

TUGAS AKHIR

**ANALISIS BANJIR DAN PENGENDALIANNYA DI KAWASAN
PERUMNAS BUMI TAMALANREA PERMAI**



Disusun oleh :

Hardianto Putra Pratama

45 15 041 076

PROGRAM STUDI SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS BOSOWA MAKASSAR

2022





UNIVERSITAS BOSOWA
Jl. Urip Sumoharjo Km. 4 Telp. (0411) 452901 – 452789
Fax. 452949 Website : www.universitasbosowa.ac.id
Makassar – Sulawesi Selatan - Indonesia

LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUGAS AKHIR **SEMINAR TUTUP**

Judul Tugas Akhir :

**"ANALISIS BANJIR DAN PENGENDALIANNYA DI KAWASAN
BUMI TAMALANREA PERMAI"**


Disusun dan diajukan oleh :

Nama : Hardianto Putra Pratama

NIM : 45 15 041 076

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada
program studi Teknik Sipil / Jurusan Sipil Fakultas Teknik Universitas
Bosowa.

Telah disetujui oleh Komisi Pembimbing :

Pembimbing 1 : Ir. Burhanuddin Badrun, M.Sp. ()

Pembimbing 2 : Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, M.T. ()


Makassar,

Januari 2022

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Sipil


Dr. Ridwan, S.T., M.Si
NIDN. 09-101271-01


Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, M.T.
NIDN. 00-010565-02



LEMBAR PENGESAHAN

Berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar No. A183/FT/UNIBOS/II/2022 Tanggal 11 Februari 2022, Perihal Pengangkatan panitia dan tim penguji Tugas Akhir, maka pada :

Hari / Tanggal : Rabu / 16 Februari 2022
N a m a : **Hardianto Putra Pratama**
No.Stambuk : **45 15 041 076**
Fakultas / Jurusan : Teknik / Teknik Sipil
Judul Tugas Akhir : **ANALISIS BANJIR DAN PENGENDALIANNYA DI KAWASAN PERUMNAS BUMI TAMALANREA PERMAI**

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Tugas Akhir Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar setelah dipertahankan di depan tim penguji ujian sarjana strata satu (S-1) untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa Makassar.

TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Ketua (Ex. Officio) : Ir. Burhanuddin Badrun, M.Sp
Sekretaris (Ex. Officio) : Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT
Anggota : Ir. Hj. Satriawati Cangara, M.Sp
Dr. Suryani Syahrir, ST. MT
(.....)

Makassar, Februari 2022

Mengetahui :

Dekan Fakultas Teknik
Univ. Bosowa Makassar

Dr. Ridwan, S.T., M.Si.
NIDN.09-101271-01

Ketua Program Studi / Jurusan Sipil
Univ. Bosowa Makassar

Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, MT.
NIDN.00-010565-02

SURAT PERNYATAAN
KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Hardianto Putra Pratama**
Nomor Stambuk : **4515041076**
Program Studi : **Teknik Sipil**
Judul Tugas Akhir : **ANALISIS BANJIR DAN PENGENDALIANNYA DI
KAWASAN PERUMNAS BUMI TAMALANREA
PERMAI**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa :

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

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

Makassar, 24 Februari 2022



ang Menyatakan

Hardianto Putra Pratama

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : **Hardianto Putra Pratama**

Nomor Stambuk : **4515041076**

Program Studi : **Teknik Sipil**

Judul Tugas Akhir : **ANALISIS BANJIR DAN PENGENDALIANNYA DI
KAWASAN PERUMNAS BUMI TAMALANREA
PERMAI**

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan dari hasil karya saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan programming yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Bosowa.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Makassar, 24 Februari 2022

Yang membuat pernyataan



Hardianto Putra Pratama
4515041076

PRAKATA

Puji dan syukur dipersembahkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan berkah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul “ANALISIS BANJIR DAN PENGENDALIANNYA DI KAWASAN PERUMNAS BUMI TAMALANREA PERMAI” yang merupakan salah satu syarat diajukan untuk menyelesaikan studi S1 pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa banyak kendala yang dihadapi dalam penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan dari berbagai pihak maka tugas akhir ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, dengan segala ketulusan dan kerendahan hati, ucapan terima kasih, penghormatan serta penghargaan yang setinggi-tingginya penulis ucapkan pada semua pihak yang telah membantu, yaitu kepada :

Allah SWT yang memberikan kesehatan serta kesempatan untuk menyelesaikan tugas akhir ini.

Ibu dan Alm. Ayah tercinta atas segala kasih sayang, cinta dan segala dukungan yang selama ini diberikan, baik spritual maupun materil.

Bapak Prof. Dr. H. M. Saleh Pallu, M.Eng. selaku Rektor Universitas Bosowa.

Bapak Dr. Ridwan, S.T., M.Si. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Bosowa.

Bapak Dr. Ir. A. Rumpang Yusuf, M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa sekaligus dosen

pembimbing II, atas segala kesabaran dan waktu yang telah diluangkan senantiasa selalu memberikan arahan dan bimbingan mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan tugas akhir ini.

Bapak Ir. Burhanuddin Badrun., M.Sp. selaku dosen pembimbing I, atas segala keikhlasannya untuk selalu memberikan bimbingan dan pengarahan hingga selesainya penyusunan tugas akhir ini.

Bapak Ir. Arman Setiawan, S.T., M.T. selaku penasehat akademik, yang senantiasa menerima dan memberi solusi kepada penulis dalam berbagai kendala selama ini.

Seluruh dosen, asisten laboratorium serta staf Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bosowa atas segala arahan dan bantuannya.

Teman Se-angkatan Teknik Sipil 2015 / La'Borong Grup yang memberikan dukungan dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini. Terkhusus saudara Adhitya Ponco Prawira, Arif Hidayat, Asriadi, Dela Aprilla, dan Rezky Darmawan terima kasih atas bantuan dan kerja samanya.

Rekan-rekan Lembaga Se-Fakultas Teknik Universitas Bosowa, terkhusus anggota Bengkel Seni Teknik serta anggota Himpunan Mahasiswa Sipil, atas dukungannya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Yulike Anastasia Baden yang telah mensupport dan memberikan semangat kepada saya dalam mengerjakan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa setiap karya buatan manusia tidak pernah luput dari kesalahan dan kekurangan, oleh karena itu penulis mengharapkan kepada pembaca kiranya dapat memberi sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas akhir ini.

Akhirnya semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan karunia-Nya kepada kita dan semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat, khususnya dalam bidang ketekniksipilan.

Makassar, 24 Februari 2022

Penulis

Hardianto Putra Pratama

ABSTRAK

ANALISIS BANJIR DAN PENGENDALIANNYA DI KAWASAN PERUMNAS BUMI TAMALANREA PERMAI

Hardianto Putra P ¹⁾, Burhanuddin Badrun ²⁾, A Rumpang Yusuf ³⁾

Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bosowa
Jl. Jenderal Urip Sumoharjo KM. 4, Sinrijala, Panakkukang, Makassar,
Sulawesi Selatan, 90231.

Hardianto Putra Pratama. 2019. "Identifikasi Banjir dan Pengendaliannya di Kawasan Perumnas Bumi Tamalanrea Permai". Penelitian ini dilaksanakan di Kota Makassar, Kec. Tamalanrea, Provinsi Sulawesi Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besaran debit banjir dan cara pengendalian banjir pada kawasan tersebut. Metode penelitian yang digunakan adalah Analisis Deskriptif baik secara kualitatif dengan jenis pendekatan non eksperimen dan pendekatan kuantitatif. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini banjir yang terjadi di Kawasan perumnas Bumi Tamalanrea Permai ialah Debit saluran lebih kecil daripada Debit genangan sehingga saluran tidak dapat mengaliri/menampung besaran genangan tersebut sehingga terjadi peluapan sebesar 2.525,69 m³/dtk. Dan pengendalian yang dipilih untuk mengendalikan debit banjir ialah pembuatan sumur resapan dengan volume sebesar 2,335 m³ dengan jumlah 2.523 buah sumur resapan.

Kata Kunci; Banjir, debit banjir, pengendalian banjir, sumur resapan

ABSTRACT

FLOOD ANALYSIS AND ITS CONTROL IN PERUMNAS BUMI TAMALANREA PERMAI AREA

Hardianto Putra P ¹⁾, Burhanuddin Badrun ²⁾, A Rumpang Yusuf ³⁾

*Civil Engineering, Faculty of Engineering, University of Bosowa
Jenderal Urip Sumoharjo KM. 4 street, Sinrijala, Panakkukang, Makassar,
South Sulawesi, 90231.*

Hardianto Putra Pratama. 2019. *“Flood Identification and Control in the Perumnas Bumi Tamalanrea Permai Area”*. This research was conducted in Makassar City, Kec. Tamalanrea, South Sulawesi Province. This study aims to determine the amount of flood discharge and how to control flooding in the area. The research method used is descriptive analysis both qualitatively with a non-experimental approach and a quantitative approach. The results obtained from this study that the flood that occurred in the Bumi Tamalanrea Permai housing area was that the channel discharge was smaller than the inundation discharge so that the channel could not drain/accommodate the amount of the inundation, resulting in an overflow of 2,525.69 m³/sec. And the control chosen to control the flood discharge is making infiltration wells with a volume of 2,335 m³ with a total of 2,523 infiltration wells.

Keywords; Floods, flood discharge, flood control, infiltration wells

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGAJUAN UJIAN TUTUP	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN DAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR	iv
PERNYATAAN KESASLIAN TUGAS AKHIR	v
PRAKATA	vi
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR NOTASI.....	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxi
BAB I PENDAHULUAN	I-1
1.1. Latar Belakang	I-1
1.2. Rumusan Masalah	I-4
1.3. Maksud dan Tujuan Penelitian	I-5
1.4. Pokok Masalah.....	I-5

1.5. Manfaat Penelitian	I-5
1.6. Ruang Lingkup Pembahasan	I-6
1.7. Sistematika Penulisan	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	II-1
2.1 Teori Banjir	II-1
2.2 Teori Banjir	II-1
2.3 Faktor-Faktor Mempengaruhi Banjir	II-6
2.4 Penanggulangan Banjir	II-7
2.5 Drainase	II-9
2.6 Sistem Drainase Sumur Resapan	II-11
2.7 Faktor - Faktor yang Perlu Diperimbangkan Dalam Pembuatan Sumur Resapan	II-15
2.8 Prinsip Kerja Sumur Resapan	II-20
2.9 Desain Sumur Resapan	II-21
2.10 Lubang Biopori Resapan	II-26
2.11 Teori Partisipasi Masyarakat	II-28
2.12 Analisis Data Curah Hujan	II-32
2.13 Analisis Debit Genangan Banjir	II-45
2.14 Studi Literatur	II-48

BAB III	METODE PENELITIAN	III-1
3.1	Jenis Penelitian	III-1
3.2	Lokasi dan Waktu Penelitian	III-1
3.3	Objek Penelitian	III-3
3.4	Sumber Data	III-3
3.5	Teknik Pengumpulan Data	III-5
3.6	Alur Bagan	III-6
BAB IV	ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN	IV-1
4.1	Analisa Hidrologi	IV-1
4.2	Uji Chi-Kuadrat.....	IV-6
4.3	Analisis Intensitas Curah Hujan.....	IV-10
4.4	Penentuan Metode Intensitas Curah Hujan	IV-13
4.5	Perbandingan Intensitas Curah Hujan menggunakan rumus <i>Talbot, Sherman & Ishiguro</i>	IV-24
4.6	Perhitungan Debit Genangan Banjir.....	IV-29
4.7	Usulan Penanggulangan.....	IV-30
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	V-1
5.1	Kesimpulan.....	V-1

5.2 Saran.....V-1

DAFTAR PUSTAKA..... xxii

LAMPIRAN xxiv



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jumlah Sumur Resapan yang harus dibuat berdasarkan kondisi permeabilitas dan luas bidang tanah	II-17
Tabel 2.2 Hubungan kecepatan infiltrasi dan tekstur tanah	II-18
Tabel 2.3 Perbedaan daya serap tanah pada berbagai kondisi permukaan tanah	II-19
Tabel 2.4 Jarak Minimum Sumur Resapan Air Hujan Terhadap Bangunan.....	II-23
Tabel 2.5 Hubungan sampel (n) dengan Y_n dan S_n	II-34
Tabel 2.6 Hubungan periode ulang (t) dengan varian reduksi (Y_t).....	II-35
Tabel 2.7 Nilai K terhadap C_s	II-36
Tabel 2.8 Tabel distribusi X^2	II-38
Tabel 2.9 Koefisien Limpasan (C).....	II-47
Tabel 4.1 Curah Hujan Maksimum.....	IV-1
Tabel 4.2 Analisis Curah Hujan Rencana E.J Gumbel	IV-2
Tabel 4.3 Analisa Hujan Rencana Metode E.J Gumbel	IV-3
Tabel 4.4 Analisis Curah Hujan Rencana Metode Log Person Type III.....	IV-4

Tabel 4.5 Analisa Hujan Rencana Metode Log Person Type III	IV-6
Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Uji Chi Kuadrat	
metode <i>E.J. Gumbel</i>	IV-7
Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Uji Chi Kuadrat	
metode Log Person Type III	IV-9
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Hujan Rencana	IV-10
Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan	
Metode <i>Van Breen</i>	IV-11
Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Metode Hasper dan Der	
Weduwen	IV-13
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Rumus	
<i>Talbot</i> - Metode <i>Van Breen</i>	IV-15
Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Rumus	
<i>Talbot</i> - Metode Hasper dan Der Weduwen	IV-17
Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Rumus	
Sherman - Metode <i>Van Breen</i>	IV-19
Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Rumus	
Sherman - Metode Hasper dan Der Weduwen	IV-20
Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Rumus	
<i>Ishiguro</i> - Metode <i>Van Breen</i>	IV-22

Tabel 4.16 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Rumus

Ishiguro - Metode Hasper dan Der Weduwen IV-24

Tabel 4.17 Devisiasi Metode *Van Breen* 10 tahun IV-24

Tabel 4.18 Devisiasi Metode *Van Breen* 25 tahun IV-25

Tabel 4.19 Devisiasi Metode *Van Breen* 50 tahun IV-25

Tabel 4.20 Devisiasi Metode *Van Breen* 100 tahun IV-26

Tabel 4.21 Devisiasi Metode Hasper dan Weduwen 10 tahun IV-26

Tabel 4.22 Devisiasi Metode Hasper dan Weduwen 25 tahun IV-27

Tabel 4.23 Devisiasi Metode Hasper dan Weduwen 50 tahun IV-27

Tabel 4.24 Devisiasi Metode Hasper dan Weduwen 100 tahun IV-28

Tabel 4.25 Perbandingan Devisiasi Terkecil IV-28

Tabel 4.26 Intensitas Hujan Efektif IV-28

Tabel 4.27 Debit Genangan Banjir IV-30

DAFTAR GAMBAR

Nomor		Halaman
Gambar 2.1	Klasifikasi Fasilitas Penahan Air Hujan	II-13
Gambar 2.2	Sistem Drainase Sumur Resapan Air Hujan	II-14
Gambar 2.3	Tata Letak Sumur Resapan Air Hujan.....	II-13
Gambar 2.4	Sumur Resapan	II-23
Gambar 3.1	Peta Lokasi Penelitian	III-2

UNIVERSITAS
BOSOWA

DAFTAR NOTASI

%	: Persen,
>	: Lebih besar dari,
A	: Luas Daerah Genangan Banjir (ha),
C	: Koefisien Pengaliran,
cm	: Centi Meter,
CHHM	: Curah Hujan Harian Maksimal,
C_s	: Koefisien Kemiringan
DAS	: Daerah Aliran Sungai,
Ha	: Hektare,
I	: Intensitas curah hujan (mm/jam),
IPAL	: Instalasi Pengolah Air Limbah,
K	: Karakteristik distribusi Log Pearson Tipe III,
Log X_i	: Nilai Rata Curah Hujan Logaritmik,
Log X_t	: Nilai Curah Hujan periode ulang tahun,
m^3/dtk	: Meter Kubik per detik,
m^2	: Meter Persegi,

m : Meter,

Max : Maksimal,

Min : Minimal,

mm : Mili Meter,

mm/jam : Mili Meter per Jam,

N : Jumlah Data Hujan,

Q : Debit Banjir Rencana (m³/detik),

RSAH : Sumur Resapan Air Hujan,

Ri : Curah Hujan.

Rt : Curah Hujan Maksimum (mm) ,

S : Standar Deviasi,

t : Durasi Curah Hujan (jam),

Tc : Waktu Konsentrasi (jam),

X : Data Curah Hujan,

Xi : Curah Hujan Harian Maksimum Yang Terpilih
(mm/hari),

Xt : Besarnya Curah Hujan periode ulang tahun,

DAFTAR LAMPIRAN

1) Data Sekunder

Lampiran 1.1 Data Curah Hujan Tahun 2010 – 2020 Makassar xix

Lampiran 1.2 Peta Banjir dan Genangan Kota Makassar xx

Lampiran 1.3 Peta Topografi Kota Makassar..... xxi

Lampiran 1.4 Peta Saluran Drainase Prumnas

BTP Makassar xxii

Lampiran 1.5 Tabel Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase..... xxiii

Lampiran 1.6 Peta Tata Guna Lahan Kota Makassar xxiv

2) Data Primer

Lampiran 2.1 Foto Lokasi Pada Saat Terjadi

Banjir di BTP Makassar xxv

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Banjir adalah peristiwa terbenamnya daratan (yang biasanya kering) karena volume air yang meningkat. Banjir merupakan gejala / fenomena yang mempunyai latar belakang yang kini semakin kompleks., merupakan bagian dari siklus iklim (Abdul Hamid,2006). Indonesia merupakan negara yang beriklim tropis yang basah (*Humid Tropic*) dengan ciri mempunyai curah hujan tinggi pada musim penghujan. Akibatnya di beberapa tempat di musim penghujan terjadi bencana banjir yang menimbulkan korban, bahkan terjadinya genanganpun dapat menimbulkan kerugian. Kerugian ini semakin besar apabila bencana banjir terjadi di daerah yang padat penduduknya (Isanugroho, 2002)

Indonesia merupakan wilayah yang rawan terhadap berbagai jenis bencana, termasuk bencana alam. Bencana alam merupakan fenomena alam yang dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan dan kehancuran lingkungan yang pada akhirnya dapat menyebabkan korban jiwa, kerugian harta benda dan kerusakan pembangunan yang telah dibangun selama ini. Bencana alam yang terjadi akibat eksploitasi sumberdaya alam tanah, hutan, dan air secara berlebihan serta akibat perubahan cuaca atau iklim global

telah mengakibatkan bertambahnya lahan kritis, selain itu dampaknya akan mengubah tata guna air, sehingga dapat mengakibatkan banjir, kekeringan, tanah longsor, kebakaran hutan dan lahan serta meningkatnya laju erosi dan sedimentasi.

Kota Makassar beberapa tahun terakhir ini sering dilanda banjir, puncaknya pada tahun 2019 yang terjadi mencapai seluruh wilayah kota. Banjir yang melanda Kota Makassar ini telah menghambat aktifitas ekonomi dan sosial masyarakat dan tidak jarang menjadi penyebab kerusakan infrastruktur seperti jalan dan jembatan.

