atau bangunan-bangunan drainase.

Menurut sifat penangannya dapat dibedakan:

1) Perbaikan darurat

Perbaikan darurat adalah usaha-usaha perbaikan dengan maksud agar saluran dan bangunan dapat segera berfungsi. Kerusakan saluran dan bangunan dapat terjadi sebagai akibat dari bencana alam maupun kelalaian manusia. Yang dimaksud bencana alam adalah semua penyebab kerusakan di luar kemampuan manusia, seperti gempa bumi, angin topan, hujan lebat, tanggul jebol akibat banjir besar, tanah longsor yang merusak sistem drainase, sedangkan yang termasuk dengan kelalaian manusia misalnya petugas tidak melumasi pintu sehingga macet. Pintu/pintu klep tidak dapat ditutup sehingga air masuk ke kawasan/lahan, dll.

2) Perbaikan permanen

Perbaikan permanen adalah usaha-usaha perbaikan dengan maksud untuk mengembalikan kondisi dan fungsi sistem/jaringan yang sifatnya merupakan peningkatan perbaikan darurat maupun memperbaiki kerusakan akibat bencana alam atau kelalaian manusia dengan dibuat disain yang mantap, sehingga hasil perbaikannya bersifat permanen.

Program ini memerlukan pemeriksaan berkala yang mencakup pengukuran, penelitian, dan pengecekan untuk mengetahui terjadinya kerusakan pada saluran atau bangunan.

Kegiatan ini meliputi antara lain:

- Memperbaiki kerusakan saluran dan bangunan sebagai akibat bencana alam maupun kelalaian manusia.
- Memperbaiki kerusakan berat yang tak dapat ditangani dengan kegiatan perawatan (rutin & berkala).

b) Penggantian

Penggantian adalah usaha-usah pemeliharaan untuk mengganti seluruh/sebagian komponen prasarana fisik, fasilitas dan peralatan jaringan irigasi yang secara ekonomis fungsi dan kondisinya tidak layak lagi.

Kegiatan penggantian meliputi, antara lain:

- Pintu-pintu air / pintu klep yang sudah rusak berat diganti dengan pintu yang baru.
- Bagian-bagian dari peralatan pompa, alat komunikasi, dan lain-lain dalam kurun waktu tertentu diganti yang baru.

Tabel 2.5 memperlihatkan komponen biaya O & P sistem drainase.

Tabel 2.5 Operasi & pemeliharaan sistem drainase (khususnya sistem polder)

No.	Elemen Sistem Drainase	Operasi	Pemeliharaan
1	Saluran drainase internal		<u>Harian</u> • Membersihkan sampah-sampah pada saluran <u>bulanan</u> • Pengerukan sedimen dalam saluran

No.	Elemen Sistem Drainase	Operasi	Pemeliharaan
2	Tanggul jalan inspeksi		<u>Bulanan</u> • Potong rumput <u>Tahunan</u> • kontrol elevasi puncak yang diperlukan • perbaikan tanggul, jalan inspeksi yang rusak
3	Bangunan-bangunan drainase: pintu, gorong-gorong, dll.	<u>Harian</u> • Membuka/tutup pintu air • Mencatat elevasi air di outlet, dan luar kolam <u>Bulanan</u> • Mencatat elevasi air maksimum <u>Tahunan</u> • Evaluasi kapasitas berdasar data bulanan	<u>Harian</u> • Membersihkan sampah pada gorong-gorong/bangunan lainnya. <u>Tahunan</u> • Pengecatan dan pelumasan pintu-pintu air. • Pengerukan endapan sedimen dalam bangunan, gorong-gorong, dan bangunan tertutup lainnya.
4	Kolam inspeksi, kolam tando	<u>Harian</u> • Mencatat elevasi air kolam, dan luar kolam <u>Bulanan</u> • Mencatat elevasi air maksimum <u>Tahunan</u> • Evaluasi kapasitas berdasar data bulanan • Kualitas air/3	<u>Tahunan</u> • Pembersihan / 6 bl • Check profil kolam

No.	Elemen Sistem Drainase	Operasi	Pemeliharaan
		bl	
5	Rumah pompa: 1. Diesel 2. Pompa 3. genset	<u>Harian</u> <ul style="list-style-type: none"> • Menghidupkan selama hujan • Menjaga tinggi muka air • Mengisi bahan bakar <u>Bulanan</u> <ul style="list-style-type: none"> • Membersihkan kotoran • Pelumasan • Ganti oli 	<u>Harian</u> <ul style="list-style-type: none"> • Pemanasan mesin <u>Bulanan</u> <ul style="list-style-type: none"> • Check/servis • Filter BBM • Oli + filter • Greasing • Battery + pengisian <u>Tahunan</u> <ul style="list-style-type: none"> • Over haul (10.000 jam) • Servis battery (5 th) • Cat (5 th)
		<u>Harian</u> <ul style="list-style-type: none"> • Menghidupkan selama hujan • Menjaga tinggi muka air 	<u>Harian</u> <ul style="list-style-type: none"> • Pemanasan <u>Bulanan</u> <ul style="list-style-type: none"> • Check/servis • Grease pump • Oli transmisi • Pulley belt • Kabel penghubung • Elevasi inlet-outlet <u>Tahunan</u> <ul style="list-style-type: none"> • Over haul (15.000 jam) • Ganti oli transmisi (5 th) • Ganti kabel terminal (5 th) • Kabel kontrol (5 th) • Screw bearing (5 th) • Motor bearing (5 th) • Pulley belt • Rehabilitasi bangunan
		<u>Harian</u> <ul style="list-style-type: none"> • Back up PLN <u>Bulanan</u> <ul style="list-style-type: none"> • Pengisian bahan bakar • Pelumasan 	<u>Harian</u> <ul style="list-style-type: none"> • Check/servis • Bahan bakar • Air • Battery • Oli

No.	Elemen Sistem Drainase	Operasi	Pemeliharaan
		<ul style="list-style-type: none"> • Ganti oli 	<u>Bulanan</u> <ul style="list-style-type: none"> • Check/servie • Filter bahan bakar • Filter oli • Battery + charger <u>Tahunan</u> <ul style="list-style-type: none"> • Over haul (10.000 jam) • Check battery

C. Banjir

Banjir adalah aliran air di permukaan tanah yang relatif tinggi dan tidak dapat ditampung oleh saluran drainase atau sungai, sehingga melimpah ke kanan dan kiri serta menimbulkan genangan/aliran dalam jumlah yang melebihi normal dan mengakibatkan kerugian pada manusia. Banjir sering dikenal dalam 2 bentuk, berupa penggenangan pada daerah yang biasanya kering atau bukan rawa, dan banjir sebagai akibat terjadinya limpasan air dari alur sungai yang disebabkan karena debit pada sungai melebihi kapasitas pengalirannya (Siswoko, 1985).

Menurut Pribadi, Krishna S (2008) menyatakan bahwa banjir adalah suatu kejadian saat air menggenangi daerah yang biasanya tidak digenangi air dalam selang waktu tertentu. Banjir umumnya terjadi pada saat aliran air melebihi volume air yang dapat ditampung dalam sungai, danau rawa, drainase, maupun saluran air lainnya pada selang waktu tertentu. Menurut BNPB (2011), banjir merupakan limpasan air yang

melebihi tinggi muka air normal, sehingga melimpas dari palung sungai menyebabkan adanya penangan pada lahan rendah di sisi sungai. Sedangkan menurut Direktorat Jenderal Penataan Ruang Departemen Pekerjaan Umum (2003) banjir adalah aliran air di permukaan tanah (surface water) yang relatif tinggi dan tidak dapat ditampung oleh saluran drainase atau sungai, sehingga melimpah ke kanan dan kiri serta menimbulkan genangan/aliran dalam jumlah melebihi normal dan mengakibatkan kerugian pada manusia dan lingkungan. Berdasarkan penjelasan di atas, banjir dapat diartikan sebagai peristiwa meluapnya air dari badan sungai yang menyebabkan adanya genangan pada lahan di sekitar sungai yang menimbulkan kerugian pada manusia dan lingkungan.

1. Penyebab Banjir

Menurut BNPB (2011), pada umumnya banjir disebabkan oleh curah hujan yang tinggi di atas normal sehingga system pengaliran air yang terdiri dari sungai dan anak sungai alamiah serta system drainase dangkal penampung banjir buatan yang ada tidak mampu menampung akumulasi air hujan tersebut sehingga meluap. Pribadi, Krishna S, dkk (2008) menyatakan penyebab utama banjir adalah curah hujan yang tinggi yang berada di atas ambang normal dan beberapa tindakan manusia turut andil terhadap terjadinya bencana, diantaranya: bertempat

tinggal di dataran banjir, pembangunan perkotaan yang mengakibatkan kurangnya lahan untuk penyerapan air hujan, penggundulan hutan, dan membuang sampah ke sungai dan saluran air hujan. Berdasarkan uraian di atas, secara garis besar banjir dapat dikarenakan oleh faktor alam dan faktor manusia. Terjadinya hujan dalam waktu lama serta dengan intensitas hujan tinggi mengakibatkan meluapnya air dari badan sungai atau tampungan air, keadaan ini diperparah dengan adanya aktifitas manusia.

2. Jenis-Jenis Banjir

Pribadi, Krishna S, dkk (2008) menjelaskan ada 4 jenis banjir, yaitu:

a) Banjir sungai

Banjir sungai adalah banjir yang terjadi didataran rendah yang dilalui oleh aliran sungai.

b) Banjir Pantai

Banjir pantai adalah banjir yang terjadi di sekitar pantai. Banjir pantai terjadi akibat angin laut yang tertiup ke arah darat dengan kencang sehingga menimbulkan gelombang laut tinggi yang menyapu ke arah daratan terjadi banjir di sepanjang pantai.

c) Banjir bandang

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum (PU) Tahun 2012 banjir bandang adalah banjir yang terjadi secara tiba-tiba, memiliki debit puncak yang melonjak dan menyurut kembali dengan cepat dengan volume dan kecepatan aliran yang besar dan memiliki kemampuan erosi yang sangat besar sehingga dapat membawa material hasil erosi ke arah hilir. Merupakan jenis banjir yang datang secara mendadak dan terjadi akibat meningkatnya muka air sungai secara cepat akibat hujan yang sangat lebat. Banjir bandang dapat mengakibatkan jebolnya tanggul maupun bendungan serta menghanyutkan semua benda yang dilaluinya.

d) Banjir kota

Banjir kota merupakan banjir yang terjadi di daerah perkotaan. Terjadi dikarenakan berkurangnya lahan kosong yang berfungsi sebagai daerah penyerapan air hujan dikarenakan terjadinya pembangunan rumah, gedung, jalan, tempat parkir, dan lain sebagainya.

3. Kerugian dan Dampak yang ditimbulkan oleh Banjir

Berkenaan tentang kerugian akibat peristiwa banjir, Pribadi, Krishna S, dkk (2008) menyebutkan beberapa kerugian akibat peristiwa banjir, diantaranya; kematian hewan ternak dengan jumlah yang banyak, kerusakan daerah pertanian dan gagal panen, berkurangnya cadangan pangan akibat gagal panen, kerusakan prasarana umum dan social,

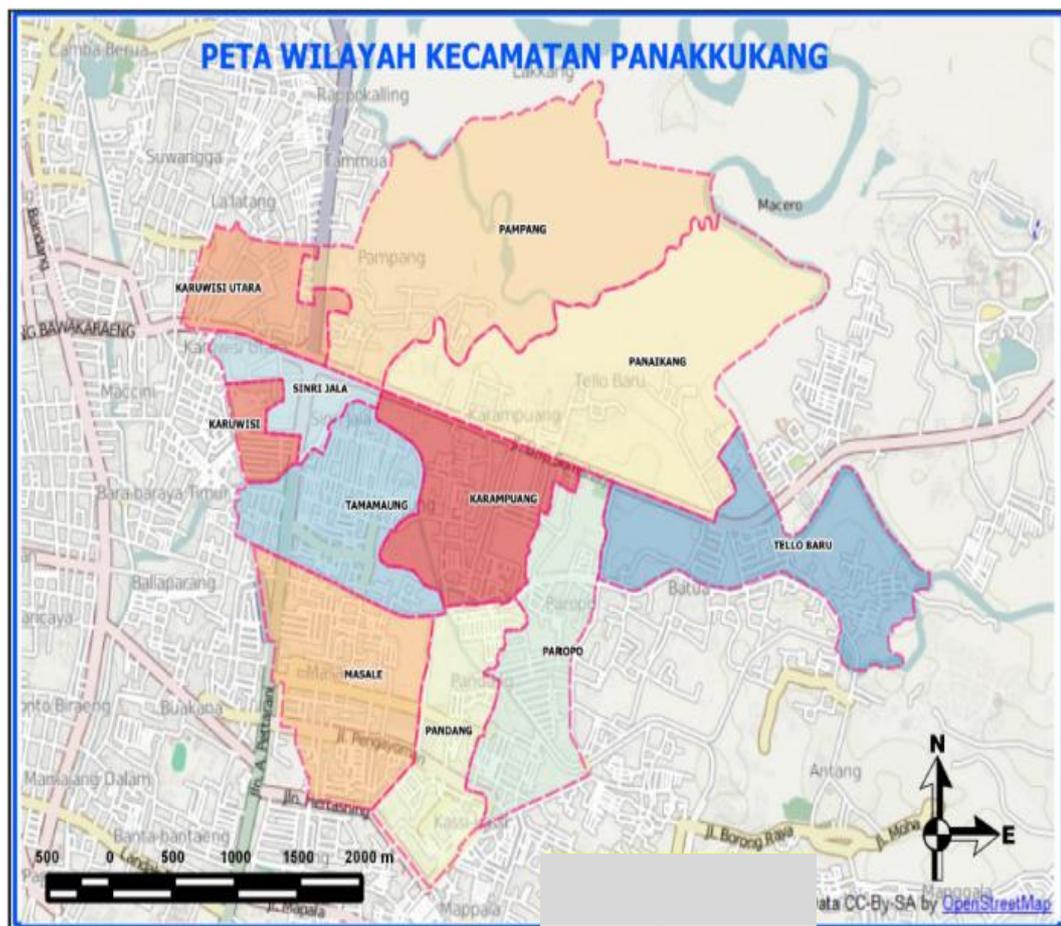
pengikisan tanah yang berakibat terjadinya longsor. Lebih lanjut Pribadi, Krishna S, dkk (2008) menyatakan dari peristiwa banjir akan menimbulkan beberapa bahaya susulan, yaitu gangguan kesehatan masyarakat, gangguan pada penyediaan air bersih, dan gangguan terhadap cadangan pangan. Tindakan Pencegahan Pada dasarnya banjir merupakan fenomena alam, akan tetapi manusia ikut berkontribusi terhadap terjadinya banjir, misalnya membuang sampah ke aliran sungai yang mengakibatkan pendangkalan dan penyumbatan aliran sungai yang menyebabkan timbulnya banjir. Oleh karena itu, perlu melakukan tindakan yang mencegah terjadinya banjir. Pribadi, Krishna S, dkk (2008) menyebutkan beberapa tindakan yang dapat mencegah terjadinya peristiwa banjir, antara lain:

- 1) Tidak membuang sampah di sungai dan saluran air lainnya
- 2) Melakukan gerakan penghijauan/penanaman kembali tumbuh tumbuhan dilahan kosong dan memeliharanya dengan baik
- 3) Menjaga kebersihan lingkungan dan mengikuti kerja bakti membersihkan selokan dan saluran air disekitar tempat tinggal dan sekolahan.

BAB III METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Adapun lokasi penelitian ini akan dilaksanakan di kecamatan panakkukang, kota Makassar dengan waktu selama kurang lebih 2 bulan.



Gambar 3.1 Gambar Peta Lokasi Penelitian

I

B. Jenis Penelitian dan Sumber Data

1) Jenis penelitian

penelitian adalah penelitian survei dan observasi agar kondisi tersebut dapat diukur dan diamati dengan mengacu pada kondisi di kecamatan Panakkuang, kota Makassar.

2) Sumber data

Sumber data dari penelitian ini yaitu :

a. Survei lapangan

Peninjauan langsung ke lapangan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi terkini di daerah penelitian

b. Pengumpulan data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan, data tersebut antara lain adalah:

- Melakukan pendataan langsung di lokasi koordinat stasiun curah hujan yang berpengaruh pada daerah penelitian.
- Pengumpulan data sistem drainase yang telah ada di daerah penelitian

c. Pengumpulan data sekunder

Pengumpulan data sekunder diperoleh dari instansi setempat dan situs di internet yang berkenaan dengan konsentrasi penelitian ini diantaranya adalah:

- Data curah hujan
- Data genangan banjir yang pernah terjadi di daerah penelitian.
- Data penunjang yang dapat digunakan untuk keperluan penelitian ini.

Tabel 3.1 Perencanaan Analisis Data Penelitian

No.	Lokasi penelitian Panakkukang	Kec.	Q Limpasan (m ³ /det)	Q Saluran (m ³ /det)	Indikator Penilaian O&P	Ket.
1	Kel. Karawisi					
2	Kel. Sinrijala					
3	Kel. Tamamaung					

C. Prosedur penelitian

Adapun penelitian ini akan dilakukan dengan prosedur sebagai berikut :

- 1) Survei lokasi penelitian di kec. Panakkukang guna untuk mengetahui situasi & kondisi sebenarnya.
- 2) Observasi masalah-masalah yang terjadi di kec. Panakkukang agar dapat melihat masalah secara detail dan objektif.
- 3) Pengumpulan data primer di kec. Panakkukang dan data sekunder pada instansi terkait sebagai bahan dalam pengolahan data.

- 4) Menghitung kapasitas drainase di kec. Panakkukang khususnya di Kelurahan Karawisi, Kelurahan Panaikang, Kelurahan Sinrijala.
- 5) Analisis hubungan pemeliharaan drainase dan banjir di kec. Panakkung untuk menemukan solusi terhadap masalah dalam penelitian.
- 6) menyimpulkan hasil penelitian setelah solusi terhadap masalah telah ditemukan.

D. Pengambilan data

pengambilan data merupakan hal yang sangat penting karena dengan data yang ada dapat digunakan sebagai parameter dalam menganalisis masalah dalam penelitian, data yang diambil adalah sebagai berikut:

1) Data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung di lapangan seperti dimensi saluran (tinggi saluran, kedalaman air dan lebar dasar saluran).

2) Data sekunder

Pengumpulan data sekunder diperoleh dari instansi setempat dan situs di internet yang berkenaan dengan konsentrasi penelitian seperti data curah hujan, peta lokasi dll.

E. Analisis data

Setelah data primer dan sekunder yang dibutuhkan maka data tersebut akan diukur menggunakan rumus yang relevan yang dapat mendukung dalam menganalisis hasil penelitian, antara lain:

- 1) Kapasitas atau debit aliran maksimum dianalisis berdasarkan metode rasional, sebagai berikut:

$$Q = \alpha \cdot \beta \cdot i \cdot t \cdot A$$

- 2) Koefisien pengaliran (α) atau runoff merupakan nilai banding antara bagian hujan yang runoff di muka bumi dengan hujan total yang terjadi. Koefisien penyebaran hujan (β) digunakan untuk analisis debit yang angkanya terletak antara 0,500 sampai dengan 1,00

Untuk nilai : $(it) = (R / 24) (24 / tc)^{2/3}$

- 3) Curah hujan (R) yang dimaksudkan adalah durasi atau lama terjadinya curah hujan (menit, jam, etmal) diperoleh dari hasil pencatatan alat ukur hujan otomatis Waktu konsentrasi $(tc) = t_o + t_d$

T_o = in let time atau waktu yang diperlukan oleh air untuk mengalir di muka tanah menuju saluran atau drainase.