Banjir di Kota Makassar selain dipengaruhi oleh tingginya curah hujan yang relatif tinggi, kondisi topografi yang berbentuk cekungan, debit aliran air meningkat, perubahan tata guna lahan dan pasang surut air laut, juga dipengaruhi oleh kurang memadainya sistem drainase yang ada, meskipun pemerintah kota telah memprogramkan serta membangun infrastruktur drainase namun persoalan banjir masih saja menjadi masalah serius. Curah hujan yang relatif tinggi dalam satuan waktu tertentu yang lebih dikenal sebagai intensitas curah hujan, merupakan salah faktor utama penyebab banjir. Intensitas curah hujan adalah ketinggian curah hujan yang terjadi pada satu kurung waktu dimana air tersebut terkonsentrasi (Loebis,1992). Intensitas hujan yang tinggi

pada umumnya berlangsung dengan durasi yang pendek dan meliputi daerah yang sangat tidak luas (Suwarjadi,1987).

Genangan yang terjadi di beberapa wilayah Kecamatan Tamalanrea Khususnya di wilayah BTN Bung Permai, BTN Hamzi. Kedua daerah tersebut merupakan daerah terparah apabila musim hujan sedang berlangsung, hanya dalam waktu beberapa jam hujan turun, maka hampir separuh daerah tersebut sudah tergenangi. Begitupun dengan wilayah perumahan bumi tamalanrea permai, daerah tersebut sebelumnya merupakan kawasan resapan air yang kini ditelah dikonversi menjadi kawasan perumahan, dengan fasilitas drainase yang tidak sempurna menjadikan daerah tersebut sebagai kawasan rawan banjir karena hampir setiap saat tergenang, walaupun genangan tersebut bersifat periodik tapi itu sudah sangat meresahkan masyarakat yang ada di wilayah tersebut. Pada penelitian kali ini penulis mencoba menguji keberlakuan Sumur Resapan di Kota Makassar yakni Bumi Tamalanrea Permai.

Secara teori yang dimaksud dengan pengendalian banjir adalah mengalirkan kelebihan air ke tempat lain agar tidak mengganggu kenyamanan yang ada. Konsep lama dalam pengendalian banjir adalah mengusahakan agar air secepatnya dialirkan/ dibuang kehilir. Sejalan dengan pengalaman ternyata hal ini tidak selalu membawa hal baik bagi masyarakat yang tinggal di

daerah hilir. Dalam kenyataannya pola ini seringkali hanya memindahkan lokasi banjir yang terjadi. Sehingga muncullah konsep baru pengendalian banjir.

Konsep baru dalam pengendalian banjir adalah suatu upaya mengendalikan air permukaan dengan sasaran memperlama kehadirannya pada suatu tempat, tanpa mengganggu lingkungan yang ada dan menambah daerah resapan. Konsep yang baru ini lebih didasarkan pada upaya penanggulangan banjir dan juga pelestarian air hujan agar dapat digunakan.

Berdasarkan latar belakang tersebut diatas, penulis ingin mengangkat judul;

**“ANALISIS BANJIR DAN PENGENDALIANNYA DI KAWASAN
PERUMNAS BUMI TAMALANREA PERMAI”**

Sebagai salah satu bagian awal dalam penanganan bencana banjir yang terjadi.

1.2. Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Seberapa besar debit banjir di kawasan Perumnas Bumi Tamalanrea Permai ?

2. Bagaimana pengendalian yang dapat dilakukan untuk mencegah banjir di kawasan Perumnas Bumi Tamalanrea Permai ?

1.3. Maksud dan Tujuan Peniitian

Maksud dan Tujuan penelitian ini adalah untuk :

1. Untuk mengetahui seberapa besar debit banjir di kawasan Perumnas Bumi Tamalanrea Permai.
2. Untuk mengetahui cara pengendalian yang dapat dilakukan untuk mencegah banjir di kawasan Perumnas Bumi Tamalanrea Permai.

1.4. Pokok Masalah

Pokok masalah dalam penelitian ini adalah banjir yang tiap tahun terjadi di Perumnas Bumi Tamalanrea Permai. Dengan demikian penilitian ini akan menguraikan faktor-faktor yang memicu terjadinya banjir dan penanggulangannya di kawasan Perumnas Bumi Tamaanrea Permai.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah :

1. Manfaat Praktis

- a. Dapat memberikan informasi hasil kajian ilmiah tentang terjadinya bencana banjir di beberapa wilayah di Bumi Tamalanrea Permai.

2. Manfaat Teoritis

- a. Untuk kajian dan pengembangan ilmu pengetahuan bidang keairan khususnya penanganan daerah rawan bencana banjir.
- b. Dapat digunakan sebagai dasar pengembangan pembangunan daerah padat penduduk pada masa yang akan datang.

1.6. Ruang Lingkup Pembahasan

Dalam penulisan akhir ini, penulisan membahas tentang:

1. Perhitungan Curah Hujan tahun 2011 - 2020.
2. Perhitungan Rencana Intensitas Curah Hujan selama 100 tahun
3. Perhitungan Debit Saluran Drainase
4. Perhitungan Debit Banjir
5. Alternatif Pengendalian Banjir => Skenario permodelan pengendalian banjir.

1.7. Sistematika Penulisan

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulisan membuat suatu garis besar terdiri dari 5 bab yaitu:

Bab 1. Pendahuluan

Berisi tentang penjelasan latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan penelitian, pokok masalah, manfaat penelitian, ruang lingkup pembahasan dan sistematika penulisan.

Bab 2. Tinjauan Pustaka

Berisi teori-teori dasar yang digunakan untuk menunjang permasalahan yang berhubungan dengan Banjir Kota.

Bab 3. Metode Penelitian

Berisikan tentang jenis penelitian, lokasi dan waktu penelitian, objek penelitian, sumber data, prosedur penelitian, teknik pengumpulan data.

Bab 4. Hasil dan Pembahasan

Berisikan tentang perhitungan frekuensi dan intensitas curah hujan, debit genangan banjir dan rancangan bangunan pengendali banjir.

Bab 5. Kesimpulan dan Saran

Berisikan kesimpulan tentang penyebab banjir di kawasan Perumnas Bumi Tamalanrea Permai dan apa yang harus dilakukan oleh mengenai Banjir yang terjadi di kawasan tersebut.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum

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

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

2.2. Teori Banjir

Banjir adalah aliran yang melimpas tanggul alam atau tanggul buatan dari suatu sungai (Soewarno, 1996 dalam Suhandini, 2011). Banjir di suatu daerah dapat disebabkan oleh dua hal yaitu peristiwa alam, dan aktifitas manusia. Banjir karena peristiwa alam disebabkan oleh intensitas hujan yang tinggi dan lama curah hujan, topografi, kondisi tanah, penutupan lahan, dan

pendangkalan alamiah (Soewarno, 1996 dalam Suhandini, 2011). Banjir karena ulah manusia disebabkan oleh kepadatan penduduk, jaringan drainase yang buruk (Sinaro, 1984 dalam Suhandini, 2011), banjir juga bisa disebabkan oleh perubahan tataguna lahan, pembangunan permukiman dan kegiatan-kegiatan lain di dataran banjir (Suprayogi, 2005 dalam Suhandini, 2011).

Maryono (2005) menjelaskan banjir yang terus berlangsung di Indonesia disebabkan oleh empat hal yaitu faktor hujan yang lebat, penurunan resistensi DAS terhadap banjir, kesalahan pembangunan alur sungai dan pendangkalan sungai. Faktor hujan merupakan faktor alami yang dapat menyebabkan banjir namun faktor ini tidak selamanya menyebabkan banjir karena tergantung besar intensitasnya. Banjir merupakan adalah fenomena alam yang merupakan bagian dari siklus iklim. Bahwa kemudian banjir menciptakan petaka bagi manusia adalah akibat dari intervensi manusia terhadap alam (Kusumaatmadja, 2004 dalam Suhandini, 2011).

Peristiwa banjir yang terjadi disebabkan oleh debit air sungai yang besarnya lebih dari biasanya akibat dapat meningkatkan risiko banjir (Asdak, 2010). Banjir merupakan suatu peristiwa alam biasa, kemudian berkembang menjadi suatu masalah bencana, jika air limbahannya mengganggu kehidupan,

penghidupan dan keselamatan manusia (Setyowati, 2010). Menurut Suripin (2004), Sumber banjir dapat dibedakan menjadi 3 macam, yaitu:

- a. Banjir kiriman, aliran banjir yang datangya dari daerah hulu di luar kawasan yang tergenang. Hal ini dapat terjadi jika hujan yang terjadi di daerah hulu menimbulkan aliran banjir yang melebihi kapasitas sungainya atau banjir kanal yang ada sehingga ada limpasan.
- b. Banjir lokal, genangan air yang timbul akibat hujan yang jatuh di daerah itu sendiri. Hal ini dapat terjadi kalau hujan melebihi kapasitas drainase yang ada.
- c. Banjir rob, banjir yang terjadi baik akibat aliran langsung air pasang dan/atau air balik dari saluran drainase akibat terhambat oleh air pasang.

Implikasi banjir dapat dibedakan menjadi implikasi fisik, sosial, dan ekonomi. Implikasi fisik dapat berupa fisik alami dan fisik bangunan. Implikasi fisik alami berupa rusak atau tergenangnya lahan permukiman, lahan pertanian, dan kawasan industri. Implikasi fisik bangunan dapat berupa rusak/robohnya fasilitas umum (gedung sekolah, perkantoran, rumah sakit, pasar), bangunan rumah penduduk, bangunan industri, rusaknya sarana transportasi (jalan, jembatan rusak/hanyut), dan rusaknya jaringan

irigasi atau drainase kota. Implikasi sosial dapat berupa terganggunya kegiatan masyarakat di bidang pendidikan, kesehatan dan komunikasi (Kodotie, 2002 dalam Suhandini, 2011).

Berdasarkan Undang-undang No.24 Tahun 2007, Bencana banjir didefinisikan sebagai peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan penghidupan masyarakat. Bencana dapat disebabkan baik oleh faktor alam dan / atau faktor non- alam maupun faktor manusia sehingga mengakibatkan timbulnya korban jiwa manusia, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.

Kerawanan banjir adalah keadaan yang menggambarkan mudah atau tidaknya suatu daerah, terkena banjir dengan didasarkan pada faktor-faktor alam yang mempengaruhi banjir antara lain faktor meteorologi (intensitas curah hujan, distribusi curah hujan, frekuensi dan lamanya hujan berlangsung) dan karakteristik daerah aliran sungai (kemiringan lahan/kelerengan, ketinggian lahan, testur tanah dan penggunaan lahan) (suherlan, 2001).

Istilah banjir terkadang bagi sebagian orang disamakan dengan genangan, sehingga penyampaian informasi terhadap bencana banjir di suatu wilayah menjadi kurang akurat. Genangan adalah luapan air yang hanya terjadi dalam hitungan jam setelah

hujan mulai turun. Genangan terjadi akibat meluapnya air hujan pada saluran pembuangan sehingga menyebabkan air terkumpul dan tertahan pada suatu wilayah dengan tinggi muka air 5 hingga >20 cm. Sedangkan banjir adalah meluapnya air hujan dengan debit besar yang tertahan pada suatu wilayah yang rendah dengan tinggi muka air 30 hingga > 200 cm.

Menurut M. Syahril (2009), Kategori atau jenis banjir terbagi berdasarkan lokasi sumber aliran permukaan dan berdasarkan mekanisme terjadinya banjir.

1. Berdasarkan lokasi sumber aliran permukaannya :

- a. Banjir Kiriman (banjir bandang) : Banjir yang diakibatkan oleh tingginya curah hujan didaerah hulu sungai.
- b. Banjir lokal : banjir yang terjadi karena volume hujan setempat yang melebihi kapasitas pembuangan disuatu wilayah.

2. Berdasarkan mekanisme banjir terdiri atas 2 jenis yaitu :

- a. *Regular Flood* : Banjir yang diakibatkan oleh hujan
- b. *Irregular Flood* : Banjir yang diakibatkan oleh selain hujan, seperti tsunami, gelombang pasang, dan hancurnya bendungan.

2.3. Faktor – Faktor yang mempengaruhi Banjir

Penyebab terjadinya banjir disuatu wilayah antara lain :

1. Hujan, dimana dalam jangka waktu yang panjang atau besarnya hujan selama sehari-hari.
2. Erosi tanah, dimana menyisakan batuan yang menyebabkan air hujan mengalir deras diatas permukaan tanah tanpa terjadi resapan.
3. Buruknya penanganan sampah yaitu menyumbatnya saluran - saluran air sehingga tubuh air meluap dan membanjiri daerah sekitarnya.
4. Pembangunan tempat pemukiman dimana tanah kosong diubah menjadi jalan atau tempat parkir yang menyebabkan hilangnya daya serap air hujan. Pembangunan tempat pemukiman bisa menyebabkan meningkatnya risiko banjir sampai 6 kali lipat dibanding tanah terbuka yang biasanya mempunyai daya serap tinggi.
5. Bendungan dan saluran air yang rusak dimana menyebabkan banjir terutama pada saat hujan deras yang panjang.
6. Keadaan tanah dan tanaman dimana tanah yang ditumbuhi banyak anaman mempunyai dayaserap air yang besar.

7. Di daerah bebatuan dimana daya serap air sangat kurang sehingga bisa menyebabkan banjir kiriman atau banjir bandang.

Banjir yang terjadi dapat menimbulkan beberapa kerugian (Eko, 2003), diantaranya adalah:

1. Bangunan akan rusak atau hancur akibat daya terjang air banjir, terseret arus, terkikis genangan air, longsornya tanah di seputar/di bawah pondasi.
2. Hilangnya harta benda dan korban nyawa.
3. Rusaknya tanaman pangan karena genangan air.
4. Pencemaran tanah dan air karena arus air membawa lumpur, minyak dan bahan-bahan lainnya.

2.4. Penanggulangan Banjir

Pentingnya memahami suatu bencana khususnya bencana banjir di wilayah perkotaan merupakan langkah awal dalam mengurangi kerugian dari segala aspek. Berdasarkan prinsip pengolahan risiko banjir terdiri atas 12 tahapan (Abhas,2012), yaitu:

1. Memahami jenis, sumber, aset-aset yang terekspose dan kerentanan banjir
2. Rancangan untuk pengolahan banjir dapat menyesuaikan dengan perubahan dan ketidakpastian di masa depan.

3. Urbanisasi yang berjalan cepat membutuhkan pengolahan risiko banjir secara terintegrasi dengan rancangan kota rutin dan tata laksana.
4. Strategi terintegrasi membutuhkan penggunaan tindakan-tindakan struktural dan non-struktural dan cara pengukuran yang tepat untuk mendapatkan hasil yang seimbang secara tepat.
5. Tindakan-tindakan struktural dengan rekayasa tinggi dapat menyebabkan transfer risiko di hilir dan di hulu.
6. Kemungkinan untuk mentiadakan risiko banjir secara keseluruhan adalah mustahil
7. Banyak tindakan pengolahan banjir memiliki keuntungan berganda di atas peran mereka mengelola banjir
8. Sangat penting untuk mempertimbangkan konsekuensi sosial dan ekologis secara lebih luas dalam pembiayaan pengolahan banjir.
9. Kejelasan mengenai siapa yang bertanggung jawab untuk konstruksi dan pengolahan program-program risiko banjir sangat perlu.
10. Implementasi tindakan-tindakan pengolahan risiko banjir memerlukan kerjasama dari para pemangku kepentingan.

11. Perlu adanya komunikasi yang berlangsung secara intens menerus untuk meningkatkan kesadaran dan memperkuat kesiapan.

12. Rencana pemulihan secara cepat setelah terjadi banjir dan gunakan proses pemulihan untuk meningkatkan kapasitas masyarakat.

Pengelolaan risiko banjir khususnya perkotaan merupakan intervensi multi disiplin dan multi sektoral yang jatuh pada tanggung jawab dari keragaman badan-badan pemerintahan dan non pemerintahan.

Berlandaskan tindakan tindakan pengelolaan yang mengacu pada kedekatan spasial, dapat memudahkan otoritas lokal dalam mengambil keputusan yang tepat.

2.5. Drainase

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai komponen penting dalam perencanaan kota khususnya perencanaan infrastruktur. Secara umum, drainase didefinisikan sebagai serangkaian buangan air yang berfungsi untuk mengurangi dan atau membuang kelebihan air dari suatu lahan sehingga lahan dapat difungsikan secara optimal.

Menurut Suripin (2004:7), drainase mempunyai arti mengalirkan menguras, membuang, atau mengalihkan air. Drainase juga diartikan sebagai suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah serta cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut.

Saluran drainase berfungsi untuk mengeringkan daerah becek dan genangan air yang menyebabkan terjadinya banjir. Selain itu saluran drainase juga berfungsi mencegah terjadinya erosi tanah, kerusakan jalan, dan lain-lain. Oleh karena itu, saluran drainase sangat dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih, dan sehat. Sistem saluran drainase umumnya dibag atas 2 (dua) bagian, yaitu:

a. Sistem drainase makro

Sistem drainase makro yaitu sistem saluran yang menampung dan mengalirkan air dari satu daerah tangkapan air hujan. Sistem drainase makro ini menampung aliran yang skala besar dan luas seperti kana kanal atau sungai-sungai.

b. Sistem drainase mikro

Sistem drainase mikro yaitu sistem saluran dan buangan pelengkap yang menampung dan mengalirkan air dari daerah tangkapan hujan. Sistem drainase ini adalah saluran di sepanjang sisi jalan, saluran air di sekitar bangunan, dan lainnya dimana jumlah air yang ditampung tidak terlalu besar.

Sistem jaringan drainase merupakan bagian dari infrastruktur pada suatu kawasan, drainase masuk pada kelompok infrastruktur air pada pengelompokan infrastruktur wilayah, selain itu ada kelompok jalan, kelompok sarana transportasi, kelompok pengelolaan limbah,

kelompok bangunan kota, kelompok energi dan kelompok telekomunikasi (Grigg 1988, dalam Suripin, 2004).

Air hujan yang jatuh di suatu kawasan perlu dialirkan atau dibuang, caranya dengan pembuatan saluran yang dapat menampung air hujan yang mengalir di permukaan tanah tersebut. Sistem saluran di atas selanjutnya dialirkan ke sistem yang lebih besar. Sistem yang paling kecil juga dihubungkan dengan saluran rumah tangga dan sistem saluran bangunan infrastruktur lainnya, sehingga apabila cukup banyak limbah cair yang berada dalam saluran tersebut perlu diolah (*treatment*). Seluruh proses tersebut di atas yang disebut dengan sistem drainase (Kodoatie, 2003).

2.6. Sistem Drainase Sumur Resapan

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. Dirunut dari hulunya, bangunan sistem drainase terdiri dari saluran penerima (*interceptor drain*), saluran pengumpul (*colector 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 drainase yang lengkap, sebelum masuk ke badan air penerima air diolah dahulu pada Instalasi Pengolah Air Limbah (IPAL), khususnya untuk sistem tercampur. Hanya air yang telah memiliki baku mutu tertentu yang dimasukkan ke dalam badan air penerima, biasanya sungai, sehingga tidak merusak lingkungan (Suripin, 2004).

Berdasarkan prinsip pengertian sistem drainase di atas yang bertujuan agar tidak terjadi banjir di suatu kawasan, ternyata air juga merupakan sumber kehidupan. Diperlukan usaha-usaha yang komprehensif dan integratif yang meliputi seluruh proses, baik yang bersifat struktural maupun non struktural, untuk mencapai tujuan tersebut (Suripin, 2004).

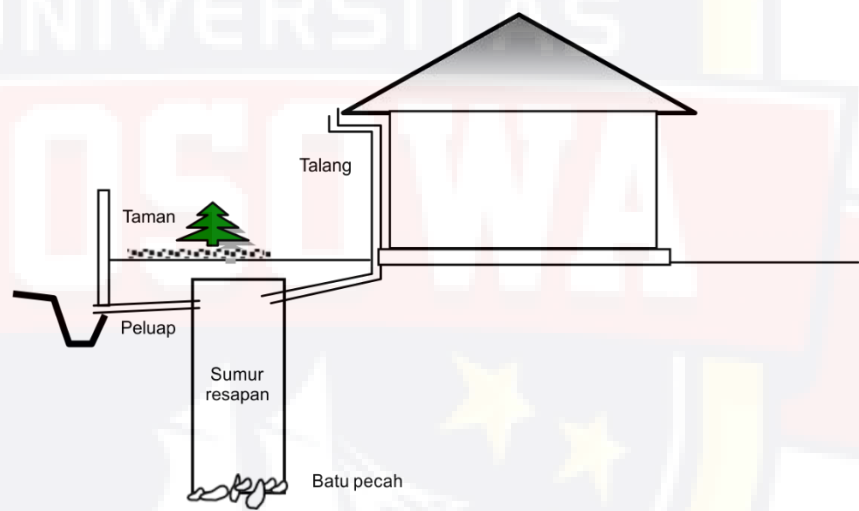
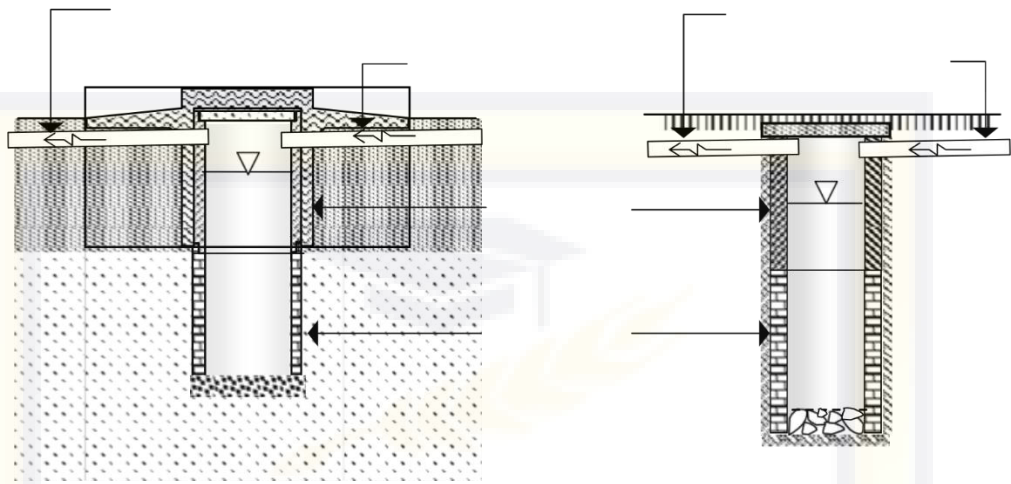
Sampai saat ini perancangan drainase didasarkan pada filosofi bahwa air secepatnya mengalir dan seminimal mungkin menggenangi daerah layanan. Tapi dengan semakin timpangnya perimbangan air (pemakaian dan ketersediaan) maka diperlukan suatu perancangan drainase yang berfilosofi bukan saja aman terhadap genangan tapi juga sekaligus berasas pada konservasi air (Sunjoto, 1987).

Konsep Sistem Drainase yang berkelanjutan prioritas utama kegiatan harus ditujukan untuk mengelola limpasan permukaan dengan cara mengembangkan fasilitas untuk menahan air hujan. Berdasarkan fungsinya, fasilitas penahan air hujan dapat dikelompokkan menjadi dua tipe, yaitu tipe penyimpanan dan tipe peresapan (Suripin, 2004).

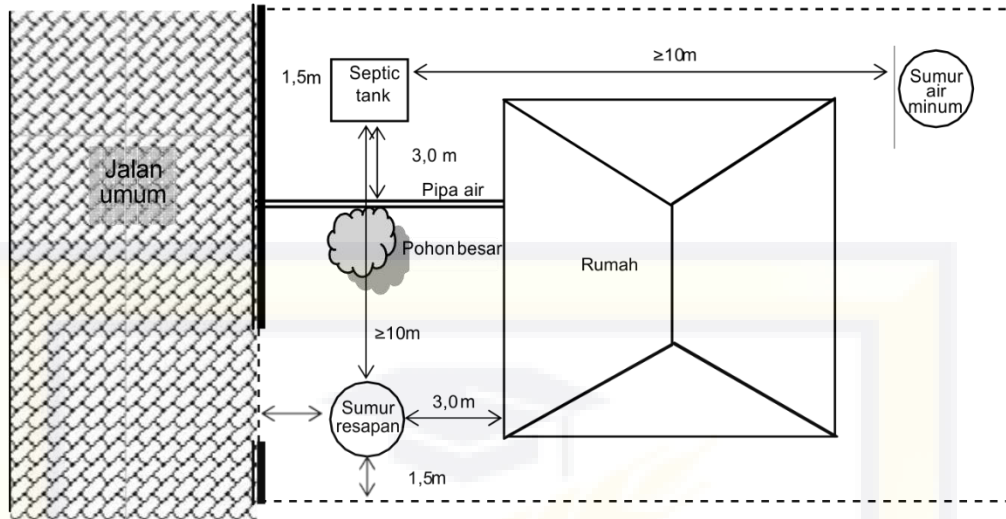


Gambar 2.1. Klasifikasi fasilitas penahan air hujan (Suripin, 2004)

Sedangkan menurut Sunjoto, 1987, konsepsi perancangan drainase air hujan yang berdasarkan pada konsevasi air tanah pada hakekatnya adalah perancangan suatu sistem drainase yang mana air hujan jatuh di atap / perkerasan, ditampung pada suatu sistem resapan air, sedangkan hanya air dari halaman bukan perkerasan yang perlu ditampung oleh sistem jaringan drainase. Pada pembahasan ini langkah struktural dengan menggunakan tipe peresapan, Sumur Resapan Air Hujan (RSAH).



Gambar 2.2. Sistem Sumur Resapan Air Hujan



Gambar 2.3. Tata Letak Sumur Resapan Air Hujan

2.7. Faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan dalam pembuatan Sumur Resapan.

Dalam perencanaan pembuatan Sumur Resapan perlu dipertimbangkan faktor iklim, kondisi air tanah, kondisi tanah, tata guna lahan, dan kondisi sosial ekonomi masyarakat.

1. Faktor Iklim

Iklim merupakan faktor yang perlu dipertimbangkan dalam perencanaan Sumur Resapan. Faktor yang perlu mendapat perhatian adalah besarnya curah hujan. Semakin besar curah hujan disuatu wilayah berarti semakin besar atau banyak Sumur Resapan yang diperlukan. Besarnya curah hujan dapat dibedakan menjadi tiga kelas, yaitu curah hujan rendah (<1.500 mm/tahun), curah hujan sedang (1.500-2.500 mm/tahun), dan

curah hujan tinggi (>2.500 mm/tahun) (Kusnaedi, Sumur Resapan, Penebar Swadaya: 2011. Hal 21).

2. Kondisi air tanah

Pada kondisi permukaan air tanah yang dalam, Sumur Resapan perlu dibuat secara besar-besaran karena tanah benar-benar memerlukan suplai air melalui Sumur Resapan. Sebaliknya, pada lahan yang muka airnya dangkal, Sumur Resapan ini kurang efektif dan tidak akan berfungsi dengan baik terutama pada daerah rawa dan pasang surut.



BOSOWA

Tabel 2.1. Jumlah Sumur Resapan yang harus dibuat berdasarkan kondisi permeabilitas dan luas bidang tanah

No	Luas Bidang Tadah (m ²)	Jumlah Sumur					
		Permeabilitas sedang		Permeabilitas agak sedang		Permeabilitas cepat	
		80 cm	140 cm	80cm	140 cm	80 cm	140 cm
1	20	1	-	-	-	-	-
2	30	1	-	1	-	-	-
3	40	2	1	1	-	-	-
4	50	2	1	1	-	1	-
5	60	2	1	1	-	1	-
6	70	3	1	2	1	1	-
7	80	3	2	2	1	1	-
8	90	3	2	2	1	2	1
9	100	4	2	2	1	2	1
10	200	8	3	4	2	3	2
11	300	12	5	7	3	5	2
12	400	15	6	9	4	6	3
13	500	19	8	11	5	7	4

Sumber: Kusnaedi 2011.

Untuk kondisi air tanah diwilayah Medan termasuk kedalam kategori sedang dikarenakan bukan merupakan daerah rawa dan juga tidak memiliki permukaan air tanah yang dalam.

3. Kondisi Tanah

Kondisi tanah diwilayah Kampus Pendidikan Politeknik Negeri Medan Sumatera Utara bertekstur tanah lempung (Hasil Uji Lab Tanah Tahun 2015). Kondisi tanah berpengaruh terhadap daya resap tanah terhadap air hujan. Oleh karenanya konstruksi Sumur Resapan harus mempertimbangkan sifat fisik tanah.

Tabel 2.2. Hubungan kecepatan infiltrasi dan tekstur tanah

Tekstur tanah	Kecepatan infiltrasi (mm/Jam)	Kriteria
Pasir berlempung	25 – 50	Sangat cepat
Lempung	12,5 – 25	Cepat
Lempung berdebu	7,5 – 15	Sedang
Lempung berliat	0,5 – 2,5	Lambat
Liat	<0,5	Sangat lambat

Sumber: Sitanala Arsyad 1976.

4. Tata guna lahan

Berdasarkan pengamatan penulis wilayah Perumnas Bumi Tamalanrea Permai merupakan wilayah dengan kategori sedang dalam hal padat huni, namun memiliki potensi penambahan wilayah padat huni yang cukup tinggi. Hal ini mempengaruhi persentase air yang meresap ke dalam tanah dengan aliran permukaan. Karena pada tanah yang banyak tertutup beton bangunan, air hujan yang mengalir pada permukaan tanah akan lebih besar dibandingkan dengan air yang meresap kedalam tanah. Dengan demikian semakin tinggi persentase wilayah huni maka semakin banyak jumlah Sumur Resapan yang diperlukan.

Tabel 2.3. Perbedaan daya resap tanah pada berbagai kondisi permukaan tanah

No	Tata guna tanah (Land Use)	Daya resap tanah terhadap air hujan (%)
1	Daerah hutan, pekarangan lebat, kebun, ladang, berumput	80-100
2	Daerah taman kota	75-95
3	Jalan tanah	40-85
5	Daerah dengan bangunan terpencar	30-70
6	Daerah pemukiman agak padat	5-30
7	Daerah pemukiman padat	0-5

Sumber: Fajar Hadi 1979.

5. Kondisi sosial ekonomi masyarakat

Perencanaan Sumur Resapan harus memperhatikan kondisi sosial perekonomian masyarakat. Misalnya, pada kondisi perekonomian yang baik, biaya untuk Sumur Resapan dapat dibebankan kepada masyarakat dan konstruksinya dapat dibuat dari bahan yang benar-benar kuat. Sebaliknya pada kondisi sosial ekonomi masyarakat yang rendah, Sumur Resapan harus terbuat dari bahan-bahan yang murah dan mudah didapat serta konstruksinya sederhana. Selain itu, pendanaan Sumur Resapan pada daerah minim sebaiknya berupa bantuan dari pemerintah melalui proyek APBD dan APBN.

2.8. Prinsip kerja Sumur Resapan

Prinsip kerja Sumur Resapan adalah menyalurkan dan menampung air hujan kedalam lubang atau sumur agar air dapat memiliki waktu tinggal di permukaan tanah, sehingga sedikit demi sedikit air dapat meresap kedalam tanah. Dari prinsip kerja tersebut dapat diketahui bahwa tujuan utama dari Sumur

Resapan adalah memperbesar masuknya air kedalam akuifer tanah sebagai air resapan (*infiltrasi*). Dengan demikian, air akan lebih banyak masuk kedalam tanah dan sedikit yang mengalir sebagai aliran permukaan (*run off*).

Semakin banyak air yang mengalir kedalam tanah berarti akan banyak tersimpan air tanah dibawah permukaan bumi. Air tersebut dapat

dimanfaatkan kembali melalui sumur-sumur atau mata air yang dapat dieksploitasi setiap saat.

Jumlah aliran permukaan akan menurun karena adanya Sumur Resapan. Pengaruh positifnya bahaya banjir dapat dihindari karena terkumpulnya air permukaan yang berlebihan disuatu tempat dapat dihindarkan.

2.9. Desain Sumur Resapan

Menurut SNI 06 – 2405 – 1991 Tentang Tata Cara Perencanaan Teknik Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Perkarangan.

a. Umum

Persyaratan umum yang perlu dipenuhi adalah sebagai berikut:

- 1) Sumur Resapan air hujan dibuat pada lahan yang lurus air dan tanah longsor;
- 2) Sumur Resapan air hujan harus bebas dari kontaminasi / pencemaran limbah;
- 3) Air yang masuk ke dalam sumur resapan adalah air hujan;
- 4) Untuk daerah sanitasi lingkungan buruk, Sumur Resapan air hujan hanya menampung dari atap dan disalurkan melalui talang;
- 5) Mempertimbangkan aspek hidrogeologi, geologi dan hidrologi.

b. Keadaan Muka Air Tanah

Sumur Resapan dibuat pada awal daerah aliran yang dapat ditentukan dengan Mengukur kedalaman dari permukaan air tanah ke permukaan tanah di sumur sekiranya pada musim hujan.

c. Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah yang dapat dipergunakan untuk Sumur Resapan dibagi 3 kelas sebagai berikut:

- 1) Permeabilitas tanah sedang (geluh/ lanau, 2,0 - 6,5 cm/jam);
- 2) Permeabilitas tanah agak cepat (pasir halus, 6,5 - 12,5 cm/jam);
- 3) Permeabilitas tanah cepat (pasir kasar, lebih besar 12,5 cm/jam).

d. Penempatan

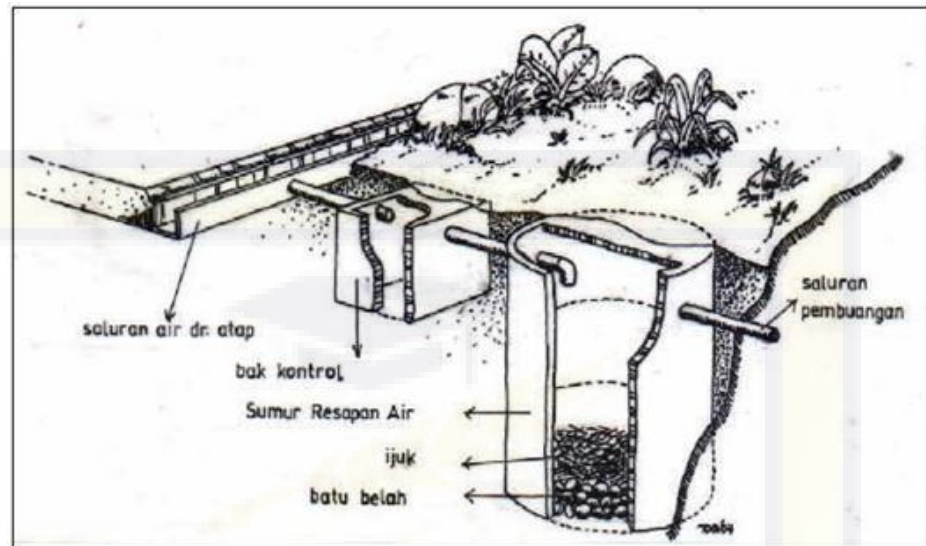
Penempatan Sumur Resapan air hujan yang dimaksud ialah jarak terhadap tangki septik, bidang resapan tangki septik / cubluk / saluran air limbah, sumur air bersih dan Sumur Resapan air hujan lainnya dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 2.4. Jarak Minimum Sumur Resapan Air Hujan Terhadap Bangunan

No.	Jenis Bangunan	Jarak Dari Sumur Resapan (m)
1.	Tangki Septik	2
2.	Resapan tangki septik, cubluk, saluran air limbah, pembuangan sampah	5
3.	Sumur Resapan Air Hujan/ Sumur bersih	2

Sumber: SNI 06 – 2405 – 1991

Berikut merupakan gambar ilustrasi Sumur Resapan yang pernah dilaksanakan



Gambar 2.4. Sumur Resapan

e. Kontruksi Sumur Resapan

Bentuk dan jenis bangunan sumur resapan dapat dibuat berbentuk segi empat maupun silinder dengan kedalaman tertentu dan dasar sumur terletak diatas permukaan air tanah. Menurut Dirjen Cipta Karya Departemen Pekerjaan Umum menetapkan data teknis sumur resapan air sebagai berikut :

1. Ukuran maksimum diameter 1,4 meter.
2. Ukuran pipa masuk diameter 110 mm.
3. Ukuran pipa pelimpahan diameter 110 mm.
4. Ukuran kedalaman 1,5 sampai dengan 3 meter.

5. Dinding dibuat pas. Bata atau batako campuran 1 semen: 4 Pasir tanpa semen.

6. Rongga sumur resapan diisi dengan batuan kosong 20/20 setebal 40 cm.

7. Penutup sumur resapan dari plat beton dengan tebal 10 cm dengan campuran 1semen: 2pasir: 3kerikil.

Sumur resapan air hujan harus dibuat dengan konstruksi tahan terhadap tekanan tanah pada kedalaman tertentu. Beberapa jenis tipe dan konstruksi sumur resapan air hujan dan peruntukannya menurut teknis tata cara penempatan drainase berwawasan lingkungan di kawasan permukiman, 2002. Berikut adalah jenis dan tipe sumur resapan:

1. Tipe I, dengan dinding tanah.

Tipe ini diterapkan pada kedalaman tanah 1,50 m, untuk jenis tanah geluh kelanauan.

2. Tipe II, dengan dinding pas. Batako atau bata tanpa diplaster, dan siantara pasangannya diberi lubang. Tipe ini diterapkan pada kedalaman 3 m, untuk semua jenis tanah

3. Tipe III, dengan dinding bius beton porous/ tidak berporous dan pad ujung permukaan sambungan diberi celah lubang.

Tipe ini diterapkan pada kedalaman maksimum sampai dengan permukaan air tanah berpasir.

4. Tipe IV, dengan bus beton berlubang. Tipe ini digunakan pada kedalaman maksimum sampai dengan permukaan air tanah, untuk jenis tanah berpasir.

Ada pun menurut penjelasan diatas penulis mengambil asumsi untuk pembuatan sumur resapan di Perumnas Bumi Tamalanrea Permai mengikuti pelaksanaan sumur resapan yang umum dilaksanakan serta memiliki rata-rata diameter 1 m, dan kedalaman sumur 3 m dengan menggunakan Tipe III, dikarenakan lebih mudah pengerjaannya.