T_d = conduit time atau waktu yang diperlukan air mengalir disepanjang saluran sampai titik kontrol dihilir dapat dirumuskan sebagai panjang saluran dibagi dengan kecepatan aliran (L / V) dalam hal dimensi saluran dimana kapasitas aliran akibat hujan harus dialirkan

melalui salurandrainase sampai ketitikrekanahilir,dimanadebitaliran untuk mendimensi saluran dirumuskan:

$$4) Q \text{ hujan} = Q \text{ saluran} = F_s \cdot V$$

$$\text{Sehingga } F_s = Q / V$$

5) Indikator penilaian operasi dan pemeliharaan.

Tabel 3.2 Indikator penilaian Operasi & Pemeliharaan

Indikator penilaian operasi & pemeliharaan sistem drainase				
A. saluran drainase internal				
sangat baik (nilai 5)	Baik (nilai 4)	Cukup (nilai 3)	Buruk (nilai 2)	sangat buruk (nilai 1)
setiap hari membersihkan sampah-sampah pada saluran	dua hari sekali membersihkan sampah-sampah pada saluran	tiga hari sekali membersihkan sampah-sampah pada saluran	5 hari sekali membersihkan sampah-sampah pada saluran	sepekan sekali membersihkan sampah-sampah pada saluran
setiap 6 bulan sekali melakukan pengerukan sedimen	setiap 1 tahun melakukan pengerukan sedimen	1-2 tahun sekali melakukan pengerukan sedimen	2-3 tahun sekali melakukan pengerukan sedimen	3-4 tahun sekali melakukan pengerukan sedimen
B. Tanggul jalan inspeksi				
sangat baik (nilai 5)	Baik (nilai 4)	Cukup (nilai 3)	Buruk (nilai 2)	sangat buruk (nilai 1)
Potong rumput setiap bulan	potong rumput 2 bulan sekali	potong rumput 2-3 bulan sekali	potong rumput 3-4 bulan	potong rumput 4-5 bulan sekali
kontrol elevasi puncak yang diperlukan setiap 6 bulan	kontrol elevasi puncak yang diperlukan setiap tahun	kontrol elevasi puncak yang diperlukan setiap 1-2 tahun	kontrol elevasi puncak yang diperlukan setiap 2-3 tahun	3-4 kontrol elevasi puncak yang diperlukan setiap tahun
Perbaikan jalan tanggul, jalan inspeksi yang rusak 1 tahun sekali	Perbaikan jalan tanggul, jalan inspeksi yang rusak 1-2 tahun sekali	Perbaikan jalan tanggul, jalan inspeksi yang rusak 2 tahun sekali	Perbaikan jalan tanggul, jalan inspeksi yang rusak 3 tahun sekali	Perbaikan jalan tanggul, jalan inspeksi yang rusak 4 tahun sekali
C. Bangunan-bangunan drainase: pintu, gorong-gorong, dll.				
sangat baik (nilai 5)	Baik (nilai 4)	Cukup (nilai 3)	Buruk (nilai 2)	sangat buruk (nilai 1)
Membuka/tutup pintu air setiap hari	Membuka/tutup pintu air setiap 2 hari sekali	Membuka/tutup pintu air setiap 3 hari	Membuka/tutup pintu air setiap 4 hari	Membuka/tutup pintu air setiap 7 hari sekali
Mencatat elevasi air di outlet, dan luar kolam setiap hari	Mencatat elevasi air di outlet, dan luar kolam 2 hari sekali	Mencatat elevasi air di outlet, dan luar kolam 3 hari sekali	Mencatat elevasi air di outlet, dan luar kolam 4 hari sekali	Mencatat elevasi air di outlet, dan luar kolam 7 hari sekali

Membersihkan sampah pada gorong-gorong/bangunan lainnya setiap hari	Membersihkan sampah pada gorong-gorong/bangunan lainnya 2 hari sekali	Membersihkan sampah pada gorong-gorong/bangunan lainnya 3 hari sekali	Membersihkan sampah pada gorong-gorong/bangunan lainnya 5 hari sekali	Membersihkan sampah pada gorong-gorong/bangunan lainnya 7 hari sekali
Mencatat elevasi air maksimum setiap bulan	Mencatat elevasi air maksimum 1-2 bulan sekali	Mencatat elevasi air maksimum 2-3 bulan sekali	Mencatat elevasi air maksimum 4 bulan sekali	Mencatat elevasi air maksimum 5 bulan sekali
Evaluasi kapasitas berdasar data bulanan setiap tahun	Evaluasi kapasitas berdasar data bulanan 1-2 tahun	Evaluasi kapasitas berdasar data bulanan 2-3 tahun	Evaluasi kapasitas berdasar data bulanan 4 tahun	Evaluasi kapasitas berdasar data bulanan 5 tahun
Pengecatan dan pelumasan pintu-pintu air 1 tahun sekali	Pengecatan dan pelumasan pintu-pintu air 2 tahun sekali	Pengecatan dan pelumasan pintu-pintu air 3 tahun sekali	Pengecatan dan pelumasan pintu-pintu air 4 tahun sekali	Pengecatan dan pelumasan pintu-pintu air 5 tahun sekali
Pengerukan endapan sedimen dalam bangunan, gorong-gorong, dan bangunan tertutup lainnya 1 tahun sekali	Pengerukan endapan sedimen dalam bangunan, gorong-gorong, dan bangunan tertutup lainnya 2 tahun sekali	Pengerukan endapan sedimen dalam bangunan, gorong-gorong, dan bangunan tertutup lainnya 3 tahun sekali	Pengerukan endapan sedimen dalam bangunan, gorong-gorong, dan bangunan tertutup lainnya 4 tahun sekali	Pengerukan endapan sedimen dalam bangunan, gorong-gorong, dan bangunan tertutup lainnya 5 tahun sekali

D. Kolam inspeksi, kolam tando

sangat baik (nilai 5)	Baik (nilai 4)	Cukup (nilai 3)	Buruk (nilai 2)	sangat buruk (nilai 1)
Mencatat elevasi air kolam, dan luar kolam setiap hari	Mencatat elevasi air kolam, dan luar kolam 2 hari sekali	Mencatat elevasi air kolam, dan luar kolam 3 hari sekali	Mencatat elevasi air kolam, dan luar kolam 5 hari sekali	Mencatat elevasi air kolam, dan luar kolam 7 hari sekali
Mencatat elevasi air maksimum setiap bulan	Mencatat elevasi air maksimum setia 1-2 bulan	Mencatat elevasi air maksimum 2-3 bulan sekali	Mencatat elevasi air maksimum 4 bulan sekali	Mencatat elevasi air maksimum 5 bulan sekali
Evaluasi kapasitas berdasar data bulanan 1 tahun sekali	Evaluasi kapasitas berdasar data bulanan 2 tahun sekali	Evaluasi kapasitas berdasar data bulanan 3 tahun sekali	Evaluasi kapasitas berdasar data bulanan 4 tahun sekali	Evaluasi kapasitas berdasar data bulanan 5 tahun sekali
Kualitas air/3 bl setiap tahun	Kualitas air/3 bl 2 tahun	Kualitas air/3 bl 3 tahun	Kualitas air/3 bl 4 tahun	Kualitas air/3 bl 5 tahun
Pembersihan / 6 bl setiap tahun	Pembersihan / 6 bl setiap 2 tahun	Pembersihan / 6 bl setiap 3 tahun	Pembersihan / 6 bl setiap 4 tahun	Pembersihan / 6 bl 5 tahun
Check profil kolam setiap tahun	Check profil kolam 1-2 tahun	Check profil kolam 2-3 tahun	Check profil kolam 4 tahun	Check profil kolam 5 tahun

E. Rumah pompa: diesel, pompa, genset

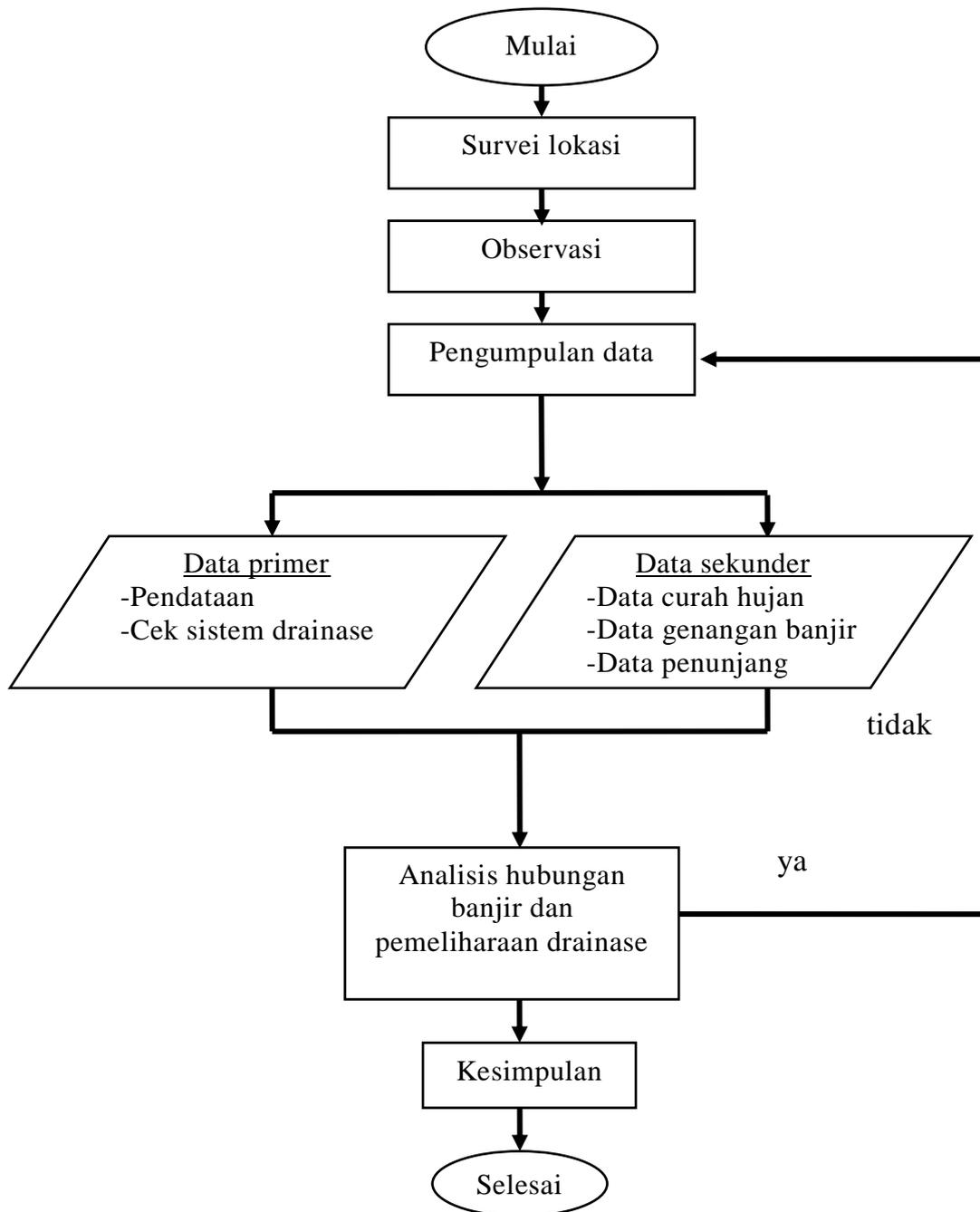
sangat baik (nilai 5)	Baik (nilai 4)	Cukup (nilai 3)	Buruk (nilai 2)	sangat buruk (nilai 1)
sangat mampu dihidupkan selama hujan	mampu dihidupkan selama hujan	kurang mampu dihidupkan selama hujan	tidak mampu dihidupkan selama hujan	tidak dihidupkan selama hujan

Menjaga tinggi muka air setiap hari	Menjaga tinggi muka air setiap 2 hari sekali	Menjaga tinggi muka air setiap 3 hari sekali	Menjaga tinggi muka air setiap 4 hari sekali	Menjaga tinggi muka air setiap 7 hari sekali
pemanasan mesin dilakukan setiap hari	pemanasan mesin dilakukan setiap hari 2 sekali	pemanasan mesin dilakukan setiap 3 hari sekali	pemanasan mesin dilakukan setiap 4 hari sekali	pemanasan mesin dilakukan setiap 7 hari sekali
Membersihkan kotoran, Pelumasan, ganti oli 1 bulan sekali	Membersihkan kotoran, Pelumasan, ganti oli 2 bulan sekali	Membersihkan kotoran, Pelumasan, ganti oli 3 bulan sekali	Membersihkan kotoran, Pelumasan, ganti oli 4 bulan sekali	Membersihkan kotoran, Pelumasan, ganti oli 5 bulan sekali
Check/servis, Filter BBM, Oli + filter, Greasing, Battery + pengisian 1 bulan sekali	Check/servis, Filter BBM, Oli + filter, Greasing, Battery + pengisian 1-2 bulan sekali	Check/servis, Filter BBM, Oli + filter, Greasing, Battery + pengisian 2-3 bulan sekali	Check/servis, Filter BBM, Oli + filter, Greasing, Battery + pengisian 3-4 bulan sekali	Check/servis, Filter BBM, Oli + filter, Greasing, Battery + pengisian 5 bulan sekali
Over haul (9.000 jam), Servis battery (4 th), Cat (4 th)	Over haul (10.000 jam), Servis battery (5 th), Cat (5 th)	Over haul (15.000 jam), Servis battery (6 th), Cat (6 th)	Over haul (20.000 jam), Servis battery (7 th), Cat (7 th)	Over haul (30.000 jam), Servis battery (8 th), Cat (8 th)

Source: Drainase perkotaan yang berkelanjutan

Tabel 3.3 Skor Penilaian Operasi & Pemeliharaan Drainase Perkotaan

No.	Skor	Keterangan
1	21 - 25	Sangat baik
2	16 - 20	Baik
3	11 - 15	Cukup
4	6 - 10	Buruk
5	0 - 5	Sangat buruk

F. Flow chart penelitian

Gambar 3.2 Bagan alir penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Hidrologi

1. Data curah hujan

Data curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data curah hujan dari stasiun panakkukang dengan kurun waktu 10 tahun (2007 - 2016).

2. Analisis intensitas curah hujan

a) Data curah hujan Panakkukang

Data curah hujan panakkukang dapat dilihat pada Tabel 4. 1

Tabel 4. 1 Data curah hujan Panakkukang periode 10 tahun (2007-2016)

Tahun	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agt.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.
2007	626	379	227	122	36	198	5	3	-	71	217	629
2008	561	927	334	155	8	49	62	4	1	102	229	769
2009	1030	536	104	86	34	34	45	-	-	111	17	523
2010	947	296	342	207	242	102	92	67	290	280	183	668
2011	624	570	612	357	104	6	-	2	1	59	145	987
2012	568	421	493	223	219	61	58	-	-	28	103	417
2013	1168	480	371	281	143	192	112	1	1	61	195	764
2014	888	301	304	223	173	122	39	6	-	-	111	577
2015	1049	336	384	276	64	93	-	-	-	-	94	544
2016	308	640	368	121	43	79	23	-	146	426	183	546

Source: hasil perhitungan

b) Pengolahan data curah hujan

Adapun hasil Pengolahan data curah hujan dan perhitungan total hujan dapat dilihat pada Tabel 4. 2 & Tabel 4. 3

Tabel 4. 2 Perhitungan Total Hujan

Tahun	Jan.	Peb.	Mar.	April	Mei	Juni	Juli	Agt.	Sept.	Okt.	Nop.	Des.	Total
2007	626	379	227	122	36	198	5	3	-	71	217	629	2513
2008	561	927	334	155	8	49	62	4	1	102	229	769	3201
2009	1030	536	104	86	34	34	45	-	-	111	17	523	2520
2010	947	296	342	207	242	102	92	67	290	280	183	668	3716
2011	624	570	612	357	104	6	-	2	1	59	145	987	3467
2012	568	421	493	223	219	61	58	-	-	28	103	417	2591
2013	1168	480	371	281	143	192	112	1	1	61	195	764	3769
2014	888	301	304	223	173	122	39	6	-	-	111	577	2744
2015	1049	336	384	276	64	93	-	-	-	-	94	544	2840
2016	308	640	368	121	43	79	23	-	146	426	183	546	2883

Source: hasil perhitungan

Tabel 4. 3 Pengolahan data curah hujan

Tahun	Xi (mm)	(Xi - X) ²
2007	2513	261529.96
2008	3201	31187.56
2009	2520	254419.36
2010	3716	478310.56
2011	3467	195894.76
2012	2591	187835.56
2013	3769	554429.16
2014	2744	78624.16
2015	2840	34003.36
2016	2883	19993.96
Jumlah	30244	2096228.4
Rerata (X)	3024.4	
Standar Deviasi (Sx)		482.612

Source : hasil perhitungan

$$Sx = \sqrt{\frac{\Sigma(Xi - X)^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{2096228.4}{10 - 1}} = 482.612$$

c) Analisis curah hujan maksimum 24 jam (R24)

Untuk mengetahui besarnya curah hujan harian maksimum 24 jam (R24), dihitung dengan menggunakan rumus Distribusi Gumbel :

$$R_{24} = \bar{X} + \frac{S_x}{S_n}(y_t - y_n)$$

Seperti yang diketahui bahwa nilai :

$$s_n = 0.9496$$

$$y_n = 0.9496$$

$$s_x = 482.612$$

y_t :

$$2 = 0.3665$$

$$5 = 1.5004$$

$$10 = 2.2502$$

$$25 = 3.1985$$

$$50 = 3.9019$$

$$R_{24} = 3024.4 + \frac{482.612}{0.9496} (0.3665 - 0.4952)$$

$$= 2958.991$$

Hasil dari perhitungan curah hujan maksimum 24 jam (R_{24}) dengan menggunakan rumus distribusi Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4. 4.

Tabel 4. 4 Hasil Perhitungan R_{24}

Periode Ulang	R_{24} (mm)
2	2958.991
5	3535.269
10	3916.338
25	4398.289
50	4755.776

Source : hasil perhitungan

d) Analisis intensitas curah hujan maksimum

Untuk analisa perhitungan intensitas curah hujan (I) dihitung dengan menggunakan rumus Mononobe :

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

$$I = \frac{2601.778}{24} \left(\frac{24}{24}\right)^{\frac{2}{3}}$$
$$= 123.291$$

Untuk hasil perhitungan intensitas curah hujan maksimum dapat dilihat pada

Tabel 4. 5 hasil perhitungan intensitas curah hujan maksimum

Periode Ulang	I tensitas (mm/Jam)
2	123.291
5	147.303
10	163.181
25	183.262
50	198.157

Source : hasil perhitungan

e) Analisis intensitas hujan rencana

Karena data hujan jangka pendek tidak tersedia yang ada hanya data hujan harian maka untuk menghitung intensitas hujan rencana menggunakan metode Mononobe dengan beberapa durasi untuk beberapa durasi waktu hujan, yakni 5 menit, 10, 15, 20, 30, 60, 120, 240, 300, 720, 1440 menit.