2.10. Lubang Biopori Resapan

Metode lubang resapan biopori adalah lubang yang dengan diameter 10 sampai 30 cm dengan panjang 30 sampai 100 cm yang ditutupi sampah organik yang berfungsi untuk menjebak air yang mengalir di sekitarnya sehingga dapat menjadi sumber cadangan air bagi air bawah tanah, tumbuhan di sekitarnya serta dapat juga membantu pelapukan sampah organik menjadi kompos yang bisa dipakai untuk pupuk tanaman. Biopori adalah pori-pori berukuran kecil (terowongan kecil) yang dibuat oleh aktivitas fauna tanah atau akar tanaman. Lubang tersebut disebut biopori, karena lubang yang dibuat tersebut diisi dengan bahan organik (sampah),

kemudian dimasuki cacing dan tidak terjadi pencemaran. Dengan teknologi ini, kita membuat tempat untuk makhluk hidup untuk penyerapan air dengan memanfaatkan apa yang kita buang (sampah). Oleh karena itu, yang paling kita butuhkan dalam penerapan teknologi ini adalah kesadaran untuk tidak membuang sampah, karena sampah adalah sumber daya, terutama sampah organik (<http://www.biopori.com>)

Pembuatan lubang biopori merupakan teknologi ramah lingkungan dan murah. Modal utama adalah kemauan dan kesadaran manusia itu sendiri dalam upaya penyelamatan lingkungan hidup dari ketersediaan air dan pencemaran lingkungan akibat sampah. Semua orang dapat memanfaatkan teknologi ini dengan memanfaatkan air hujan, karena curah hujan ada dimanamana. Air merupakan kebutuhan pokok manusia. Sehingga perlu ditanamkan kesadaran pentingnya ketersediaan air tanah yang merupakan sumber penghidupan makhluk hidup, termasuk manusia, tanaman dan binatang.

Teknik Pembuatan Lubang Resapan Biopori:

1. Membuat lubang silindris di tanah dengan diameter 10-30 cm dan kedalaman 30-100 cm serta jarak antar lubang 50-100 cm.

2. Mulut lubang dapat dikuatkan dengan semen setebal 2 cm dan lebar 2 – 3 cm serta diberikan pengaman agar tidak ada anak kecil atau orang yang terperosok.
3. Lubang diisi dengan sampah organik seperti daun, sampah dapur, ranting pohon, sampah makanan dapur non kimia, dsb. Sampah dalam lubang akan menyusut sehingga perlu diisi kembali dan di akhir musim kemarau dapat dikuras sebagai pupuk kompos alami.
4. Pupuk kompos yang terbentuk dalam lubang resapan berfungsi menyuburkan tanaman.
5. Untuk memperkuat dinding lubang tidak longsor, pangkal lubang perlu dibuat penahan dengan membuat adukan semen selebar 2 – 3 cm dan setebal 2 cm di sekeliling lubang.
6. Jumlah lubang resapan biopori ditentukan berdasarkan luas lahan. Setiap 50 m² luas lahan dibuat 10 lubang. Perhatikan contoh perhitungan dibawah ini:
 - Luas lahan 0 – 50 m² dibutuhkan 10 lubang.
 - Luas lahan 50 – 100 m² dibutuhkan 20 lubang.
 - Luas lahan 100 – 150 m² dibutuhkan 30 lubang.

2.11. Teori Partisipasi Masyarakat

Secara etimologi, partisipasi berasal dari bahasa Inggris "*participation*" yang berarti mengambil bagian/keikutsertaan. Dalam kamus lengkap Bahasa Indonesia dijelaskan "partisipasi" berarti: hal turut berperan serta dalam suatu kegiatan, keikutsertaan, peran serta. Secara umum pengertian dari partisipasi masyarakat dalam pembangunan adalah keberansertaan semua anggota atau wakil-wakil masyarakat untuk ikut membuat keputusan dalam proses perencanaan dan pengelolaan pembangunan termasuk di dalamnya memutuskan tentang rencana - rencana kegiatan yang akan dilaksanakan, manfaat yang akan diperoleh, serta bagaimana melaksanakan dan mengevaluasi hasil pelaksanaannya.

Partisipasi masyarakat merupakan proses teknis untuk memberi kesempatan dan wewenang lebih luas kepada masyarakat, agar masyarakat mampu memecahkan berbagai persoalan bersama-sama. Pembagian kewenangan ini dilakukan berdasarkan tingkat keikutsertaan (*level of involvement*) masyarakat dalam kegiatan tersebut. Partisipasi masyarakat bertujuan untuk mencari solusi permasalahan lebih baik dalam suatu komunitas, dengan membuka lebih banyak kesempatan bagi masyarakat untuk memberi kontribusi sehingga implementasi kegiatan berjalan lebih efektif, efisien, dan berkelanjutan. *Stakeholder* penanggulangan banjir secara umum dikelompokkan menjadi tiga, yaitu:

- a. *Beneficiaries*, masyarakat yang mendapat manfaat / dampak secara langsung maupun tidak langsung
- b. *Intermediaries*, kelompok masyarakat atau perseorangan yang dapat memberi pertimbangan atau fasilitasi dalam penanggulangan banjir, antara lain: konsultan, pakar, LSM, dan profesional di bidang SDA.
- c. *Decision/ policy makers*, lembaga/institusi yang berwenang membuat keputusan dan landasan hukum, seperti lembaga pemerintahan dan dewan sumberdaya air.

Sejalan dengan tuntutan masyarakat akan keterbukaan dalam program - program pemerintah, maka akuntabilitas pemerintah dapat dinilai dari sejauh mana partisipasi masyarakat dan pihak terkait (*stakeholder*) dalam program pembangunan. Partisipasi masyarakat, mulai dari tahap kegiatan pembuatan konsep, konstruksi, operasional pemeliharaan, serta evaluasi dan pengawasan. Penentuan dan pemilahan *stakeholder* dilakukan dengan metode *Stakeholders Analysis* yang terdiri dari empat tahap yaitu (*McCracken et.all, 1998*):

- 1) Identifikasi stakeholder
- 2) Penilaian ketertarikan stakeholder terhadap kegiatan penanggulangan banjir

3) Penilaian tingkat pengaruh dan kepentingan setiap stakeholder

4) Perumusan rencana strategi partisipasi stakeholder dalam penanggulangan banjir pada setiap fase kegiatan.

Semua proses dilakukan dengan mempromosikan kegiatan pembelajaran dan peningkatan potensi masyarakat, agar secara aktif berpartisipasi, serta menyediakan kesempatan untuk ikut ambil bagian, dan memiliki kewenangan dalam proses pengambilan keputusan dan alokasi sumber daya dalam kegiatan penanggulangan banjir. Tingkat partisipasi masyarakat dalam kegiatan penanggulangan banjir terdiri dari tujuh tingkat yang didasarkan pada mekanisme interaksinya, yaitu (Zonneveld, 2001):

- 1) Penolakan (*resistance/opposition*).
- 2) Pertukaran informasi (*information-sharing*).
- 3) Konsultasi (*consultation with no commitment*).
- 4) Pengambilan kesepakatan bersama (*concensus building and agreement*).
- 5) Kolaborasi (*collaboration*).
- 6) Pemberdayaan dengan pembagian risiko (*empowerment-risk sharing*).

7) Pemberdayaan dan kemitraan (*empowerment and partnership*).

Jenis dan tingkat partisipasi masyarakat akan berbeda, tergantung pada jenis kebijakan atau kegiatan. Untuk memudahkan identifikasi jenis dan tingkat partisipasi masyarakat dalam kebijakan atau kegiatan, Bank Dunia (*Zonneveld, 2001*) memperkenalkan *social assessment* yang umumnya mengelompokkan empat jenis kebijakan atau kegiatan berdasarkan karakteristik hasil dan dampak sosialnya, yaitu:

a. *Indirect social benefits and direct social costs*

Indirect benefits dan direct social cost, adalah kebijakan atau kegiatan yang memberi manfaat tidak langsung kepada masyarakat, tetapi menimbulkan biaya sosial. Contohnya, antara lain pembangunan infrastruktur, keanekaragaman hayati, *structural adjustment*, dan privatisasi.

b. *Significant uncertainty or risk*

Merupakan kebijakan untuk menyelesaikan masalah yang bentuk penyelesaiannya belum jelas dan tidak cukup tersedia informasi serta komitmen dari kelompok sasaran. Contohnya, antara lain intervensi/ pembangunan wilayah pasca konflik.

c. *Large number of beneficiaries and few social cost*

Merupakan kebijakan atau kegiatan yang jumlah penerima manfaat atau dampaknya sangat besar, tetapi hanya sedikit menimbulkan biaya sosial. Contoh kegiatan ini antara lain pembangunan kesehatan, pendidikan, penyuluhan pertanian, dan desentralisasi.

d. *Targeted assistance*

Merupakan kebijakan atau kegiatan yang kelompok dan jumlah penerima manfaat atau dampaknya telah terdefiniskan secara jelas. Contoh kegiatan ini antara lain penanggulangan kemiskinan di suatu wilayah, penanganan pengungsi, reformasi kelembagaan (*institutional reform*), dan korban bencana alam.

2.12. Analisis Data Curah Hujan

2.12.1. Analisis Distribusi Frekuensi Curah Hujan Maksimum

1) Metode *E.J. Gumbel*

Persamaan garis lurus untuk distribusi *Gumbel* menggunakan persamaan empiris, adalah;

$$X_t = \bar{X} + K \times S , \dots \dots \dots (2.1)$$

Dimana;

X_t : Curah hujan rencana dalam periode ulang
t tahun (mm),

\bar{X} : Nilai rata-rata variat (curah hujan),

S : Standar deviasi, $= \sqrt{\frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$, (2.2)

K : Faktor frekuensi, $= \frac{(Y_t - Y_n)}{S_n}$, (2.3)

X_i : Curah hujan Max. (mm),

Y_n : Nilai rata-rata dari reduksi variat (*mean of reduced variated*) nilainya tergantung dari jumlah data (n), (Tabel 2.1),

S_n : Deviasi standar dari reduksi variat (*standart deviation of the reduced variat*), nilainya tergantung dari jumlah data (n) (Tabel 2.),

Y_t : Nilai reduksi dari variat dari variabel (Tabel 2.2) yang diharapkan terjadi pada periode ulang tertentu, dapat dihitung dengan rumus:

$$Y_t = -1n \left[-1n \frac{t-1}{t} \right], \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana;

t : periode ulang,

n : Lamanya pengamatan (jumlah sampel).

Tabel 2.5. Hubungan sampel (n) dengan Y_n dan S_n

Sampel	Y_n	S_n	Sampel	Y_n	S_n	Sampel	Y_n	S_n
10	0,4952	0,9496	41	0,544	1,1436	72	0,56	1,187
11	0,4996	0,9676	42	0,545	1,1458	73	0,56	1,188
12	0,504	0,9833	43	0,545	1,148	74	0,56	1,189
13	0,5035	0,9971	44	0,546	1,1499	75	0,56	1,19
14	0,51	1,0095	45	0,546	1,1519	76	0,56	1,191
15	0,5128	1,0206	46	0,547	1,1538	77	0,56	1,192
16	0,5157	1,0316	47	0,547	1,1557	78	0,56	1,192
17	0,5181	1,0411	48	0,548	1,1574	79	0,56	1,193
18	0,5202	1,0493	49	0,548	1,159	80	0,56	1,194
19	0,522	1,0565	50	0,549	1,1607	81	0,56	1,195
20	0,5236	1,0628	51	0,549	1,1623	82	0,57	1,195
21	0,5252	1,0696	52	0,549	1,1638	83	0,56	1,196
22	0,5268	1,0754	53	0,55	1,1658	84	0,56	1,197
23	0,5283	1,0811	54	0,55	1,1667	85	0,56	1,197
24	0,5296	1,0864	55	0,55	1,1181	86	0,56	1,199
25	0,5309	1,0915	56	0,551	1,1696	87	0,56	1,199
26	0,532	1,0861	57	0,551	1,1708	88	0,56	1,199
27	0,5332	1,1004	58	0,552	1,1721	89	0,56	1,2
28	0,5343	1,1047	59	0,552	1,1734	92	0,56	1,202
29	0,5353	1,1086	60	0,552	1,1747	93	0,56	1,203
30	0,5362	1,1124	61	0,553	1,1759	94	0,56	1,203
31	0,5371	1,1159	62	0,553	1,177	95	0,99	1,204
32	0,538	1,1193	63	0,553	1,1782	96	0,56	1,204
33	0,5388	1,1226	64	0,554	1,1793	97	0,56	1,205
34	0,5396	1,1255	65	0,554	1,1803	98	0,56	1,206
35	0,5402	1,1287	66	0,554	1,1814	99	0,56	1,206
36	0,541	1,1313	67	0,554	1,1824	100	0,56	1,207
37	0,5418	1,1339	68	0,555	1,1834			
38	0,5424	1,1363	69	0,555	1,1844			
39	0,543	1,1388	70	0,555	1,1854			
40	0,5436	1,1413	71	0,552	1,1854			

(Sumber: Suripin, 2004)

Tabel 2.6. Hubungan periode ulang (t) dengan varian reduksi (Y_t).

Periode ulang	<i>Reduced variate</i>
2	0,3668
5	1,5004
10	2,2510
20	2,9709
25	3,1993
50	3,9028
100	4,6012
200	5,2969
250	5,5206
500	6,2149
1000	6,9087
5000	8,5188
10000	9,2121

(Sumber: Suripin, 2004)

2) Metode Log Person Type III

Persamaan garis lurus untuk distribusi *Log Person Type III* menggunakan persamaan empiris, adalah;

$$X = \bar{X} + K S , \dots \dots \dots (2.5)$$

Dimana;

$X = \text{Log } X_t$: Banjir dengan suatu nilai probabilitas tertentu,

$\bar{X} = \overline{\text{Log } X}$: Nilai rata-rata variat (Curah Hujan),

$$\overline{\text{Log } X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} , \dots \dots \dots (2.6)$$

S : Standar deviasi,

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \{\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X}\}^2}{n-1}} , \dots \dots (2.7)$$

Dimana;

C_s : Koefisien Skewnes / kemencengan,

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^3}{(n-1)(n-2)S^3} , \dots \dots \dots (2.8)$$

K : Karakteristik distribusi log pearson type III, nilainya dapat dilihat pada tabel (2.3) yang disesuaikan dengan nilai C_s .

Tabel 2.7. Nilai K terhadap C_s

Koefisien Cs atau G	Interval kejadian, tahun (periode ulang)							
	1,0101	1,2500	2	5	10	25	50	100
	Persentase peluang terlampaui (%)							
	99	80	50	20	10	4	2	1
3,0	-0,667	-0,636	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051
2,8	-0,714	0,666	0,384	0,460	1,210	2,275	3,114	3,973
2,6	-0,769	0,696	0,368	0,499	1,238	2,267	3,071	3,889
2,4	-0,832	0,725	0,351	0,537	1,262	2,256	3,023	3,800
2,2	-0,905	-0,752	-0,330	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705
2,0	-0,990	-0,777	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605
1,8	-1,087	-0,799	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499
1,6	-1,197	-0,817	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388
1,4	-1,318	-0,832	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271
1,2	-1,449	-0,844	-0,195	0,732	1,340	2,087	2,626	3,149
1,0	-1,588	-0,852	-0,164	0,758	1,340	2,043	2,542	3,022
0,8	-1,733	-0,856	-0,132	0,780	1,336	1,993	2,453	2,891
0,6	-1,880	-0,857	-0,099	0,800	1,328	1,939	2,359	2,755
0,4	-2,029	-0,855	-0,066	0,816	1,317	1,880	2,261	2,615
0,2	-2,178	-0,850	-0,033	0,830	1,301	1,818	2,159	2,472
0,0	-2,326	-0,842	0,000	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326
-0,2	-2,472	-0,830	0,033	0,850	1,258	1,680	1,945	2,178
-0,4	-2,615	-0,816	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029
-0,6	-2,755	-0,800	0,099	0,857	1,200	1,528	1,720	1,880
-0,8	-2,891	-0,780	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733
-1,0	-3,022	-0,758	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588
-1,2	-3,149	-0,732	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449
-1,4	-3,271	-0,705	0,225	0,832	1,041	1,198	1,270	1,318
-1,6	-3,388	-0,675	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197
-1,8	-3,499	-0,643	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087
-2,0	-3,605	-0,609	0,307	0,777	0,895	0,959	0,980	0,990
-2,2	-3,705	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,4	-3,800	-0,574	0,330	0,752	0,844	0,888	0,900	0,905
-2,6	-3,705	-0,537	0,351	0,725	0,795	0,823	0,830	0,832
-2,8	-3,973	-0,469	0,384	0,666	0,702	0,712	0,714	0,714
-3,0	-4,051	-0,420	0,396	0,636	0,660	0,666	0,666	0,667

(Sumber: Suripin, 2004)

2.12.2. Pengujian Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat adalah pengujian hipotesis mengenai perbandingan antara: Frekuensi observasi (benar-benar terjadi / actual / hasil percobaan "O"), Dengan Frekuensi harapan (harapan / ekspektasi / hasil perhitungan secara teoritis "E").

1) Bentuk Distribusi Chi-Kuadrat (χ^2)

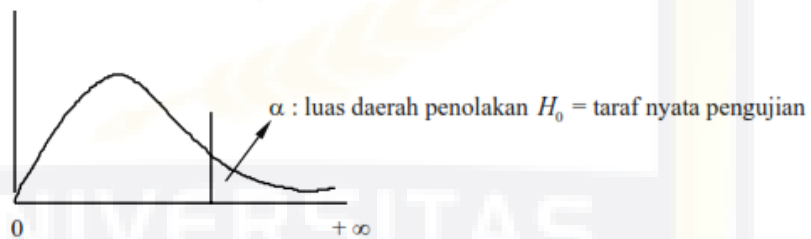
Nilai χ^2 adalah nilai kuadrat karena itu nilai χ^2 selalu positif. Bentuk distribusi χ^2 tergantung dari derajat kebebasan (db) / *degree of freedom*. (Tabel)

Contohnya :

Berapa nilai χ^2 untuk db = 5 dengan $\alpha = 0.010$? \rightarrow ()

Berapa nilai χ^2 untuk db = 17 dengan $\alpha = 0.005$? \rightarrow ()

Pengertian α pada Uji χ^2 sama dengan pengujian hipotesis yang lain, yaitu luas daerah penolakan H_0 atau taraf nyata pengujian.