Diketahui :

$$R_2=2958.991$$

$$R_{25}=4398.289$$

$$R_5=3535.269$$

$$R_{50}=4755.776$$

$$R_{10}=3916.338$$

Penyelesaian:

$$t = 5 \text{ menit } (0.08 \text{ jam})$$

$$I_2 = \frac{2958.991}{24} \left(\frac{24}{0.08} \right)^{\frac{2}{3}} = 5525.168$$

$$I_5 = \frac{3535.269}{24} \left(\frac{24}{0.08} \right)^{\frac{2}{3}} = 6601.238$$

$$I_{10} = \frac{3916.338}{24} \left(\frac{24}{0.08} \right)^{\frac{2}{3}} = 7312.79$$

$$I_{25} = \frac{4398.289}{24} \left(\frac{24}{0.08} \right)^{\frac{2}{3}} = 8212.714$$

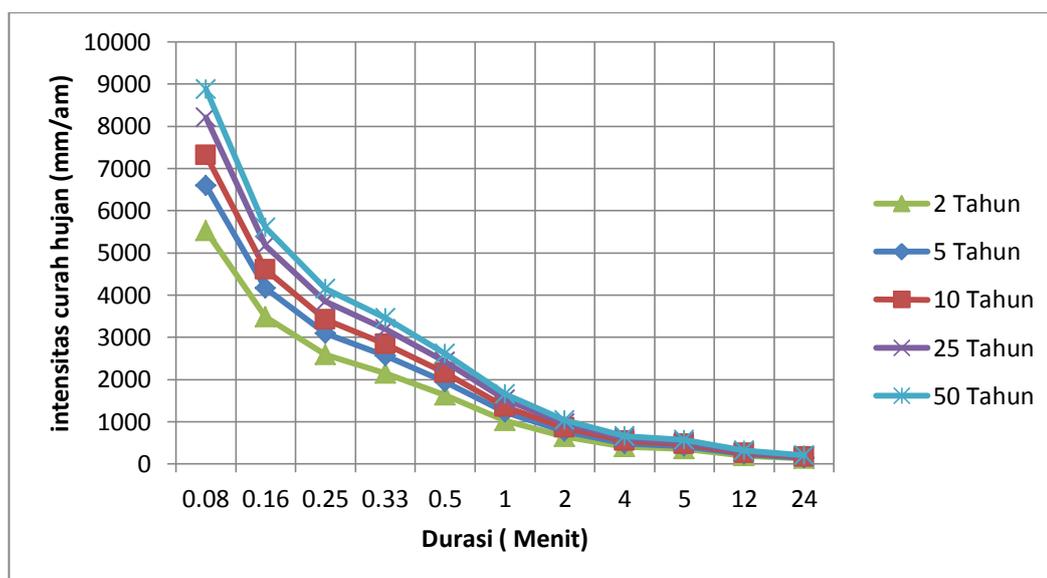
$$I_{50} = \frac{4755.776}{24} \left(\frac{24}{0.08} \right)^{\frac{2}{3}} = 8880.232$$

Untuk hasil perhitungan intensitas hujan rencana durasi waktu lainnya dapat dilihat pada Tabel 4. 6.

Tabel 4. 6 Intensitas Hujan Rencana dengan Rumus Mononobe

Durasi (Jam)	Curah Hujan Harian Maksimum 24 Jam (R24) (mm/jam)				
	2 Tahun	5 Tahun	10 Tahun	25 Tahun	50 Tahun
	2958.991	3535.269	3916.338	4398.289	4755.776
Intensitas Hujan Rencana dengan rumus Mononobe (mm/Jam)					
0.08	5525.182	6601.238	7312.79	8212.714	8880.232
0.16	3480.646	4158.519	4606.769	5173.686	5594.196
0.25	2584.917	3088.342	3421.236	3842.259	4154.553
0.33	2148.147	2566.509	2843.154	3193.038	3452.564
0.5	1628.396	1945.534	2155.244	2420.472	2617.204
1	1025.825	1225.609	1357.719	1524.802	1648.735
2	646.229	772.085	855.309	960.565	1038.638
4	407.099	486.383	538.811	605.118	654.301
5	350.827	419.152	464.333	521.475	563.86
12	195.713	233.829	259.033	290.91	314.555
24	123.291	147.303	163.181	183.262	198.157

Source: hasil perhitungan



Gambar 4. 1 Grafik Hubungan Intensitas Hujan dengan Durasi Hujan

3. Analisis debit rencana

Analisis debit limpasan permukaan dalam beberapa tahun kedepan (debit rencana) dijadikan acuan untuk merencanakan dimensi saluran drainase, agar saluran drainase tersebut dapat menampung debit banjir.

Contoh perhitungan sebagai berikut :

$$I_2 = 123.291 \text{ mm/jam}$$

$$C = 0.60$$

$$A = 0.17 \text{ km}^2$$

Maka debit rencana yang dihasilkan yaitu :

$$\begin{aligned} Q_T &= 0.278 \times C \times I \times A \\ &= 0.278 \times 0.60 \times 123.291 \times 0.0034 \\ &= 0.251514 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan periode ulang dari 2 – 50 tahun dapat dilihat pada Tabel 4. 7.

Tabel 4. 7 hasil Perhitungan Debit Rencana

No.	Lokasi	Periode Ulang (Tahun)	C	I (mm/jam)	A (km)	Q (m3/det)	
1	Kel. Karuwisi	Lr Merdeka	2	0.6	123.291	0.0034	0.25151364
		Lr. Angkasa Biru	2	0.6	123.291	0.002	0.1479492
		Lr. Bahagia	2	0.6	123.291	0.0024	0.17753904
2	Kel. Sinrijala	Lr. Gajah Mada 1	2	0.6	123.291	0.0025	0.1849365
		Lr. Gajah Mada 2	2	0.6	123.291	0.002	0.1479492
		Lr. Gajah Mada Raya	2	0.6	123.291	0.004	0.2958984
3	Kel. Tamamaung	Lr. Sukaria 4	2	0.6	123.291	0.006	0.4438476
		Lr. Sukaria 5	2	0.6	123.291	0.007	0.5178222
		Lr. Pettarani VI	2	0.6	123.291	0.006	0.4438476

Source: hasil perhitungan

4. Debit air kotor

Debit air kotor diperhitungkan sebagai berikut:

$$\text{Debit air buangan tiap orang} = 300 \text{ lt/orng/hari}$$

$$= 0,003472222 \text{ lt/org/jam}$$

$$= 0,000003472 \text{ m}^3/\text{org}/\text{detik}.$$

Contoh perhitungan pada saluran di Lorong Merdeka

$$\text{Jumlah penduduk} = 185 \text{ orang}$$

$$\begin{aligned} \text{Debit air kotor (Q)} &= 185 \times 0,000003472 \\ &= 0.000642357 \text{ m}^3/\text{det} \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan debit air kotor di ketiga kelurahan dapat dilihat pada Tabel 4. 8.

Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan debbit air kotor (Q)

No.	Lokasi	Jumlah Penduduk (jiwa)	Debit Air Kotor (m ³ /det)	
1	Kel. Karuwisi	Lr. Merdeka	185	0.000642357
		Lr. Angkasa Biru	200	0.00069444
		Lr. Bahagia	205	0.000711801
2	Kel. Sinrijala	Lr. Gajah Mada 1	200	0.00069444
		Lr. Gajah Mada 2	205	0.000711801
		Lr. Gajah Mada Raya	215	0.000746523
3	Kel. Tamamaung	Lr. Sukaria 4	215	0.000746523
		Lr. Sukaria 5	270	0.000937494
		Lr. Pettarani VI	220	0.000763884

Source: hasil perhitungan

Untuk mendapatkan Q total maka Q debit rencana (Q1) + debit air kotor (Q2) untuk lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 4. 9

Tabel 4. 9 Debit total (Q total)

No.	Lokasi	Q Rencana (m ³ /det)	Debit air Kotor (m ³ /det)	Q1 + Q2 (m ³ /det)	
1	Kel. Karuwisi	Lr. Merdeka	0.25151364	0.000642357	0.252155997
		Lr. Angkasa Biru	0.1479492	0.00069444	0.14864364
		Lr. Bahagia	0.17753904	0.000711801	0.178250841
2	Kel. Sinrijala	Lr. Gajah Mada 1	0.1849365	0.00069444	0.18563094
		Lr. Gajah Mada 2	0.1479492	0.000711801	0.148661001
		Lr. Gajah Mada Raya	0.2958984	0.000746523	0.296644923
3	Kel. Tamamaung	Lr. Sukaria 4	0.4438476	0.000746523	0.444594123
		Lr. Sukaria 5	3.69873	0.000937494	3.699667494
		Lr. Pettarani VI	0.4438476	0.000763884	0.444611484

Source: hasil perhitungan

B. Analisis Hidrolika

Analisis hidrolika dilakukan sebagai kontrol terhadap drainase yang akan dilakukan atau drainase yang telah ada untuk memastikan bahwa dimensi saluran drainase telah sesuai dengan perencanaan dengan berpedoman pada analisis hidrologi.

1. Menghitung dimensi saluran

Dimensi saluran yang akan dihitung adalah dimensi saluran di kec. Panakkukang Kelurahan Karuwisi, Kelurahan Sinrijala, Kelurahan Tamamaung.

a) Dimensi saluran persegi di Kelurahan Karuwisi, lorong Merdeka.

- Luas Penampang (A)

$$A = B \times h$$

$$= 0.40 \times 0.21$$

$$= 0.084 \text{ m}^2$$

- Keliling basah (P)

$$P = B + 2h$$

$$= 0.40 + (2 \times 0.21)$$

$$= 0.82 \text{ m}$$

- Jari – jari hidrolis (R)

$$R = \frac{A}{p}$$

$$= \frac{0.084}{0.82}$$

$$= 0.102 \text{ m}$$

- Kecepatan aliran (V)

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

$$= \frac{1}{0.014} \times 0.102^{2/3} \times 0.03^{1/2}$$

$$= 2.701 \text{ m}^3/\text{det}$$

- Debit saluran (Qs)

$$Qs = A \times V$$

$$= 0.108 \times 2.926$$

$$= 0.227 \text{ m}^3/\text{det}$$

Adapun untuk perhitungan dimensi saluran secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 4. 10.

Tabel 4. 10 Perhitungan Kapasitas Saluran

Kelurahan	Bentuk penampang	Dimensi saluran						S	n
		B (m)	h (m)	w (m)	A (m)	P (m)	R (m)		
Lr. Merdeka	Persegi	0.4	0.21	0.324	0.084	0.82	0.102	0.03	0.01
Karuwisi Lr. Angkasa Biru	Persegi	0.37	0.15	0.274	0.056	0.67	0.084	0.03	0.01
Lr. Bahagia	Persegi	0.36	0.17	0.292	0.061	0.7	0.087	0.03	0.01
Lr. Gajah Mada 1	Persegi	0.27	0.25	0.354	0.068	0.77	0.088	0.03	0.01
Sinrijala Lr. Gajah Mada 2	Persegi	0.26	0.2	0.316	0.052	0.66	0.079	0.03	0.01
Lr. Gajah Mada Raya	Persegi	0.42	0.23	0.339	0.097	0.88	0.11	0.03	0.01
Lr. Sukaria 4	Persegi	0.49	0.27	0.367	0.132	1.03	0.128	0.03	0.01
Tamamaung Lr. Sukaria 5	Persegi	0.64	0.3	0.387	0.192	1.24	0.155	0.015	0.01
Lr. Pettarani VI	Persegi	0.63	0.2	0.316	0.126	1.03	0.122	0.03	0.01

Source: hasil perhitungan

Dari hasil perhitungan yang terdapat pada Tabel 4. 10 diatas, diketahui bahwa debit saluran maksimum (Q_s) berada pada Kelurahan Tamamaung Sukaria 5 yaitu $Q_s = 4.485 \text{ m}^3/\text{det}$.

C. Analisis pemeliharaan drainase

Tabel 4. 11 Indikator penilaian

No.	Lokasi	Indikator Penilaian					Total	
		A	B	C	D	E		
1	Kel. Karawusi	Lr. Merdeka	1	1	1	1	1	5
		Lr. Angkasa Biru	2	1	1	1	1	6
		Lr. Bahagia	2	1	1	1	1	6
2	Kel. Sinrijala	Lr. Gajah Mada I	2	1	1	1	1	6
		Lr. Gajah Mada II	2	1	1	1	1	6
		Lr. Gajah Mada Raya	1	1	1	1	1	5
3	Kel. Tamamaung	Lr. Sukaria IV	1	1	1	1	1	5
		Lr. Sukaria V	1	1	1	1	1	5
		Lr. Pettarani VI	1	1	1	1	1	5

Source: hasil perhitungan

Ket. : A = Saluran drainase internal

B = Tanggul jalan inspeksi

C = Bangunan-bangunan drainase: pintu, gorong-gorong, dll

D = Kolam inspeksi, kolam tando

E = Rumah pompa: diesel, pompa, genset

Tabel 4. 12 Hasil Analisis Data Penelitian

No.	Lokasi penelitian	Kec. Panakkukang	Q Saluran (m ³ /det)	Q Hujan (m ³ /det)	Indikator Penilaian O&P	Ket.
1	Kel. Karawisi	Lr. Merdeka	0.245784	0.252156	5	sangat buruk
		Lr. Angkasa Biru	0.136863	0.148644	6	buruk
		Lr. Bahagia	0.171727	0.178251	6	buruk
2	Kel. Sinrijala	Lr. Gajah Mada 1	0.183362	0.185631	6	buruk
		Lr. Gajah Mada 2	0.147467	0.148661	6	buruk
		Lr. Gajah Mada Raya	0.287482	0.296645	5	sangat buruk
3	Kel. Tamamaung	Lr. Sukaria 4	0.435002	0.444594	5	sangat buruk
		Lr. Sukaria 5	3.021954	3.699667	5	sangat buruk
		Lr. Pettarani VI	0.426258	0.444611	5	sangat buruk

Source: hasil perhitungan

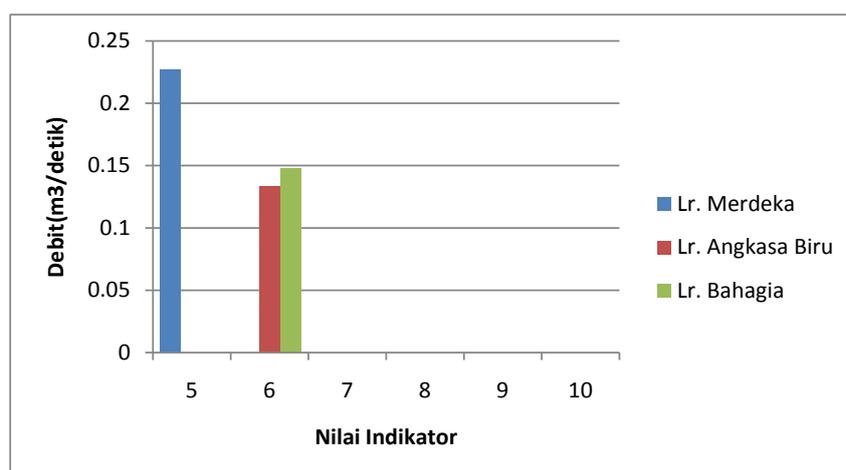
Dari hasil analisis data penelitian pada Tabel 4. 12. memperlihatkan pada lokasi Lorong Merdeka, Lorong Gajah Mada Raya, Lorong Sukaria 4, Lorong Sukaria 5, Lorong Sukaria 6 indikator penilaian O&P hanya mendapatkan skor 5 yang berarti kondisi pemeliharaan pada kelima lorong yang disebut sangat buruk. Sedangkan selain kelima lorong yang disebutkan mendapatkan skor 6 yang berarti kondisinya buruk.

Tinjauan korelasi debit hidrologi dengan debit hidrolika dapat dilihat pada Tabel 4. 13

Tabel 4. 13 Tinjauan hubungan Qhidrologi dengan Qhidrolika

No.	Q1 Hidrologi (m ³ /detik)	Q2 Hidrolika (m ³ /detik)	Keterangan
1	0.252155997	0.245784	Q1 > Q2
2	0.14864364	0.136863	Q1 > Q2
3	0.178250841	0.1717272	Q1 > Q2
4	0.18563094	0.1833624	Q1 > Q2
5	0.148661001	0.1474668	Q1 > Q2
6	0.296644923	0.2874816	Q1 > Q2
7	0.444594123	0.4350024	Q1 > Q2
8	3.699667494	3.021954	Q1 > Q2
9	0.444611484	0.426258	Q1 > Q2

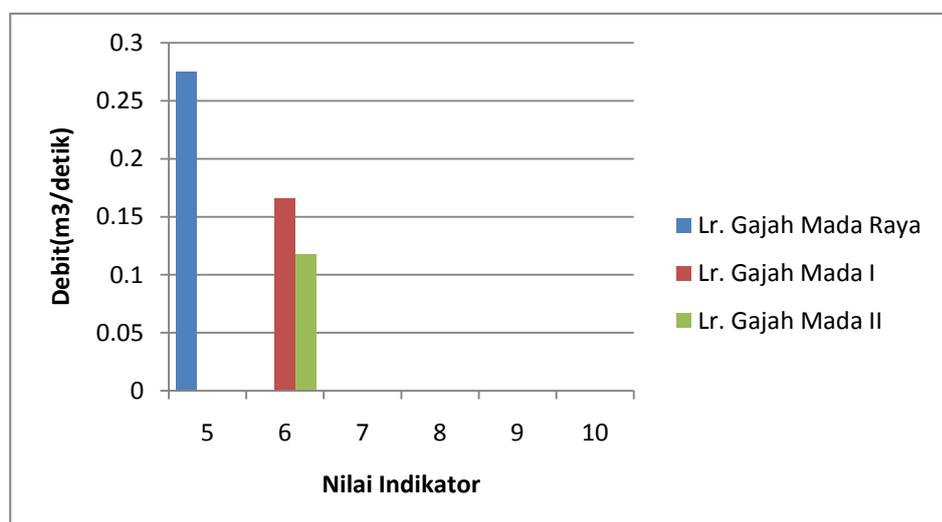
Source: hasil perhitungan



Gambar 4.2 Grafik Hubungan Pemeliharaan drainase dengan Kejadian Banjir di Kelurahan Karuwisi

Pada Gambar 4.2 memperlihatkan hubungan antara debit saluran dengan nilai indicator pemeliharaan pada kelurahan Karuwisi, dimana pada Lorong Merdeka memiliki debit 0.227 m³/detik, nilai indicator pemeliharaan 5 (sangat buruk), pada Lorong Bahagia memiliki debit