Gambar 2.5. Zona Pemasok Sedimen

α	0.1	0.05	0.025	0.01	0.005
db 1	2.70554	3.84146	5.02390	6.63489	7.87940
2	4.60518	5.99148	7.37778	9.21035	10.59653
3	6.25139	7.81472	9.34840	11.34488	12.83807
4	7.77943	9.48773	11.14326	13.27670	14.86017
5	9.23635	11.07048	12.83249	15.08632	16.74965
6	10.64464	12.59158	14.44935	16.81187	18.54751
7	12.01703	14.06713	16.01277	18.47532	20.27774
8	13.36156	15.50731	17.53454	20.09016	21.95486
9	14.68366	16.91896	19.02278	21.66605	23.58927
10	15.98717	18.30703	20.48320	23.20929	25.18805
11	17.27501	19.67515	21.92002	24.72502	26.75686
12	18.54934	21.02606	23.33666	26.21696	28.29966
13	19.81193	22.36203	24.73558	27.68818	29.81932
14	21.06414	23.68478	26.11893	29.14116	31.31943
15	22.30712	24.99580	27.48836	30.57795	32.80149
16	23.54182	26.29622	28.84532	31.99986	34.26705
17	24.76903	27.58710	30.19098	33.40872	35.71838
18	25.98942	28.86932	31.52641	34.80524	37.15639
19	27.20356	30.14351	32.85234	36.19077	38.58212
20	28.41197	31.41042	34.16958	37.56627	39.99686
21	29.61509	32.67056	35.47886	38.93223	41.40094
22	30.81329	33.92446	36.78068	40.28945	42.79566
23	32.00689	35.17246	38.07561	41.63833	44.18139
24	33.19624	36.41503	39.36406	42.97978	45.55836
25	34.38158	37.65249	40.64650	44.31401	46.92797
26	35.56316	38.88513	41.92314	45.64164	48.28978
27	36.74123	40.11327	43.19452	46.96284	49.64504
28	37.91591	41.33715	44.46079	48.27817	50.99356
29	39.08748	42.55695	45.72228	49.58783	52.33550
30	40.25602	43.77295	46.97922	50.89218	53.67187

ribusi X^2

(Sumber: Thomas, Uji X^2)

2) Bentuk Distribusi Chi-Kuadrat (X^2)

Uji Chi Kuadrat dimaksudkan untuk menentukan metode yang akan digunakan. Pengambilan keputusan ini menggunakan parameter X^2 karena itu disebut uji chi kuadrat. Nilai dari parameter X^2 itu dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$X^2 = \sum_{i=1}^N \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}, \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana;

X^2 : Nilai Chi-Kuadrat

E_i : Frekuensi yang diharapkan sesuai pembagian kelasnya,

O_i : Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama,

N : Jumlah sub-kelompok dalam satu grup (jumlah kelas)

$$E_i = \frac{n}{N}, \dots\dots\dots (2.11)$$

Dimana;

n : Jumlah data.

$$db = N - (\alpha + 1), \dots\dots\dots (2.12)$$

Dimana;

db : Derajat kebebasan

α : Jumlah Parameter

Menurut *McCuen* (2003), jika nilai rerata dan deviasi standar digunakan dalam perhitungan, maka terdapat dua parameter. Sehingga nilai α untuk uji Chi-Kuadrat adalah 2. Tetapi jika nilai rerata dan deviasi standar didapatkan dari penelitian atau data sebelumnya maka nilai α untuk uji Chi-Kuadrat adalah 0.

Menurut *Meylan dkk* (2011), pada masing-masing kelas, jumlah data minimum adalah 5. Sehingga untuk menentukan jumlah kelas (N) dapat dihitung dengan persamaan berikut ini :

$$N = \frac{n}{5}, \dots \dots \dots (2.13)$$

Pengujian Chi-Kuadrat selanjutnya membandingkan antara Chi-Kuadrat yang didapatkan dengan Chi-Kritik. Nilai Chi-Kritik tergantung dari derajat kebebasan (db) dan tingkat signifikansinya.

2.12.3. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan menyatakan besarnya curah hujan dalam jangka pendek yang memberikan gambaran deras hujan perjam.

Untuk mengelolah data curah hujan menjadi intensitas hujan digunakan cara statistik dari data pengamatan durasi hujan yang terjadi. Dan apabila tidak dijumpai data untuk setiap durasi

hujan, maka diperlukan pendekatan secara empiris dengan berpedoman kepada durasi 60 menit dan pada curah hujan harian maksimum yang terjadi setiap tahun. Cara lain yang digunakan adalah dengan mengambil pola intensitas hujan untuk kota lain yang memiliki kondisi hampir sama. Untuk merubah curah hujan menjadi intensitas hujan dapat digunakan metode diantaranya:

1) Metode *Van Breen*

Penurunan rumus yang dilakukan oleh *Van Breen* di Indonesia didasarkan atas anggapan bahwa lamanya durasi hujan yang terjadi di Pulau Jawa selama 4 jam dengan hujan efektif sebesar 90% dari jumlah curah hujan selama 24 jam. Dengan persamaan sebagai berikut (Asy'ari, 2008):

$$I = \frac{90\% \times R_{24}}{4}, \dots \dots \dots (2.14)$$

Dimana:

I : Intensitas hujan (mm/jam)

R_{24} : Curah hujan harian maksimum (mm/24jam).

Dengan persamaan di atas dapat dibuat suatu kurva intensitas durasi hujan dimana *Van Breen* mengambil kota Jakarta sebagai basis untuk kurva IDF. Kurva ini dapat memberikan kecendrungan bentuk kurva untuk daerah lainnya di Indonesia. Berdasarkan pola kurva *Van Breen*

untuk kota Jakarta, besarnya intensitas hujan dapat didekati dengan persamaan sebagai berikut:

$$I_T = \frac{54R_T + 0.007R_T^2}{t_c + 0.3R_t}, \dots\dots\dots (2.15)$$

Dimana:

I_T : Intensitas curah hujan pada suatu periode ulang (T tahun),

R_T : Tinggi curah hujan pada periode ulang T (mm/hari).

2) Metode *Hasper* dan *Der Weduwen*

Metode ini berasal dari kecenderungan curah hujan harian yang dikelompokkan atas dasar anggapan bahwa curah hujan memiliki distribusi yang simetris dengan durasi curah hujan lebih kecil dari 1 jam dan durasi curah hujan kecil dari 1 sampai 24 jam (*Melinda, 2007*).

Perhitungan intensitas curah hujan dengan menggunakan metode *Haspers* dan *Der Weduwen* adalah sebagai berikut:

$$R_i = X_t \left(\frac{1218t + 54}{X_t(1-t) + 1272t} \right), \dots\dots\dots (2.16)$$

Dimana :

$$R = \sqrt{\frac{11300t}{t+3.12}} \left[\frac{R_i}{100} \right], \dots\dots\dots (2.17)$$

$$I = \frac{R}{t}, \dots\dots\dots (2.18)$$

Dimana :

t : Durasi curah hujan dalam satuan jam.

X_t : Curah hujan dengan maksimum yang terpilih.

R, R_i : Curah hujan menurut *Haspers* dan *Der*

Weduwen

I : Intensitas curah hujan (mm/jam)

2.12.4. Pemilihan Metode Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan adalah tinggi atau kedalaman air hujan per satuan waktu. Adapun rumus umum intensitas hujan dinyatakan dengan rumus sebagai berikut:

$$I = \frac{R}{t}, \dots\dots\dots (2.19)$$

Dimana :

I : Intensitas Hujan (mm/jam),

R : Tinggi hujan (mm)

t : Lamanya hujan (jam)

Sifat umum hujan adalah makin singkat hujan berlangsung intensitasnya cenderung makin tinggi dan makin besar kala ulangnya makin tinggi pula intensitasnya. Kala ulang adalah waktu hipotetik di mana hujan dengan suatu besaran tertentu akan disamai atau dilampaui. Hubungan antara intensitas, lama

hujan, dan frekuensi hujan dinyatakan dalam lengkung IDF (*Intensity-Duration-Frequency Curve*). Diperlukan data hujan jangka pendek, misalnya 5, 10, 30 menit dan jam-jaman untuk membentuk lengkung IDF. Data hujan jenis ini hanya dapat diperoleh dari pos penakar hujan otomatis. Selanjutnya, berdasarkan data hujan jangka pendek tersebut lengkung IDF dapat dibuat dengan salah satu dari beberapa persamaan, antara lain rumus *Talbot*, *Sherman* dan *Ishiguro*.

1) Rumus *Talbot*

Rumus *Talbot* dikemukakan oleh professor *Talbot* pada tahun 1881. Rumus ini banyak digunakan di Jepang karena mudah diterapkan. Tetapan-tetapan a dan b ditentukan dengan harga-harga terukur. Adapun rumus tersebut :

$$I = \frac{a}{t+b}, \dots\dots\dots (2.20)$$

$$a = \frac{\sum[I \times t] \times \sum[I^2] - \sum[I^2 \times t] \times \sum[I]}{\sum n \times \sum[I^2] - \sum[I] \times \sum[I]}, \dots\dots\dots (2.21)$$

$$b = \frac{\sum[I] \times \sum[I \times t] - \sum n \times \sum[I^2 \times t]}{\sum n \times \sum[I^2] - \sum[I] \times \sum[I]}, \dots\dots\dots (2.22)$$

Dimana:

I : Intensitas hujan (mm/jam),

t : Lamanya hujan (jam),

n : Data.

2) Rumus *Sherman*

Rumus *Sherman* dikemukakan oleh professor *Sherman* pada tahun 1905. Rumus ini mungkin cocok untuk jangka waktu curah hujan yang lamanya lebih dari 2 jam.

Adapun rumus tersebut:

$$I = \frac{a}{t^b}, \dots\dots\dots (2.23)$$

$$a = \left[\frac{\sum[\text{Log } I] \times \sum[\text{Log } t^2] - \sum[\text{Log } t \times \text{Log } I] \times \sum[\text{Log } t]}{\sum n \times \sum[\text{Log } t^2] - \sum[\text{Log } t] \times \sum[\text{Log } t]} \right]^{10}, \dots\dots\dots (2.24)$$

$$b = \frac{\sum[\text{Log } I] \times \sum[\text{Log } t] - \sum n \times \sum[\text{Log } t \times \text{Log } I]}{\sum n \times \sum[\text{Log } t^2] - \sum[\text{Log } t] \times \sum[\text{Log } t]}, \dots\dots\dots (2.25)$$

Dimana:

I : Intensitas hujan (mm/jam),

t : Lamanya hujan (jam),

n : Data.

3) Rumus *Ishiguro*

Rumus *Ishiguro* ini dikemukakan oleh *Dr. Ishiguro* tahun 1953. Adapun rumus tersebut :

$$I = \frac{a}{\sqrt{t}+b}, \dots\dots\dots (2.26)$$

$$a = \frac{\sum[I \times \sqrt{t}] \times \sum[I^2] - \sum[I^2 \times \sqrt{t}] \times \sum[I]}{\sum n \times \sum[I^2] - \sum[I] \times \sum[I]}, \dots\dots\dots (2.27)$$

$$b = \frac{\sum[I] \times \sum[I \times \sqrt{t}] - \sum n \times \sum[I^2 \times \sqrt{t}]}{\sum n \times \sum[I^2] - \sum[I] \times \sum[I]}, \dots\dots\dots (2.28)$$

Dimana:

I : Intensitas hujan (mm/jam),

t : Lamanya hujan (jam),

n : Data.

2.13. Analisis Debit Genangan Banjir

Metode yang paling sering digunakan untuk mengestimasi debit di suatu daerah aliran sungai dimana tidak ada data pengamatan debitnya adalah Metode Rasional. Untuk menghitung debit genangan banjir digunakan Metode Rasional dimana data hidrologi memberikan kurva intensitas durasi frekuensi yang seragam dengan debit puncak dari curah hujan rata-rata sesuai waktu konsentrasi.

Perhitungan debit genangan menggunakan Metode Rasional dapat dirumuskan sebagai berikut (Kodoatie, 2002):

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A , \dots\dots\dots (2.29)$$

Dimana :

Q =debit puncak (m³/det)

C =koefisien limpasan

I = Intensitas hujan dengan durasi sama dengan waktu konsentrasi banjir (mm/jam)

A = luas daerah aliran sungai (km²)

a) Koefisien Aliran Permukaan (C)

Merupakan suatu harga rasio antara aliran permukaan dengan intensitas hujan untuk suatu daerah

tangkapan tertentu. Pada kenyataannya, koefisien ini dihitung dari besarnya hambatan atau kehilangan dari curah hujan sehingga menjadi aliran permukaan. Besarnya kehilangan ini tergantung pada kondisi vegetasi, infiltrasi, kolam-kolam permukaan dan evapotranspirasi. Harga koefisien limpasan (C) dapat dilihat pada (tabel 2.6).

Tabel 2.9. Koefisien Limpasan (C)

Keadaan Daerah Pengaliran	Koefisien
Daerah pegunungan yang curam	0,75 – 0,90
Daerah pegunungan tersier	0,70 – 0,80
Sungai dengan tanah dan hutan di bagian atas dan bawahnya	0,50 – 0,75
Tanah dasar yang ditanami	0,45 – 0,60
Sawah waktu diairi	0,70 – 0,80
Sungai bergunung	0,75 – 0,85
Sungai dataran	0,45 – 0,75

: Soewarno, 1991

b) Waktu Konsentrasi (Tc)

Yang dimaksud dengan waktu konsentrasi ialah waktu perjalanan yang diperlukan oleh air dari tempat yang paling jauh (hulu DAS) sampai ke titik pengamatan aliran air (*Outlet*) (Imam Subarkah, 1978).

$$T_c = 0,0195 L^{0,77} \times S^{-0,385} , \dots\dots\dots (2.30)$$

Dimana:

T_c = Waktu konsentrasi (m)

L = Panjang sungai / lereng (m)

S = Kemiringan lereng (m/m)

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

2.14. Studi Literatur

Pada sub bab ini membahas mengenai literatur yang digunakan dalam tugas akhir ini adalah penelitian terdahulu. Literature ini sangat bermanfaat guna menambah informasi dan sebagai rujukan ilmiah dalam penyelesaian tugas akhir ini. Adapun penelitian terdahulu sebagai berikut :

1. Penelitian 1 - Arafat Praktino B (2017)

Penelitian berjudul “Studi Pengendalian Banjir Terhadap Daerah Genangan di Kecamatan Manggala Kota Makassar”. Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana menganalisa volume genangan air, kemampuan system drainase terhadap curah hujan dan usulan penanggulangan yang tepat. Berdasarkan hasil penelitian maka didapatkan debit saluran eksisting rata-rata dihitung berdasarkan

pengukuran di lokasi penelitian yang ada di Kelurahan Tamangapa-Kota Makassar adalah sebesar **0,22 m³/det**, Debit rencana rata-rata yang terjadi di Kelurahan Tamangapa-Kota Makassar dihitung luas daerah aliran, koefisien pengaliran dan intensitas curah hujan untuk kala ulang 4 tahun diperoleh nilai **1173,90 m³/det**. Sistem Penataan drainase sesuai perencanaan terbagi atas 6 berdasarkan kontur dan arah aliran yang akan dialirkan ke saluran pembuang yang telah direncanakan.

2. Penelitian 1 – Ilham Syahrir (2019)

Penelitian berjudul “Perencanaan Drainase Di Kelurahan Tamangapa Kecamatan Manggala Kota Makassar”. Permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana sistem penataan drainase dan estimasi biaya yang dibutuhkan untuk membangun saluran drainase. Berdasarkan hasil penelitian maka didapatkan, Sistem penataan drainase sesuai perencanaan, terbagi atas enam, berdasarkan kontur, dan arah aliran yang dialirkan ke saluran pembuangan yang telah direncanakan. Perencanaan drainase di Kampung Kajang Kelurahan Tamangapa Kota Makassar adalah total senilai **Rp.1.154.240.000,00**.

3. Penelitian 2 – Adhitya Ponco Prawira (2021)

Judul penelitian adalah “Studi Pengendalian Banjir Kota Turikale Kecamatan Turikale Kabupaten Maros”. Tugas akhir ini membahas mengenai Penyebab terjadinya banjir dan bentuk pengendaliannya. Dari hasil perhitungan dan analisa hidrologi didapatkan Penyebab banjir yang terjadi di Kota Turikale Kecamatan Turikale Kabupaten Maros ialah besarnya debit banjir sebesar **2777.953 m³/s** selama **7.13** jam dengan periode 100 tahun dan daya tampung maksimal sungai Maros + sungai Tomalia sebesar **499.653 m³/s**. Jadi dapat dikatakan sungai tidak dapat menampung debit banjir yang terjadi. Dan Bentuk pengendalian yang dipilih untuk dapat mengendalikan debit banjir yang besar adalah pembuatan kolam retensi karena kolam retensi dapat menampung volume air yang besar dan volume kolam yang dibutuhkan sebesar **3 105 289.18 m³**.

BAB III

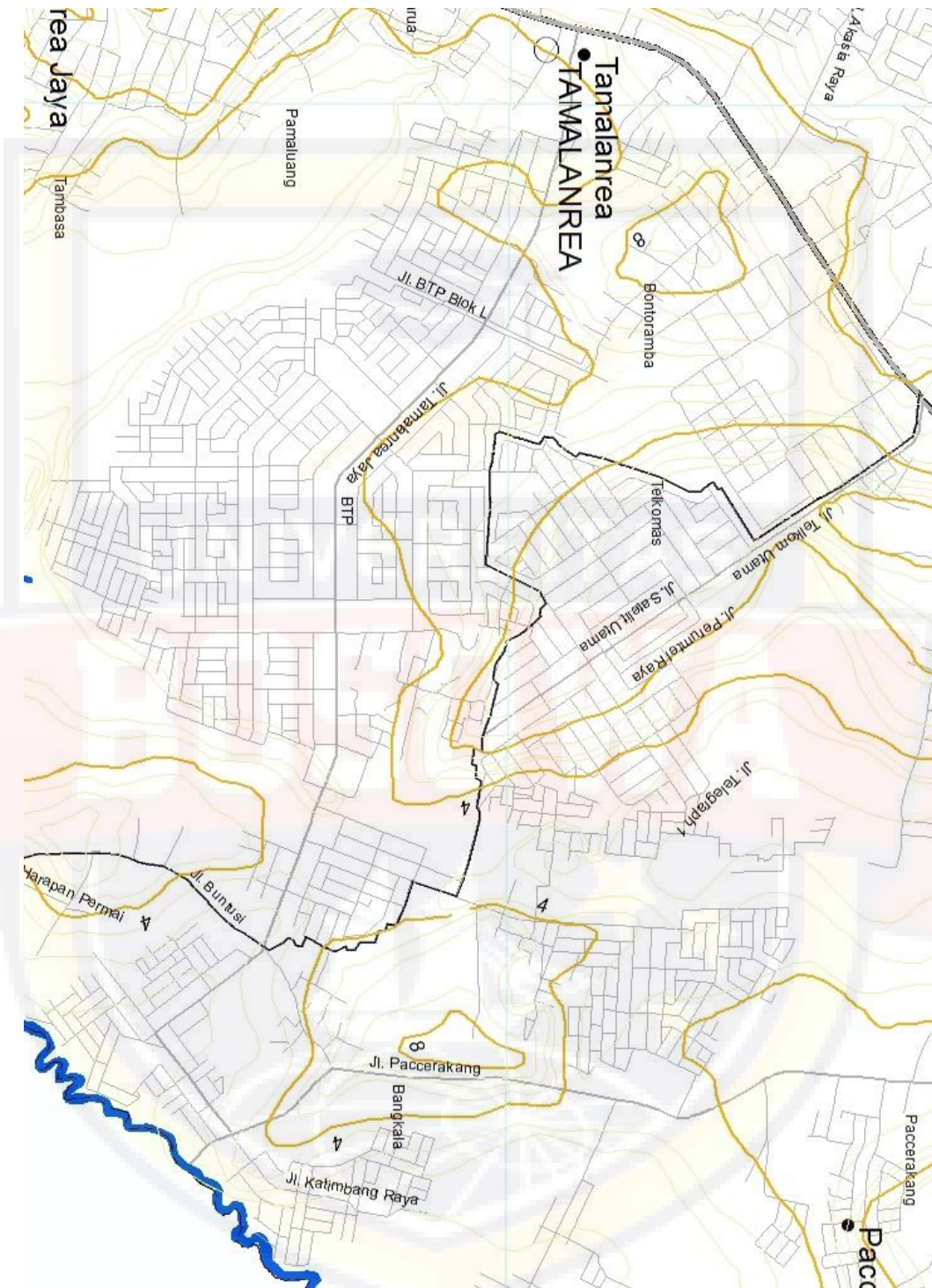
METODE PENELITIAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini adalah penelitian kuantitatif deskriptif dengan pendekatan studi kasus. Kuantitatif deskriptif adalah jenis penelitian yang digunakan untuk menganalisis data dengan cara mendeskripsikan atau menggambarkan data yang telah terkumpul.

3.2. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Perumahan Nasional Bumi Tamalanrea Permai Kelurahan Buntusu Kecamatan Tamalanrea Kota Makassar. Penelitian dilakukan selama 2 bulan yaitu bulan Januari dan Februari 2021.



Gambar 3.1. Peta Lokasi Penelitian

3.3. Objek Penelitian

Menurut Sugiyono (2008:38) menyatakan bahwa objek penelitian adalah “suatu atribut atau sifat atau nilai dari orang, objek atau kegiatan yang mempunyai variasi tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk di pelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya”. Sedangkan menurut Umar (2005:303) menyatakan bahwa “objek penelitian menjelaskan tentang apa atau siapa yang menjadi objek penelitian juga dimana dan kapan penelitian dilakukan. Bisa juga ditambah kan hal-hal lain jika dianggap perlu”. Adapun yang menjadi objek dalam penelitian ini adalah Identifikasi Banjir dan Penanggulangannya di Kawasan Prumnas Bumi Tamalanrea Permai.

3.4. Sumber Data

Peneliti mengelompokkan sumber data ke dalam 2 bagian yaitu:

1. Data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Menggunakan data primer karena peneliti mengumpulkan sendiri data - data yang dibutuhkan yang bersumber langsung dari objek pertama yang akan diteliti. Pengambilan data

dilakukan pada tinjauan kondisi drainase Prumnas Bumi Tamalanrea Permai.

2. Data Sekunder adalah data yang didapatkan dengan menghubungi instansi – instansi yang terkait dengan perencanaan konstruksi. Pada Upaya Penanggulangan Banjir di Kawasan Perumnas Bumi Tamalanrea Kota Makassar ini memerlukan data sekunder sebagai berikut :

- Peta Jaringan Drainase di kawasan Prumnas Bumi Tamalanrea Permai Kota Makassar.
- Peta Tata Guna lahan di kawasan Prumnas Bumi Tamalanrea Permai Kota Makassar.
- Data Curah hujan. Sedangkan data yang ada berdasarkan fungsinya dapat dibedakan menjadi dua, meliputi :

1. Data Teknis

Data teknis adalah data yang berhubungan langsung dengan upaya penanggulangan banjir pada kawasan Prumnas Bumi Tamalanrea Permai Kota Makassar, seperti : data curah hujan, peta

topografi, peta tata guna lahan, peta saluran drainase, dan sebagainya.

2. Data Non Teknis

Data Non Teknis adalah data yang berfungsi sebagai penunjang untuk pertimbangan upaya penanggulangan banjir di kawasan Prumnas Bumi Tamalanrea Permai Kota Makassar.

3.5. TEKNIK PENGUMPULAN DATA

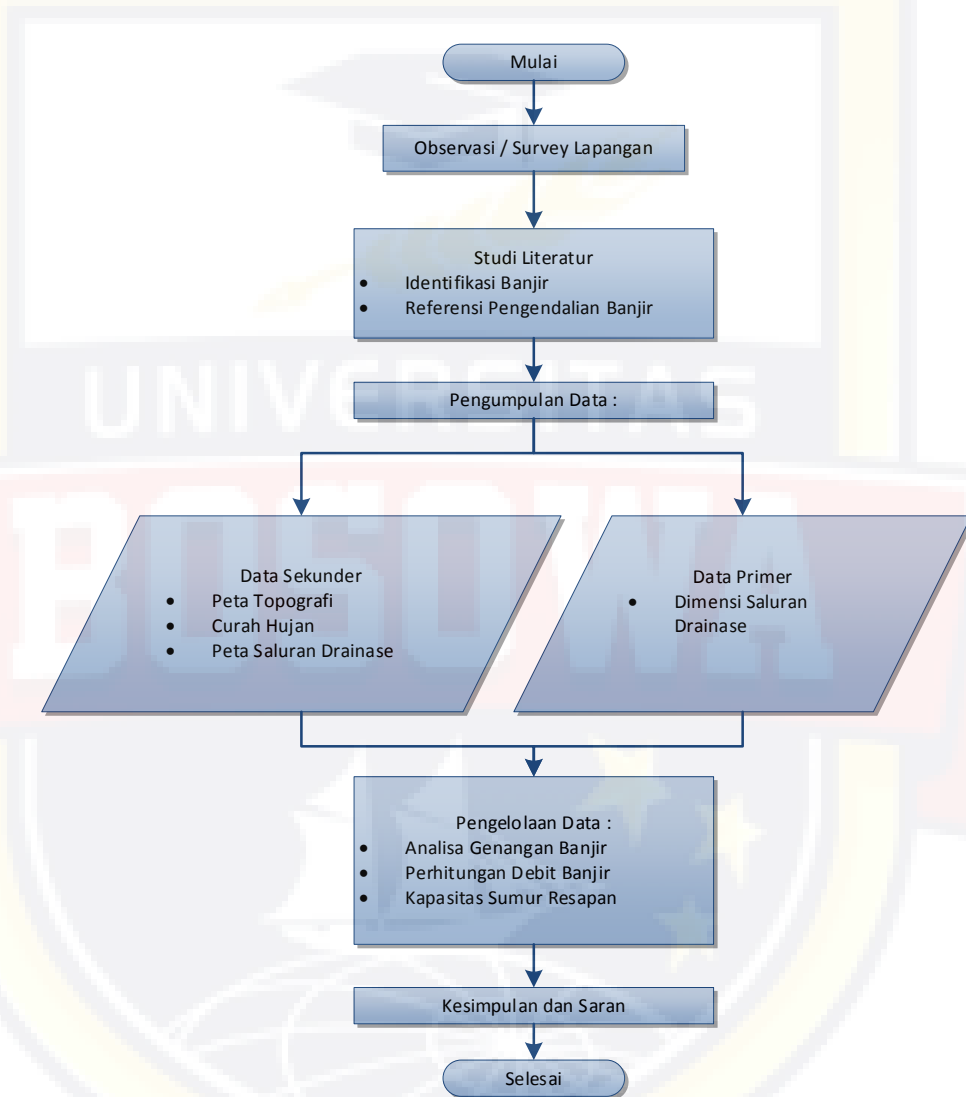
Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Mengukur dimensi saluran drainase lokasi penelitian sebagai data primer.
2. Penentuan instansi yang berkaitan dengan data sekunder yang dibutuhkan.
3. Menyurat ke instansi terkait mengenai pengambilan data sekunder penelitian.

3.6. Alur Bagan

Penelitian dilakukan melalui serangkaian tahapan sebagai

berikut:



Bagan Alur Penelitian

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Analisa Hidrologi

4.1.1. Curah Hujan Rata – Rata

Curah hujan rancangan adalah curah hujan yang terjadi pada suatu daerah dengan periode ulang tertentu. Berdasarkan ruang lingkup penelitian ini yang digunakan dalam analisa hidrologi ini hanya menggunakan 1 stasiun saja. Maka berdasarkan perhitungan hujan maksimum harian rata-rata tahunan dapat dihitung besar curah hujan rencana dengan menggunakan metode *E.J. Gumbel* dan metode *Log Person Type III*.

Data Curah Hujan yang diperoleh dari BMG Kota Makassar Sulawesi Selatan mulai dari tahun 2011 sampai tahun 2020, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

No	TAHUN	MIN	MAX	RATA-RATA
1	2011	1	122	62.0
2	2012	4.7	141	61.4
3	2013	21.1	120.8	71.0
4	2014	2.5	137.9	66.7
5	2015	5.2	160.3	74.3
6	2016	8.5	188.7	76.3
7	2017	6.9	156	65.7
8	2018	0.5	152.1	56.3
9	2019	2	107	58.3
10	2020	2.1	122.9	53.9

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.1 Curah Hujan Maksimum

4.2. Analisa Hujan Rencana

4.2.1. Metode *E.J. Gumbel*

Metode *E.J. Gumbel* umumnya digunakan untuk analisis data ekstrim. Untuk perhitungan parameter statistik metode *E.J Gumbel* dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

TAHUN (n)	xi	x	xi-x	(xi-x) ²
2011	122	144.43	-22.43	502.98
2012	141	144.43	-3.43	11.75
2013	120.8	144.43	-23.63	558.25
2014	137.9	144.43	-6.53	42.61
2015	160.3	144.43	15.87	251.94
2016	188.7	144.43	44.27	1960.07
2017	156	144.43	11.57	133.93
2018	152.1	144.43	7.67	58.87
2019	107	144.43	-37.43	1400.80
2020	122.9	144.43	-21.53	463.42
JUMLAH				5384.6
Rata-Rata				144.43
Standar Defisiasi (S)				24.46
Cs				7.27

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.2 Analisis Curah Hujan Rencana *E.J Gumbel*

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh nilai sebagai berikut :

1. Curah Hujan Rata – rata

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{1}{n} \cdot \sum_1^n x^1 \\ &= \frac{1}{10} \cdot 1.444,3 = 144,43\end{aligned}$$

2. Standar Deviasi

$$S = \sqrt{\frac{\sum_1^n (x^i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{5384.6}{10 - 1}} = 24.46$$

Analisa Hujan Rencana

N = 10, YN, SN, dan YT (diambil dari tabel Reduksi)

TAHUN	YN	SN	YT	K	S	X	X _T /mm
10	0.495	0.950	2.251	1.849	24.460	144.427	189.654
25	0.531	1.092	3.199	2.445	24.460	144.427	204.225
50	0.549	1.170	3.903	2.867	24.460	144.427	214.566
100	0.560	1.207	4.601	3.348	24.460	144.427	226.323

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.3 Analisa Hujan Rencana Metode E.J Gumbel

4.2.2. Metode Log Person Type III

Distribusi *Log Person Tipe III* merupakan hasil transformasi dari distribusi *Person Tipe III* dengan menggantikan data menjadi nilai logaritmik. Untuk perhitungan parameter statistik metode *Log Person Tipe III* dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

TAHUN	Xi	Log Xi	(Log Xi - LogX)	(Log Xi - LogX)^2	(Log Xi - LogX)^3
2010	180.0	2.255	0.102	0.0103784	0.00105730
2011	122.0	2.086	-0.067	0.0044941	-0.00030128
2012	141.0	2.149	-0.004	0.0000175	-0.00000007
2013	120.8	2.082	-0.061	0.0037385	-0.00022859
2014	137.9	2.140	-0.014	0.0001914	-0.00000265
2015	160.3	2.205	0.052	0.0026559	0.00013687
2016	188.7	2.276	0.122	0.0149754	0.00183260
2017	156.0	2.193	0.040	0.0015782	0.00006270
2018	152.1	2.182	0.029	0.00082549	0.00002372
2019	107.0	2.029	-0.124	0.0153795	-0.00190728
2020	122.9	2.090	-0.064	0.0040763	-0.00026026
JUMLAH		21.432	0.000	0.04824404	0.00070644

n	10
Rerata	2.143
S	0.006
Cs	1.2

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.4 Analisis Curah Hujan Rencana Metode Log Person Type III

Keterangan.

X = Data curah hujan

Log X_i = Nilai rata curah hujan logaritmik

S = Standar Deviasi

C_s = Koefisien Kemencengan

n = Jumlah data hujan

1. Curah Hujan Rata – rata

$$\begin{aligned} \overline{\text{Log}(x)} &= \frac{\sum \text{Log } X}{n} \\ &= \frac{21.432}{10} = 2,143 \end{aligned}$$

2. Standar Deviasi

$$S_{\text{Log}(x)} = \sqrt{\frac{\sum_1^n (\text{Log}(x) - \overline{\text{Log}(x)})^2}{n-1}}$$

$$S = \sqrt{\frac{0.482440424}{9}} = 0,006$$

3. Koefisien Kemencengan

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^3}{(n-1)(n-2)(S)^3}$$

$$C_s = \frac{0.007064366}{(10-1)(10-2)(0.006)^3} = 1,2$$

Analisa Curah Hujan Rencana

Keterangan :

K = Karakteristik distribusi *Log Pearson Tipe III* (Tabel 4)

Log X_t = Nilai Curah Hujan periode ulang tahun

X_t = Besarnya Curah Hujan periode ulang tahun

1. Menghitung nilai Log X_t Untuk periode ulang 10 tahun

$$\begin{aligned} \text{Log } X_{10} &= \overline{\text{Log } X} + (K \cdot S) \\ &= 2,151 + (1,34 \cdot 0,006) = 2,151 \end{aligned}$$

Untuk selanjutnya dapat di lihat pada tabel 4.5

2. Menghitung nilai X_t Untuk periode ulang 10 tahun

$$\begin{aligned} X_{10} &= 10^{\text{Log } X_{10}} \\ &= 10^{2.151} = 141,561 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk selanjutnya dapat di lihat pada tabel 4.5

TAHUN	K	S	$\bar{\text{Log}} \bar{X}$	Log X_T	X_T
10	1,34	0,006	2,143	2,151	141,561
25	2,087	0,006	2,143	2,155	142,973
50	2,626	0,006	2,143	2,158	144,000
100	3,149	0,006	2,143	2,161	145,004

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.5 Analisa Hujan Rencana Metode Log Person Type III

4.3. Uji Chi-Kuadrat

Uji Chi-Kuadrat ini dilakukan untuk mengujian kesesuaian perhitungan Hujan Rencana yang telah dilakukan dengan menggunakan 2 metode yaitu : *Metode E.J Gumbel* dan *Metode Log Person Type III*.

4.3.1. Uji Chi Kuadrat *E.J. Gumbel*

Pada perhitungan distribusi *E.J. Gumbel* terbagi menjadi 4 kelas dengan nilai ($100 : 4 = 25$), dimana interval dari 25 adalah 25, 50, 75, dan 100.

Nilai $\alpha = 5\% \rightarrow 0,05$

Nilai $\alpha = 2$

Nilai $db = N - (\alpha+1) = 4 - (2+1) = 1$

Nilai X^2 tabel $db : \alpha = 3.841$ (Tabel Distribusi)

- ✓ Menentukan nilai O_i ; Frekuensi yang termasuk pada kelas, nilai O_i pada interval $0 < P \leq 0.25$ ($110 < P \leq 127.552$) terhadap X_i ,
Maka nilai $O_i = 4$

- ✓ Menentukan nilai E_i ; Frekuensi yang diharapkan sesuai pembagian kelasnya. (teoritis), $E_i = \frac{n}{N} = \frac{10}{4} = 2,5$

- ✓ Menghitung nilai $(O_i - E_i)$, Contoh $0 < P \leq 0,25$

$$(O_i - E_i) = 4 - 2,5 = 1,5$$

- ✓ Menghitung nilai $(O_i - E_i)^2$, Contoh $0 < P \leq 0,25$

$$(O_i - E_i)^2 = 1,5^2 = 2,25$$

- ✓ Menghitung nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$, Contoh $0 < P \leq 0,25$

$$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = \frac{2,25}{2,5} = 0,9$$

- ✓ Menghitung nilai X^2 ; Nilai Chi-Kuadrat,

$$X^2 = \sum_{i=1}^N \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = 0,9 + 0,1 + 0,1 + 2,5 = 2,0$$

Untuk selanjutnya dapat di lihat pada tabel 4.6

Probabilitas	Interval	O_i	E_i	$(O_i - E_i)$	$(O_i - E_i)^2$	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
<126.6404	$0 < P \leq 0,25$	4	2,5	1,5	2,25	0,9
146.2808	$0,25 < P \leq 0,50$	2	2,5	-0,5	0,25	0,1
165.9213	$0,50 < P \leq 0,75$	3	2,5	0,5	0,25	0,1
>165.921	$0,75 < P \leq 0,999$	1	2,5	-1,5	2,25	0,9
					X_2	2,0

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.6 Hasil Perhitungan Uji Chi Kuadrat metode E.J. Gumbel

Kesimpulan,

- ✓ Nilai X^2 hitung $< X^2$ tabel

$$2,0 < 3,841$$

Karena nilai X^2 hitung $< X^2$ tabel, maka pengujian Uji Chi Kuadrat *E.J. Gumbel* diterima.

4.3.2. Uji Chi Kuadrat *Log Person Type III*

Pada perhitungan distribusi *Log Person Type III* sama dengan distribusi *E.J. Gumbel* yaitu terbagi menjadi 4 kelas dengan nilai $(100 : 4 = 25)$, dimana interval dari 25 adalah 25, 50, 75, dan 100.

Nilai $\alpha = 5\% \rightarrow 0,05$

Nilai $\alpha = 2$

Nilai db = $N - (\alpha + 1) = 4 - (2 + 1) = 1$

Nilai X^2 tabel db : $\alpha = 3,841$ (Tabel Distribusi)

- ✓ Menentukan nilai O_i ; Frekuensi yang termasuk pada kelas, nilai O_i pada interval $0 < P \leq 0.25$ ($110 < P \leq 127.43$) terhadap X_i , Maka nilai $O_i = 4$
- ✓ Menentukan nilai E_i ; Frekuensi yang diharapkan sesuai pembagian kelasnya. (teoritis), $E_i = \frac{n}{N} = \frac{10}{4} = 2,5$
- ✓ Menghitung nilai $(O_i - E_i)$, Contoh $0 < P \leq 0,25$
 $(O_i - E_i) = 4 - 2.5 = 1,5$
- ✓ Menghitung nilai $(O_i - E_i)^2$, Contoh $0 < P \leq 0,25$
 $(O_i - E_i)^2 = 1.5^2 = 2,25$
- ✓ Menghitung nilai $\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$, Contoh $0 < P \leq 0,25$

$$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = \frac{2.25}{2.5} = 0,9$$

✓ Menghitung nilai X^2 ; Nilai Chi-Kuadrat,

$$X^2 = \sum_{i=1}^N \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i} = 0.9 + 0.1 + 0.1 + 2.5 = 2,0$$

Untuk selanjutnya dapat di lihat pada tabel 4.7

Probabilitas	Interval	O _i	E _i	(O _i - E _i)	(O _i - E _i) ²	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
< 127.43	0 < P ≤ 0.25	4	2.5	1.5	2.25	0.9
147.85	0.25 < P ≤ 0.50	2	2.5	-0.5	0.25	0.1
168.28	0.50 < P ≤ 0.75	3	2.5	0.5	0.25	0.1
>132.92	0.75 < P ≤ 0.999	1	2.5	-1.5	2.25	0.9
					X ₂	2.0

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Uji Chi Kuadrat metode Log Person Type III

Kesimpulan,

✓ Nilai X^2 hitung < X^2 tabel

$$2,0 < 3,841$$

Karena nilai X^2 hitung < X^2 tabel, maka pengujian Uji Chi Kuadrat Log Person Type III diterima.