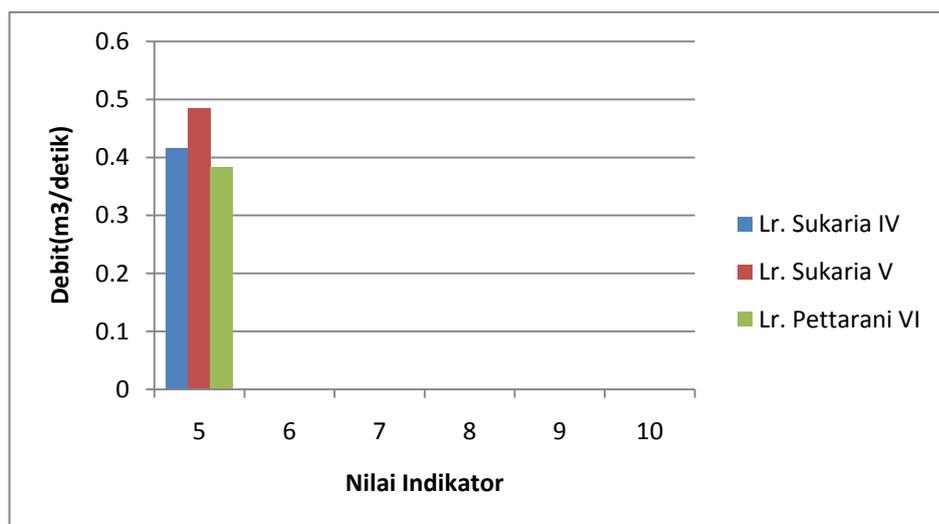
0.148 m³/detik, nilai indicator 6 (buruk), dan pada Lorong Angkasa Biru memiliki debit 0.133 m³/detik, nilai indicator 6 (buruk). Dari grafik diatas membuktikan bahwa debit banjir yang terjadi erat kaitannya dengan pemeliharaan drainase, kecenderungannya memperlihatkan nilai indicator yang rendah makin memperbesar debit banjir yang terjadi.



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Pemeliharaan drainase dengan Kejadian Banjir di Kelurahan Sinriala.

Pada Gambar 4.3 memperlihatkan hubungan antara debit saluran dengan nilai indicator pemeliharaan pada kelurahan Sinrijala, dimana pada Lorong Gajah Mada Raya memiliki debit 0.275 m³/detik, nilai indicator pemeliharaan 5 (sangat buruk), pada Lorong Gajah Mada I memiliki debit 0.166 m³/detik, nilai indicator 6 (buruk), dan pada Lorong Gajah Mada II memiliki debit 0.118 m³/detik, nilai indicator 6

(buruk). Dari grafik diatas membuktikan bahwa debit banjir yang terjadi erat kaitannya dengan pemeliharaan drainase, kecenderungannya memperlihatkan nilai indicator yang rendah makin memperbesar debit banjir yang terjadi.



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Pemeliharaan drainase dengan Kejadian Banjir di Kelurahan Tamamaung.

Pada Gambar 4.4 memperlihatkan hubungan antara debit saluran dengan nilai indicator pemeliharaan pada kelurahan Tamamaung, dimana pada Lorong Sukarian IV memiliki debit 0.415 m³/detik, nilai indicator pemeliharaan 5 (sangat buruk), pada Lorong Sukarian V memiliki debit 0.485 m³/detik, nilai indicator 5 (sangat buruk), dan pada Lorong Pettarani VI memiliki debit 0.383 m³/detik, nilai indicator 5 (sangat buruk). Dari grafik diatas membuktikan bahwa debit banjir yang terjadi erat kaitannya dengan pemeliharaan drainase,

kecenderungannya memperlihatkan nilai indicator yang rendah makin memperbesar debit banjir yang terjadi.

D. Hasil Pembahasan

- 1) Pengaruh pemeliharaan drainase di Kecamatan Panakkukang kota Makassar, pada Kelurahan Karuwisi, Lorong Merdeka memperoleh nilai indicator 5 (sangat buruk) dan memperoleh tingkat debit banjir pada 0.227 m³/detik, Lorong Angkasa Biru memperoleh nilai indicator 6 (buruk) dan memperoleh tingkat debit banjir pada 0.133 m³/detik, Lorong Bahagi memperoleh nilai indicator 6 (buruk) dan memperoleh tingkat debit banjir pada 0.148 m³/detik, Kelurahan Sinrijala pada Lorong Gajah mada I memperoleh nilai indicator 6 (buruk) dan memperoleh tingkat debit banjir pada 0.166 m³/detik, Lorong Gajah Mada II memperoleh nilai indicator 6 (buruk) dan memperoleh tingkat debit banjir pada 0.118 m³/detik, Lorong Gajah Mada Raya memperoleh nilai indicator 5 (sangat buruk) dan memperoleh tingkat debit banjir pada 0.275 m³/detik, sedangkan Kelurahan Tamamaung pada pada Lorong Sukaria IV memperoleh nilai indicator 5 (sangat buruk) dan memperoleh tingkat debit banjir pada 0.415 m³/detik, Lorong Sukaria V memperoleh nilai indicator 5 (sangat buruk) dan memperoleh tingkat debit banjir pada 0.485

m³/detik, dan Lorong Pettarani VI memperoleh nilai indicator 5 (sangat buruk) dan memperoleh tingkat debit banjir pada 0.383 m³/det.

- 2) Metode pemeliharaan drainase untuk mencegah banjir di kecamatan Panakkukang, kota Makassar adalah pertama dengan melakukan kegiatan pengamanan dan pencegahan seperti inspeksi rutin, melarang membuang sampah di saluran drainase dan melarang merusak bangunan drainase, kedua melakukan kegiatan perawatan seperti perawatan rutin dan perawatan berkala, ketiga kegiatan perbaikan dan penggantian seperti perbaikan darurat dan permanen.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari hasil penelitian ini sebagai berikut :

- 1) Pengaruh pemeliharaan drainase di Kecamatan Panakkukang, Kelurahan Karuwisi, kota Makassar, memiliki tingkat pemeliharaan buruk dan sangat buruk, dan debit banjir antara 0,133 m³/detik sampai dengan 0,227 m³/detik, dan memiliki kecenderungan debit banjir makin tinggi pada tingkat pemeliharaan yang rendah, pada Kelurahan Sinrijala memiliki tingkat pemeliharaan buruk dan sangat buruk dan debit banjir antara 0,118 m³/detik sampai dengan 0,275 m³/detik, dan kelurahan Tamamaung memiliki tingkat pemeliharaan sangat buruk, dan debit banjir antara 0.383 m³/detik sampai dengan 0.485 m³/detik. Ini memperlihatkan bahwa pengaruh pemeliharaan drainase sangat berpengaruh terhadap terjadinya banjir.
- 2) Metode pemeliharaan drainase yang efektif untuk mencegah banjir di kota Makassar adalah dengan melakukan kegiatan pemeliharaan pengamananan dan pencegahan secara rutin dan berkala, juga merubah pola pikir masrakat setempat agar merasa memiliki sarana –prasarana drainase yang ada.

B. Saran

adapun saran yang dapat penulis sampaikan setelah melakukan proses penelitian sebagai berikut :

- 1) kepada stakeholder atau instansi yang terkait dengan drainase agar melakukan inspeksi rutin drainase guna melakukan pemeliharaan untuk mencegah banjir yang disebabkan oleh kurangnya pemeliharaan dikemudian hari.
- 2) Kepada masyarakat agar meningkatkan kesadaran pentingnya pemeliharaan drainase untuk mencegah banjir.
- 3) Penelitian ini diharapkan sebagai masukan bagi pihak yang terkait baik pihak pemerintah kota maupun pemerhati lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Admin. (2017, 03 31). Ini Data Jumlah Penduduk Makassar Tahun 2015 hingga 2017. Retrieved 04 17, 2018, from <http://berita-sulsei.com/2017/03/31/data-jumlah-penduduk-makassar-tahun-2015-hingga-2017/>
- Anonim. 1997. *Drainase Perkotaan*. Penerbit Gunadarma, Jakarta.
- Anonim. 1990. *Petunjuk Desain Drainase Permukaan Jalan* No.008/T/BNKT/1990. Direktorat Jendral Bina Marga, Jakarta.
- Azmeri, & Fatimah, E. (2017). *Sidik cepat ancaman banjir bandang*. Yogyakarta: Deepublish.
- BNPB. 2011. *Indeks Rawan Bencana Indonesia*. Jakarta: BNPB
- Defence,SeaConsultants.2009.*Peningkatan Sistem Drainase Perkotaan*. BRR dan RoyalNetherlands Emmbasy. Aceh.
- Hasmar, Halim. *Drainase Terapan*. Yogyakarta: UII Press, 2011.
- Kusnadi, Kaslim D. Indra, Setiawan B. Sapei, Asep. Pratowo. Erizal. 2006. *Perancangan Irigasi dan Drainase Interaktif Berbasis Teknologi Informasi*. Institut Pertanian Bogor (IPB). Bogor.
- M, Billy Laula, and Djoni Irianto. "Analisis penanggulangan banjir pada sistem drainase." *Rekayasa teknik sipil*, 2014: 12-19.
- Machairiyah.2007.*Analisis Curah Hujan untuk Pendugaan Debit Puncak dengan Metode Rasional pada Das Percut Kabupaten Deli Serdang*. Universitas SumateraUtara (USU). Medan.