Hasil uji pada metode *E.J. Gumbel* dan *Log Person Type III* dapat dinyatakan berdistribusi normal. Oleh karena itu, digunakan cara lain untuk menentukan distribusi frekuensi Curah Hujan Harian Maksimum (CHHM), yaitu dengan cara membandingkan kedua metode tersebut dan dilihat metode mana yang menghasilkan CHHM paling besar.

Periode Ulang	<i>E.J. Gumbel</i>	Log Person Type III
10	185.5616841	141.5606111
25	209.6994697	142.9725583
50	227.6061787	144.0000916
100	245.3830737	145.0041818

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.7 Hasil Perhitungan Hujan Rencana

Dari tabel tersebut antara metode *E.J Gumbel* dan metode *Log Person Type III* terlihat bahwa CHHM paling besar dihasilkan Oleh metode *E.J. Gumbel*, maka dari itu CHHM dari metode *E.J. Gumbel* akan digunakan pada analisa selanjutnya.

4.4. Analisa Intensitas Curah Hujan

4.4.1. Metode *Van Breen*

Perhitungan intensitas curah hujan dengan menggunakan Metode *Van Breen* adalah sebagai berikut :

I : intensitas hujan (mm/jam)

R_t : curah hujan maksimum (mm)

T_c : waktu konsentrasi (jam)

✓ Menghitung nilai Intensitas curah hujan periode ulang 10 tahun dengan durasi 5 menit.

$$I_T = \frac{54R_T + 0.007R_T^2}{T_c + 0.3R_T} = \frac{54R_{10} + 0.007R_{10}^2}{t_5 + 0.3R_{10}}$$

$$= \frac{54(185.56) + 0.007(185.56)^2}{\frac{5}{60} + 0.3(185.56)} = \frac{13250.69 + 421.49}{\frac{5}{60} + 76.07}$$

$$I_5 = 177,13$$

Untuk selanjutnya dapat di lihat pada tabel 4.8

Durasi (menit)	Intensitas Hujan Metode Van Breen			
	10	25	50	100
	185.56	209.70	227.61	245.38
5	178.13	178.70	179.12	179.54
10	177.87	178.47	178.91	179.34
20	177.36	178.02	178.49	178.95
40	176.34	177.11	177.65	178.17
60	175.34	176.22	176.83	177.40
80	174.34	175.33	176.01	176.64
120	172.39	173.59	174.39	175.13
240	166.79	168.56	169.71	170.76

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Metode Van Breen

4.4.2. Metode *Haspers dan Weduwen*

Perhitungan intensitas curah hujan dengan menggunakan Metode *Haspers dan Weduwen* adalah sebagai berikut :

I : intensitas hujan,

R_i : curah hujan.

t : durasi curah hujan (jam), dan

X_i : curah hujan harian maksimum yang terpilih (mm/hari).

- ✓ Menghitung nilai Curah hujan R_i dan R menurut *Haspers dan Der Weduwen*

$$R_{i[t_5, X_{10}]} = X_{10} \left(\frac{1218t_5 + 54}{X_{10}(1-t_5) + 1272t_5} \right)$$

$$= 185.56 \left(\frac{[1218 \times \frac{5}{60}] + 54}{185.56 [1 - \frac{5}{60}] + 1272 \times \frac{5}{60}} \right)$$

$$= 185.56 \left(\frac{155.5}{251.47} \right) = 104.51$$

$$R_{[t_5, X_{10}]} = \sqrt{\frac{11300t_5}{t_5+3.12} \left[\frac{R_i}{100} \right]}$$

$$= \sqrt{\frac{11300 \times \frac{5}{60}}{\frac{5}{60} + 3.12} \left[\frac{104.51}{100} \right]}$$

$$= \sqrt{293.96} \times 1.05$$

$$= 17,92$$

✓ Menghitung nilai Intensitas curah hujan (mm/jam)

$$I_{[t_5, X_{10}]} = \frac{R}{t_5} = \frac{17.92}{\frac{5}{60}} = \frac{17.92}{0.08} = 215,02 \text{ mm/jam}$$

Untuk selanjutnya dapat di lihat pada tabel 4.9

Durasi Menit (t)	E. J. Gumbel		R _i	R	I
	Periode ulang	X _t			
5	10	185.56	104.51	17.92	215.02
10			130.07	31.14	186.82
20			155.85	51.47	154.41
40			176.62	78.78	118.17
60			185.56	97.18	97.18
80			190.54	110.83	83.12
120			195.91	130.16	65.08
240			201.72	160.73	40.18
5			25	209.7	109.34
10	139.35	33.36			200.14
20	171.09	56.51			169.52
40	197.84	88.24			132.37
60	209.70	109.82			109.82
80	216.39	125.87			94.40
120	223.69	148.61			74.31
240	231.67	184.58			46.15

5	50	227.61	112.49	19.29	231.44
10			145.63	34.86	209.16
20			181.85	60.06	180.18
40			213.35	95.16	142.74
60			227.61	119.20	119.20
80			235.74	137.12	102.84
120			244.66	162.55	81.28
240			254.52	202.79	50.70
5			100	245.38	115.30
10	151.42	36.25			217.48
20	192.10	63.44			190.33
40	228.55	101.94			152.91
60	245.38	128.51			128.51
80	255.08	148.37			111.28
120	265.81	176.60			88.30
240	277.76	221.31			55.33

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Metode Hasper dan Der Weduwen

4.5. Penentuan Metode Intensitas Curah Hujan

4.5.1. Rumus *Talbot*

Uji kecocokan intensitas hujan menggunakan rumus *Talbot* pada Metode *Van Breen* juga Metode *Hasper dan Der Weduwen* dapat dilihat pada tabel berikut.

Rumus Talbot Metode Van Breen						
Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	l	l.t	l ²	l ² t	l Talbot
5	10	178.13	890.63	31728.73	158643.66	178.13
10		177.87	1778.68	31637.13	316371.35	177.87
20		177.36	3547.12	31455.13	629102.53	177.36
40		176.34	7053.60	31095.79	1243831.64	176.34
60		175.34	10520.14	30742.58	1844554.66	175.34
80		174.34	13947.41	30395.35	2431627.90	174.34
120		172.39	20686.80	29718.31	3566197.11	172.39
240		166.79	40028.64	27817.57	6676217.65	166.79
8	Σ	1398.54	98453.02	244590.59	16866546.49	
	a		615681.77			
	b		3451.45			
Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	l	l.t	l ²	l ² t	l Talbot
5	25	178.70	893.50	31933.55	159667.77	178.70
10		178.47	1784.71	31851.94	318519.43	178.47
20		178.02	3560.32	31689.66	633793.15	178.02
40		177.11	7084.49	31368.79	1254751.41	177.11
60		176.22	10573.08	31052.76	1863165.69	176.22
80		175.33	14026.60	30741.49	2459319.17	175.33
120		173.59	20830.57	30132.82	3615938.89	173.59
240		168.56	40453.69	28411.48	6818754.75	168.56
8	Σ	1405.99	99206.96	247182.49	17123910.26	
	a		697895.31			
	b		3900.41			
Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	l	l.t	l ²	l ² t	l Talbot
5	50	179.12	895.61	32084.51	160422.54	179.12
10		178.91	1789.10	32008.94	320089.43	178.91
20		178.49	3569.80	31858.61	637172.26	178.49
40		177.65	7106.18	31561.11	1262444.48	177.65
60		176.83	10609.62	31267.76	1876065.54	176.83

Rumus Talbot Metode Van Breen						
Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	I.t	I ²	I ² t	I Talbot
80		176.01	14080.56	30978.48	2478278.16	176.01
120		174.39	20926.78	30411.83	3649419.34	174.39
240		169.71	40730.86	28802.13	6912511.15	169.71
8	∑	1411.11	99708.51	248973.37	17296402.91	
	a		759201.94			
	b		4233.47			

Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	I.t	I ²	I ² t	I Talbot
5	100	179.54	897.69	32233.81	161169.06	179.54
10		179.34	1793.42	32163.38	321633.80	179.34
20		178.95	3579.01	32023.21	640464.17	178.95
40		178.17	7126.92	31745.60	1269823.98	178.17
60		177.40	10644.14	31471.58	1888295.10	177.40
80		176.64	14131.07	31201.10	2496088.23	176.64
120		175.13	21015.59	30670.50	3680459.48	175.13
240		170.76	40981.31	29157.42	6997781.72	170.76
8	∑	1415.93	100169.14	250666.61	17455715.54	
	a		820330.56			
	b		4564.13			

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.9 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Rumus Talbot - Metode Van Breen

Metode Hasper dan Der Weduwen						
Durasi Menit (t)	Periode Ualng (Tahun)	l	l.t	l ²	l ² t	l Talbot
5	10	215.02	1075.11	46234.67	231173.35	204.24
10		186.82	1868.21	34901.95	349019.48	186.71
20		154.41	3088.22	23842.71	476854.22	159.36
40		118.17	4726.62	13963.10	558523.81	123.25
60		97.18	5830.83	9444.04	566642.43	100.48
80		83.12	6649.77	6909.29	552743.00	84.81
120		65.08	7809.69	4235.50	508260.07	64.65
240		40.18	9643.59	1614.56	387495.47	37.73
8	Σ	959.98	40692.04	141145.82	3630711.84	
	a		10877.28			
	b		48.26			
Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	l	l.t	l ²	l ² t	l Talbot
5	25	224.96	1124.82	50608.83	253044.17	216.27
10		200.14	2001.42	40056.71	400567.11	199.62
20		169.52	3390.32	28735.71	574714.19	172.99
40		132.37	5294.64	17520.74	700829.69	136.56
60		109.82	6589.30	12060.79	723647.63	112.81
80		94.40	7551.95	8911.25	712899.77	96.09
120		74.31	8916.83	5521.52	662581.88	74.12
240		46.15	11075.02	2129.44	511066.49	43.97
8	Σ	1051.66	45944.29	165545.00	4539350.93	
	a		12968.89			
	b		54.97			
Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	l	l.t	l ²	l ² t	l Talbot
5	50	231.44	1157.18	53562.56	267812.81	224.49
10		209.16	2091.62	43748.75	437487.51	208.51
20		180.18	3603.53	32463.55	649270.97	182.54
40		142.74	5709.63	20374.92	814996.91	146.12
60		119.20	7151.97	14208.54	852512.14	121.82

Metode Hasper dan Der Weduwen						
Durasi Menit (t)	Periode Ualng (Tahun)	I	I.t	I ²	I ² t	I Talbot
80		102.84	8227.03	10575.63	846050.11	104.45
120		81.28	9753.07	6605.72	792686.98	81.28
240		50.70	12167.33	2570.20	616849.20	48.79
8	Σ	1117.53	49861.36	184109.88	5277666.64	
	a		14650.92			
	b		60.26			
5	100	237.23	1186.13	56276.04	281380.18	232.17
10		217.48	2174.78	47296.49	472964.88	216.85
20		190.33	3806.62	36225.90	724517.98	191.58
40		152.91	6116.34	23381.04	935241.55	155.37
60		128.51	7710.57	16514.69	990881.41	130.67
80		111.28	8902.15	12382.54	990603.56	112.75
120		88.30	10596.14	7797.10	935652.17	88.47
240		55.33	13278.39	3061.04	734648.72	53.76
8	Σ	1181.36	53771.12	202934.83	6065890.46	
	a		16439.13			
	b		65.81			

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.10 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Rumus Talbot - Metode Hasper dan Der Weduwen

4.5.2. Rumus Sherman

Uji kecocokan intensitas hujan menggunakan rumus Sherman pada Metode Van Breen juga Metode Hasper dan Der Weduwen dapat dilihat pada tabel berikut.

Metode Sherman Metode Van Breen							
Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	Log I	Log t	Log t ²	Log t * Log I	I Sherman
5	10	178.126	2.251	0.699	0.489	1.573	180.153
10		177.868	2.250	1.000	1.000	2.250	178.326
20		177.356	2.249	1.301	1.693	2.926	176.517
40		176.340	2.246	1.602	2.567	3.599	174.727
60		175.336	2.244	1.778	3.162	3.990	173.688
80		174.343	2.241	1.903	3.622	4.266	172.955
120		172.390	2.237	2.079	4.323	4.650	171.927
240		166.786	2.222	2.380	5.665	5.289	170.183
n	8	∑	17.940	12.743	22.520	28.543	
		a	184.468				
		b	0.015				

Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	Log I	Log t	Log t ²	Log t * Log I	I Sherman
5	25	178.700	2.252	0.699	0.489	1.574	180.506
10		178.471	2.252	1.000	1.000	2.252	178.880
20		178.016	2.250	1.301	1.693	2.928	177.269
40		177.112	2.248	1.602	2.567	3.602	175.672
60		176.218	2.246	1.778	3.162	3.994	174.744
80		175.333	2.244	1.903	3.622	4.270	174.089
120		173.588	2.240	2.079	4.323	4.656	173.170
240		168.557	2.227	2.380	5.665	5.300	171.610
n	8	∑	17.959	12.743	22.520	28.576	
		a	184.339				
		b	0.013				

Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	Log I	Log t	Log t ²	Log t * Log I	I Sherman
5	50	179.121	2.253	0.699	0.489	1.575	180.794

Metode Sherman Metode Van Breen							
Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	Log I	Log t	Log t ²	Log t * Log I	I Sherman
10		178.910	2.253	1.000	1.000	2.253	179.290
20		178.490	2.252	1.301	1.693	2.929	177.798
40		177.654	2.250	1.602	2.567	3.604	176.319
60		176.827	2.248	1.778	3.162	3.996	175.460
80		176.007	2.246	1.903	3.622	4.273	174.852
120		174.390	2.242	2.079	4.323	4.661	174.000
240		169.712	2.230	2.380	5.665	5.307	172.552
n	8	∑	17.971	12.743	22.520	28.599	
		a	184.335				
		b	0.012				
5	100	179.538	2.254	0.699	0.489	1.576	181.096
10		179.342	2.254	1.000	1.000	2.254	179.696
20		178.950	2.253	1.301	1.693	2.931	178.306
40		178.173	2.251	1.602	2.567	3.606	176.928
60		177.402	2.249	1.778	3.162	3.999	176.126
80		176.638	2.247	1.903	3.622	4.276	175.560
120		175.130	2.243	2.079	4.323	4.664	174.764
240	170.755	2.232	2.380	5.665	5.314	173.413	
n	8	∑	17.983	12.743	22.520	28.619	
		a	184.389				
		b	0.011				

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Rumus Sherman -
Metode Van Breen

Metode Sherman Metode Hasper dan Der Weduwen							
Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	Log I	Log t	Log t ²	Log t * Log I	I Sherman
5	10	215.022	2.332	0.699	0.489	1.630	252.715
10		186.821	2.271	1.000	1.000	2.271	188.377
20		154.411	2.189	1.301	1.693	2.848	140.419
40		118.166	2.072	1.602	2.567	3.320	104.670
60		97.180	1.988	1.778	3.162	3.534	88.141
80		83.122	1.920	1.903	3.622	3.653	78.022
120		65.081	1.813	2.079	4.323	3.770	65.702
240		40.182	1.604	2.380	5.665	3.818	48.975
n	8	∑	16.190	12.743	22.520	24.846	
		a	499.939				
		b	0.424				
Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	Log I	Log t	Log t ²	Log t * Log I	I Sherman
5	25	224.964	2.352	0.699	0.489	1.644	266.640
10		200.142	2.301	1.000	1.000	2.301	202.236
20		169.516	2.229	1.301	1.693	2.900	153.389
40		132.366	2.122	1.602	2.567	3.399	116.340
60		109.822	2.041	1.778	3.162	3.629	98.968
80		94.399	1.975	1.903	3.622	3.759	88.240
120		74.307	1.871	2.079	4.323	3.890	75.064
240		46.146	1.664	2.380	5.665	3.961	56.933
n	8	∑	16.555	12.743	22.520	25.483	
		a	506.650				
		b	0.399				
Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	Log I	Log t	Log t ²	Log t * Log I	I Sherman
5	50	231.436	2.364	0.699	0.489	1.653	275.723
10		209.162	2.320	1.000	1.000	2.320	211.714
20		180.176	2.256	1.301	1.693	2.935	162.564
40		142.741	2.155	1.602	2.567	3.452	124.825
60		119.200	2.076	1.778	3.162	3.692	106.953
80		102.838	2.012	1.903	3.622	3.829	95.847
120		81.276	1.910	2.079	4.323	3.971	82.124
240		50.697	1.705	2.380	5.665	4.058	63.059
n	8	∑	16.799	12.743	22.520	25.910	
		a	509.158				
		b	0.381				

Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	Log I	Log t	Log t ²	Log t * Log I	I Sherman
5	100	237.226	2.375	0.699	0.489	1.660	283.833
10		217.478	2.337	1.000	1.000	2.337	220.523
20		190.331	2.280	1.301	1.693	2.966	171.335
40		152.909	2.184	1.602	2.567	3.500	133.118
60		128.509	2.109	1.778	3.162	3.750	114.847
80		111.277	2.046	1.903	3.622	3.894	103.426
120		88.301	1.946	2.079	4.323	4.046	89.230
240		55.327	1.743	2.380	5.665	4.149	69.327
n	8	Σ	17.021	12.743	22.520	26.302	
		a	509.994	Sumber : Hasil Perhitungan			
		b	0.364				

Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Rumus Sherman - Metode Hasper dan Der Weduwen

4.5.3. Rumus Ishiguro

Uji kecocokan intensitas hujan menggunakan rumus *Ishiguro* pada Metode *Van Breen* juga Metode *Hasper* dan *Der Weduwen* dapat dilihat pada tabel berikut.