- Marsyad, Hardoyo.2009.*Mekanika Fluida Dasar. Fakultas Teknik Universitas malahayati.* Bandar lampung.
- Marsyad,Hardoyo.2010.*Mekanika Fluida Lanjut. Fakultas Teknik Universitas malahayati.* Bandar lampung.
- Peraturan daerah Kota Bandar Lampung Nomor10Tahun2011tentang *Rencana Tata Ruang Wilayah Tahun 2011 – 2030.*
- Pribadi, Krishna S, dkk. 2008. *Buku Pegangan Guru Pendidikan Siaga Bencana.* Bandung: Pusat Mitigasi Bencana-Institut Teknologi Bandung.
- Siswoko. 1985. *Pola Pengendalian Banjir pada Sungai.* Buletin pengairan 2.1985 Jakarta: Dirjen Pengairan, Departemen Pekerjaan Umum
- SNI03.2406.1991 Tentang*Tata Cara Perencanaan Drainase.*
- Suripin. 2004. *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan.* Penerbit Andi,Semarang.
- Syafaty, Ilham. "*Korelasi banjir terhadap drainase perkotaan (studi kasus banjir di kota Makassar).*" Majalah ilmiah al-jibra vol. 11 (2010).
- Syarifudin, A. (2017). *Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan.* Yogyakarta: Penerbit ANDI (Anggota IKSPI).
- Undang - undang Republik Indonesia Nomor7 Tahun 2004 Tentang *Sumber Daya Air.*
- Yaqin, M. (2013, Februari Rabu). 87280501 perencanaan-sistem-drainase. Retrieved September Minggu, 2018, from <https://www.slideshare.net:>

<https://www.slideshare.net/k1ngd3m/87280501-perencanaansistemdrainase>

Yusuf, Adi M. 2006. *Kinerja Sistem Drainase Yang Berkelanjutan Berbasis Partisipasi Masyarakat*. Universitas Diponegoro, Semarang.

Zaky, Akhmad A. dan Nirmala, Ina. 2008. *Identifikasi Fenomena Banjir Tahunan menggunakan SIG dan Perencanaan Drainase*, Universitas Islam Indonesia (UII), Yogyakarta.

LAMPIRAN



Gambar L. 1 Kondisi Lorong 4 RW 02 RT 02 Jl.Urip Sumoharjo, banjir dalamnya 50 cm sepanjang 700 m, Kelurahan Karuwisi Utara, Panakkukang, Kamis (21/12/2017) sumber: infomakassarong.com/



Gambar L. 2 Satgas Drainase Kecamatan Panakukang mengangkat sampah dan juga sedimen di got Jalan Hertasing. (Sulselsatu.com/Hermawan Mappiwali)



Gambar L. 3 Kelurahan Tamamaung, Jln. Sukaria V



Gambar L. 4 Kelurahan Tamamaung, Jln. Sukaria IV



Gambar L. 5 Kelurahan Tamamaung, Jln. Sukaria VI



Gambar L. 6 Kel. Karuwisi Lr. Merdeka



Gambar L. 7 *Karuwisi Lr. Angkasa Biru*



Gambar L. 8 *Kel. Karuwisi Lr. Bahagia*



Gambar L. 9 *Kel. Sinrijala Lr. Gajah Mada I*



Gambar L. 10 *Kel. Sinrijala Lr. Gajah Mada II*



Gambar L. 11 *Kel. Sinrijala Lr. Gajah Mada Raya*

Tabel L. 1 *Reduced Standard Deviation (Sn)*

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

Tabel L. 2 *Reduced Mean (Yn)*

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

Tabel L. 3 *Data Awal Kapasitas Drainase*

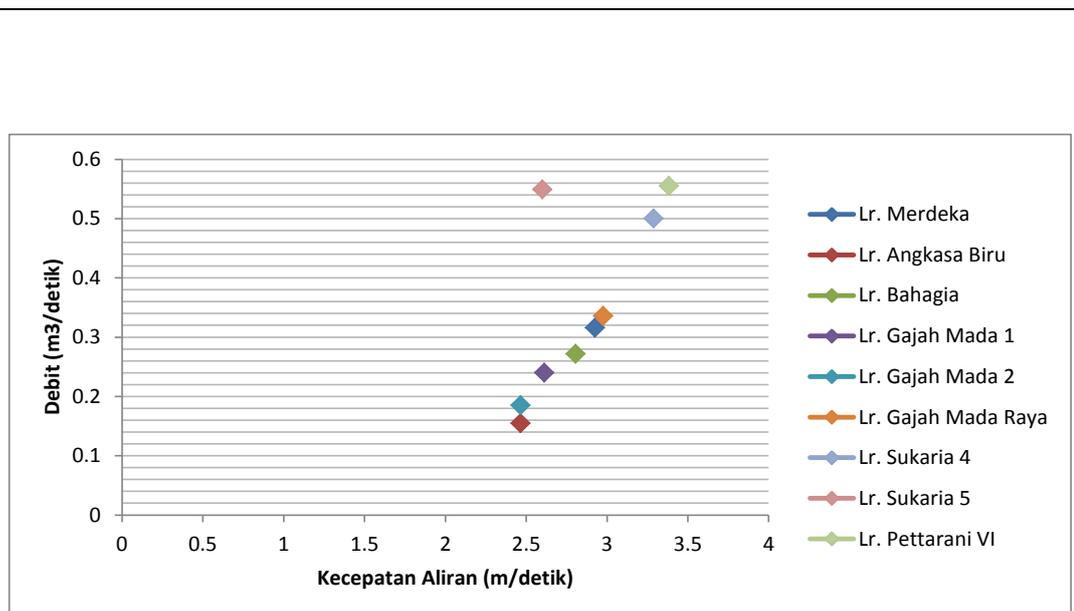
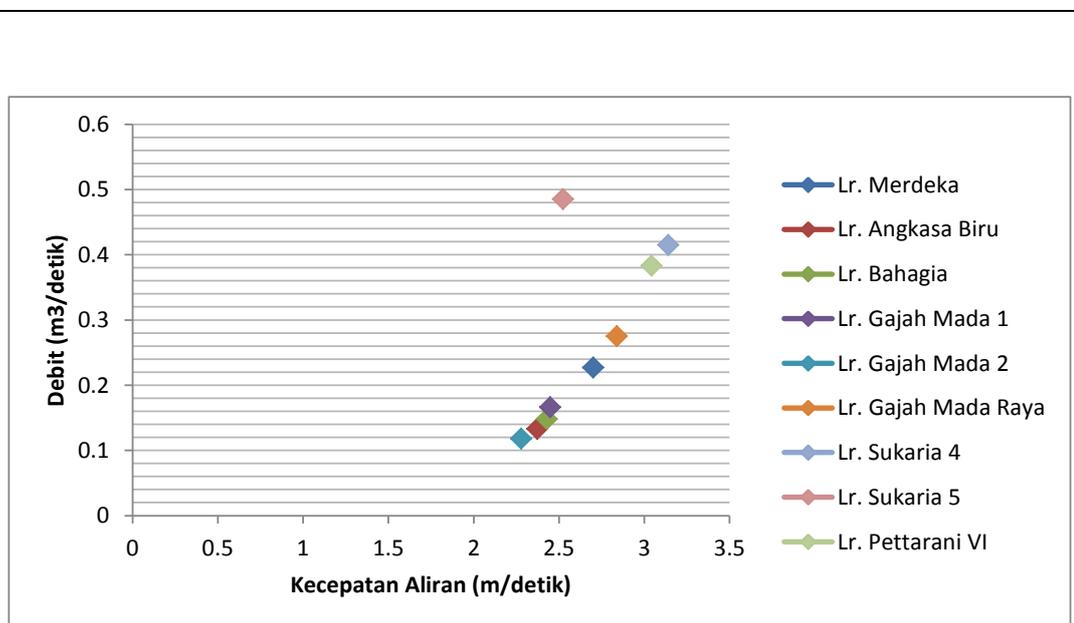
	Panjang (m)	Bentuk penampang	Dimensi saluran						S	n	V (m/detik)
			B (m)	h (m)	w (m)	A (m)	P (m)	R (m)			
Perdeka	173.46	Persegi	0.4	0.27	0.367	0.108	0.94	0.115	0.03	0.014	2.92
Perkasa Biru	134.68	Persegi	0.37	0.17	0.292	0.063	0.71	0.089	0.03	0.014	2.46
Permagia	165.89	Persegi	0.36	0.27	0.367	0.097	0.9	0.108	0.03	0.014	2.80
Permah Mada 1	149.4	Persegi	0.27	0.34	0.412	0.092	0.95	0.097	0.03	0.014	2.61
Permah Mada 2	156.4	Persegi	0.26	0.29	0.381	0.075	0.84	0.089	0.03	0.014	2.46
Permah Mada	145.8	Persegi	0.42	0.27	0.367	0.113	0.96	0.118	0.03	0.014	2.97
Perkaria 4	145.8	Persegi	0.49	0.31	0.394	0.152	1.11	0.137	0.03	0.014	3.28
Perkaria 5	156.4	Persegi	0.64	0.33	0.406	0.211	1.3	0.162	0.015	0.014	2.6
Perkaranani VI	229.1	Persegi	0.63	0.26	0.361	0.164	1.15	0.143	0.03	0.014	3.38

Source: Hasil perhitungan

Tabel L. 4 Hasil Perhitungan Debit Air Kotor

	Lokasi	Jumlah Rumah (Unit)	Volume Limbah Cair (liter/orang/hari)
Kel. Karuwisi	Lr. Merdeka	37	300
	Lr. Angkasa Biru	40	300
	Lr. Bahagia	41	300
Kel. Sinrijala	Lr. Gajah Mada 1	40	300
	Lr. Gajah Mada 2	41	300
	Lr. Gajah Mada Raya	43	300
Kel. Tamamaung	Lr. Sukaria 4	43	300
	Lr. Sukaria 5	54	300
	Lr. Pettarani VI	44	300

Source: Hasil perhitungan

Gambar L. 12 *Sebelum Ada Sedimen*Gambar L. 13 *Setelah Ada Sedimen*