Rumus <i>Ishiguro</i> - Metode <i>Van Breen</i>						
Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	I ²	I√T	I ² √T	I <i>Ishiguro</i>
5	10	178.126	31728.732	398.301	70947.601	179.541
10		177.868	31637.135	562.469	100045.404	178.664
20		177.356	31455.127	793.160	140671.602	177.439
40		176.340	31095.791	1115.272	196667.050	175.734
60		175.336	30742.578	1358.144	238130.983	174.449
80		174.343	30395.349	1559.368	271864.264	173.379
120		172.390	29718.309	1888.438	325547.767	171.614
240		166.786	27817.574	2583.838	430947.996	167.759
	Σ	1398.544	244590.593	10258.989	1774822.667	
	n	8				
	a	33888.067				
	b	186.512				

Rumus Ishiguro - Metode Van Breen						
Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	I ²	I√T	I ² √T	I Ishiguro
5	25	178.700	31933.554	399.584	71405.598	179.960
10		178.471	31851.943	564.375	100724.689	179.181
20		178.016	31689.658	796.111	141720.458	178.092
40		177.112	31368.785	1120.157	198393.617	176.574
60		176.218	31052.762	1364.978	240533.656	175.427
80		175.333	30741.490	1568.222	274960.242	174.471
120		173.588	30132.824	1901.562	330088.550	172.891
240		168.557	28411.478	2611.275	440148.726	169.427

Σ	1405.995	247182.494	10326.265	1797975.536
n	8			
a	38372.580			
b	210.993			

Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	I ²	I√T	I ² √T	I Ishiguro
5	50	179.121	32084.508	400.528	71743.141	180.287
10		178.910	32008.943	565.764	101221.166	179.569
20		178.490	31858.613	798.231	142476.049	178.562
40		177.654	31561.112	1123.586	199610.000	177.157
60		176.827	31267.759	1369.695	242199.020	176.094
80		176.007	30978.477	1574.255	277079.922	175.208
120		174.390	30411.828	1910.345	333144.882	173.741
240		169.712	28802.130	2629.165	446200.676	170.519

Σ	1411.112	248973.370	10371.570	1813674.855
n	8			
a	41716.603			
b	229.154			

Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	I ²	I√T	I ² √T	I Ishiguro
5	100	179.538	32233.812	401.459	72076.995	180.623
10		179.342	32163.380	567.128	101709.540	179.955
20		178.950	32023.208	800.290	143212.142	179.018
40		178.173	31745.600	1126.865	200776.801	177.710
60		177.402	31471.585	1374.153	243777.849	176.719
80		176.638	31201.103	1579.901	279071.148	175.893

Rumus Ishiguro - Metode Van Breen						
Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	I ²	I√T	I ² √T	I Ishiguro
120		175.130	30670.496	1918.452	335978.446	174.523
240		170.755	29157.424	2645.332	451704.867	171.508
Σ		1415.929	250666.608	10413.579	1828307.788	
n		8				
a		45050.866				
b		247.183				

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.12 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Rumus Ishiguro - Metode Van Breen

Rumus Ishiguro - Metode Hasper Dan Der Weduwen						
Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	I ²	I√T	I ² √T	I Ishiguro
5	10	215.022	46234.671	480.805	103383.867	243.511
10		186.821	34901.948	590.779	110369.652	189.284
20		154.411	23842.711	690.546	106627.846	143.949
40		118.166	13963.095	747.345	88310.369	107.529
60		97.180	9444.040	752.757	73153.223	90.047
80		83.122	6909.287	743.467	61798.546	79.192
120		65.081	4235.501	712.924	46397.584	65.873
240		40.182	1614.564	622.491	25012.725	47.745
Σ		959.984	141145.819	5341.113	615053.811	
n		8				
a		787.266				
b		0.997				

Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	I ²	I√T	I ² √T	I Ishiguro
5	25	224.964	50608.834	503.035	113164.792	256.765
10		200.142	40056.711	632.904	126670.444	204.161
20		169.516	28735.710	758.099	128510.000	158.296
40		132.366	17520.742	837.156	110810.904	120.131
60		109.822	12060.794	850.675	93422.507	101.376
80		94.399	8911.247	844.334	79704.617	89.585
120		74.307	5521.516	813.991	60485.174	74.960
240		46.146	2129.444	714.889	32989.200	54.775
Σ		1051.662	165544.997	5955.083	745757.638	
n		8				
a		922.982				
b		1.359				

Rumus Ishiguro - Metode Hasper Dan Der Weduwen						
Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	I ²	I√T	I ² √T	I Ishiguro
5	50	231.436	53562.562	517.506	119769.529	265.712
10		209.162	43748.751	661.428	138345.697	214.461
20		180.176	32463.549	805.774	145181.403	168.499
40		142.741	20374.923	902.772	128862.327	129.308
60		119.200	14208.536	923.316	110058.844	109.725
80		102.838	10575.626	919.810	94591.278	97.302
120		81.276	6605.725	890.330	72362.090	81.772
240		50.697	2570.205	785.397	39817.444	60.114
	Σ	1117.525	184109.876	6406.333	848988.614	
	n	8				
	a	1029.849				
	b	1.640				

Durasi Menit (t)	Periode Ulang (Tahun)	I	I ²	I√T	I ² √T	I Ishiguro
5	100	237.226	56276.036	530.453	125837.042	273.986
10		217.478	47296.488	687.724	149564.626	224.152
20		190.331	36225.899	851.186	162007.145	178.292
40		152.909	23381.039	967.079	147874.673	138.281
60		128.509	16514.690	995.430	127922.240	117.968
80		111.277	12382.545	995.291	110752.845	104.968
120		88.301	7797.101	967.291	85412.967	88.591
240		55.327	3061.036	857.117	47421.371	65.518
	Σ	1181.357	202934.834	6851.571	956792.910	
	n	8				
	a	1141.456				
	b	1.930				

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.13 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan Rumus Ishiguro - Metode Hasper dan Der Weduwen

4.6. Perbandingan Metode Intensitas Curah Hujan Menggunakan Rumus *Talbot*, *Sherman* dan *Ishiguro*

4.6.1. Devisiasi Metode *Van Breen*

t	I	Persamaan Intensitas Curah Hujan (mm/jam)			Deviasi		
		<i>Talbot</i>	<i>Sherman</i>	<i>Ishiguro</i>	<i>Talbot</i>	<i>Sherman</i>	<i>Ishiguro</i>
5	178.13	178.13	180.15	179.54	0.00	2.03	1.42
10	177.87	177.87	178.33	178.66	0.00	0.46	0.80
20	177.36	177.36	176.52	177.44	0.00	0.84	0.08
40	176.34	176.34	174.73	175.73	0.00	1.61	0.61
60	175.34	175.34	173.69	174.45	0.00	1.65	0.89
80	174.34	174.34	172.96	173.38	0.00	1.39	0.96
120	172.39	172.39	171.93	171.61	0.00	0.46	0.78
240	166.79	166.79	170.18	167.76	0.00	3.40	0.97
Deviasi Total					0.00	11.83	6.50
Deviasi Rata-Rata					0.00	1.48	0.81

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.14 Devisiasi Metode *Van Breen* 10 tahun

t	I	Persamaan Intensitas Curah Hujan (mm/jam)			Deviasi		
		<i>Talbot</i>	<i>Sherman</i>	<i>Ishiguro</i>	<i>Talbot</i>	<i>Sherman</i>	<i>Ishiguro</i>
5	178.70	178.70	180.51	179.96	0.00	1.81	1.26
10	178.47	178.47	178.88	179.18	0.00	0.41	0.71
20	178.02	178.02	177.27	178.09	0.00	0.75	0.08
40	177.11	177.11	175.67	176.57	0.00	1.44	0.54
60	176.22	176.22	174.74	175.43	0.00	1.47	0.79
80	175.33	175.33	174.09	174.47	0.00	1.24	0.86
120	173.59	173.59	173.17	172.89	0.00	0.42	0.70
240	168.56	168.56	171.61	169.43	0.00	3.05	0.87
Deviasi Total					0.00	10.59	5.81
Deviasi Rata-Rata					0.00	1.32	0.73

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.15 Devisiasi Metode *Van Breen* 25 tahun

t	I	Persamaan Intensitas Curah Hujan (mm/jam)			Deviasi		
		Talbot	Sherman	Ishiguro	Talbot	Sherman	Ishiguro
5	179.12	179.12	180.79	180.29	0.00	1.67	1.17
10	178.91	178.91	179.29	179.57	0.00	0.38	0.66
20	178.49	178.49	177.80	178.56	0.00	0.69	0.07
40	177.65	177.65	176.32	177.16	0.00	1.34	0.50
60	176.83	176.83	175.46	176.09	0.00	1.37	0.73
80	176.01	176.01	174.85	175.21	0.00	1.15	0.80
120	174.39	174.39	174.00	173.74	0.00	0.39	0.65
240	169.71	169.71	172.55	170.52	0.00	2.84	0.81
Deviasi Total					0.00	9.83	5.38
Deviasi Rata-Rata					0.00	1.23	0.67

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.16 Devisiasi Metode Van Breen 50 tahun

t	I	Persamaan Intensitas Curah Hujan (mm/jam)			Deviasi		
		Talbot	Sherman	Ishiguro	Talbot	Sherman	Ishiguro
5	179.54	179.54	181.10	180.62	0.00	1.56	1.09
10	179.34	179.34	179.70	179.95	0.00	0.35	0.61
20	178.95	178.95	178.31	179.02	0.00	0.64	0.07
40	178.17	178.17	176.93	177.71	0.00	1.25	0.46
60	177.40	177.40	176.13	176.72	0.00	1.28	0.68
80	176.64	176.64	175.56	175.89	0.00	1.08	0.75
120	175.13	175.13	174.76	174.52	0.00	0.37	0.61
240	170.76	170.76	173.41	171.51	0.00	2.66	0.75
Deviasi Total					0.00	9.18	5.02
Deviasi Rata-Rata					0.00	1.15	0.63

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.17 Devisiasi Metode Van Breen 100 tahun

4.6.2. Devisiasi Metode Hasper dan Weduwen

t	I	Persamaan Intensitas Curah Hujan			Deviasi		
		Talbot	Sherman	Ishiguro	Talbot	Sherman	Ishiguro
5	215.02	204.24	252.72	243.51	10.78	37.69	28.49
10	186.82	186.71	188.38	189.28	-0.11	1.56	2.46
20	154.41	159.36	140.42	143.95	4.95	13.99	10.46
40	118.17	123.25	104.67	107.53	5.08	13.50	10.64
60	97.18	100.48	88.14	90.05	3.30	9.04	7.13
80	83.12	84.81	78.02	79.19	1.69	5.10	3.93
120	65.08	64.65	65.70	65.87	0.43	0.62	0.79
240	40.18	37.73	48.97	47.75	2.45	8.79	7.56
Deviasi Total					28.56	90.29	71.47
Deviasi Rata-Rata					3.57	11.29	8.93

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.18 Devisiasi Metode Hasper dan Weduwen 10 tahun

t	I	Persamaan Intensitas Curah Hujan			Deviasi		
		Talbot	Sherman	Ishiguro	Talbot	Sherman	Ishiguro
5	224.96	216.27	266.64	256.77	8.70	41.68	31.80
10	200.14	199.62	202.24	204.16	-0.52	2.09	4.02
20	169.52	172.99	153.39	158.30	3.48	16.13	11.22
40	132.37	136.56	116.34	120.13	4.20	16.03	12.24
60	109.82	112.81	98.97	101.38	2.98	10.85	8.45
80	94.40	96.09	88.24	89.59	1.69	6.16	4.81
120	74.31	74.12	75.06	74.96	0.19	0.76	0.65
240	46.15	43.97	56.93	54.77	2.18	10.79	8.63
Deviasi Total					22.89	104.48	81.82
Deviasi Rata-Rata					2.86	13.06	10.23

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.19 Devisiasi Metode Hasper dan Weduwen 25 tahun

t	I	Persamaan Intensitas Curah Hujan			Deviasi		
		Talbot	Sherman	Ishiguro	Talbot	Sherman	Ishiguro
5	231.44	224.49	275.72	265.71	6.95	44.29	34.28
10	209.16	208.51	211.71	214.46	-0.65	2.55	5.30
20	180.18	182.54	162.56	168.50	2.36	17.61	11.68
40	142.74	146.12	124.82	129.31	3.38	17.92	13.43
60	119.20	121.82	106.95	109.73	2.62	12.25	9.47
80	102.84	104.45	95.85	97.30	1.61	6.99	5.54
120	81.28	81.28	82.12	81.77	0.00	0.85	0.50
240	50.70	48.79	63.06	60.11	1.90	12.36	9.42
Deviasi Total					18.18	114.81	89.61
Deviasi Rata-Rata					2.27	14.35	11.20

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.20 Devisiasi Metode Hasper dan Weduwen 50 tahun

t	I	Persamaan Intensitas Curah Hujan			Deviasi		
		Talbot	Sherman	Ishiguro	Talbot	Sherman	Ishiguro
5	237.23	232.17	283.83	273.99	5.06	46.61	36.76
10	217.48	216.85	220.52	224.15	-0.62	3.05	6.67
20	190.33	191.58	171.33	178.29	1.25	19.00	12.04
40	152.91	155.37	133.12	138.28	2.46	19.79	14.63
60	128.51	130.67	114.85	117.97	2.16	13.66	10.54
80	111.28	112.75	103.43	104.97	1.47	7.85	6.31
120	88.30	88.47	89.23	88.59	-0.17	0.93	0.29
240	55.33	53.76	69.33	65.52	1.57	14.00	10.19
Deviasi Total					13.17	124.88	97.43
Deviasi Rata-Rata					1.65	15.61	12.18

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.21 Devisiasi Metode Hasper dan Weduwen 100 tahun

4.6.3. Kesimpulan Metode dan Rumus yang digunakan

Periode Ulang (Tahun)	Metode <i>Van Breen</i>			Metode Hasper dan Der Weduwen		
	<i>Talbot</i>	<i>Sherman</i>	<i>Ishiguro</i>	<i>Talbot</i>	<i>Sherman</i>	<i>Ishiguro</i>
10	0.00	1.48	0.81	3.57	11.29	8.93
25	0.00	1.32	0.73	2.86	13.06	10.23
50	0.00	1.23	0.67	2.27	14.35	11.20
100	0.00	1.15	0.63	1.65	15.61	12.18
Rata-rata	0.00	1.29	0.71	2.59	13.58	10.64

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.22 Perbandingan Devisiasi Terkecil

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa nilai deviasi antara Metode *Van Breen* dengan menggunakan persamaan *Talbot* memberikan nilai deviasi terkecil yaitu nilai nol. Selanjutnya nilai intensitas curah hujan yang akan digunakan adalah hasil perhitungan Metode *Van Breen* dengan Persamaan *Talbot*.

PUH	Intensitas Hujan / Jam	Koefisien	Hujan Efektif
10	175.34	0.7	122.735
25	176.22	0.7	123.353
50	176.83	0.7	123.779
100	177.40	0.7	124.182

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.23 Intensitas Hujan Efektif

4.7. Perhitungan Debit Genangan Banjir

Perhitungan debit genangan banjir untuk setiap menggunakan Metode Rasional dengan rumus :

$$Q = 0,278 \times C \times I \times A$$

Dimana :

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

C = Koefisien Pengaliran

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas Daerah Genangan Banjir (ha)

Untuk Koefisien pengaliran (C) berdasarkan Tabel, kawasan genangan Perumnas Bumi Tamalanrea Permai, Kecamatan Tamalanrea dapat ditentukan seperti di bawah ini:

Daerah Perumahan = 0,25 – 0,75, diambil 0,70 sesuai dengan Tata Guna Lahan Kota Makassar.

Diketahui:

A = 182,159 ha

C = 0,70

I₅ = 178,13 mm/jam

Jadi :

$$\begin{aligned} Q_5 &= 0,278 \times C \times I \times A \\ &= 0,278 \times 0,70 \times 178,13 \times 182,159 \\ &= 6.314,23 \text{ m}^3/\text{detik} \end{aligned}$$

Selanjutnya dapat dilihat pada tabel 4.24 berikut ini :

Durasi / Menit (T)	C	I (mm/jam)	Debit Saluran (m ³ /detik)	Debit Genangan (m ³ /detik)	Debit Genangan Banjir (m ³ /detik)
5	0.7	178.13	3788.54	6314.23	2525.69
10		177.87	3783.06	6305.10	2522.04
20		177.36	3772.16	6286.94	2515.78
40		176.34	3750.56	6250.93	2500.37
60		175.34	3729.20	6215.33	2486.13
80		174.34	3708.08	6180.13	2472.05
120		172.39	3666.54	6110.91	2444.36
240		166.79	3547.35	5912.26	2364.90

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.23 Debit Genangan Banjir

Berdasarkan tabel diatas, diketahui bahwa debit saluran sebesar 3547.35 m³/detik sedangkan debit genangan 5912.26 m³/detik. Sehingga debit banjir yang tidak dapat di tampung saluran sebesar 2364.90 m³/detik

4.8. Usulan Penanggulangan

Berdasarkan Perhitungan Debit Banjir Rencana maka dapat diambil beberapa usulan alternative penanggulangan. Usulan alternative secara teknis yang akan dilaksanakan dalam

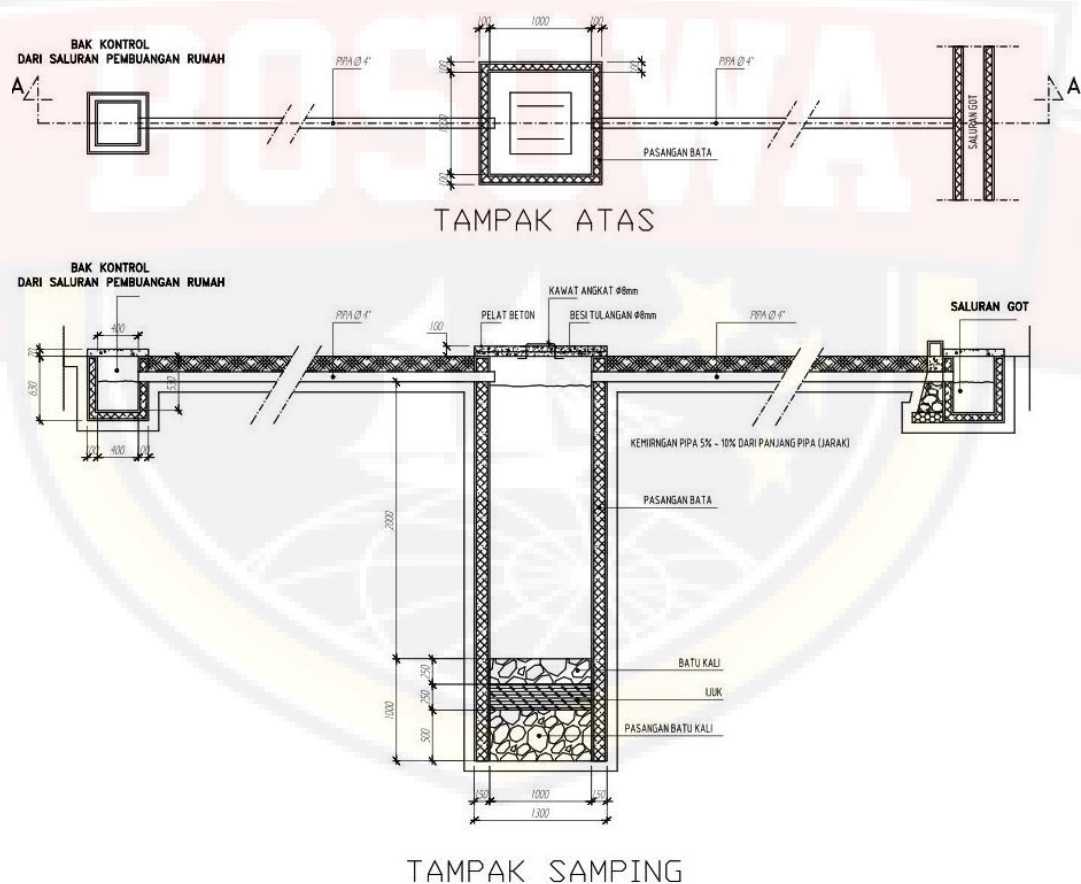
penanganan banjir di Kelurahan Tamangapa adalah pembuangan Sumur Resapan.

4.8.1. Perencanaan Sumur Resapan

Untuk perhitungan volume sumur resapan, terlebih dahulu di tentukan diameter sumur (D_{sumur}) dan kedalaman sumur (H_{sumur}).
yaitu,

$$D_{\text{sumur}} = 1 \text{ m}$$

$$H_{\text{sumur}} = 3 \text{ m}$$



Gambar 5.1.
Tata Letak Sumur Resapan Air Hujan

Selanjutnya perhitungan volume dan penentuan jumlah sumur resapan,

$$V_{\text{sumur}} = \left(\frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \right) \times h$$

$$V_{\text{sumur}} = \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 1^2 \right) \times 3$$

$$V_{\text{sumur}} = 2,335 \text{ m}^3$$

Jumlah sumur resapan yang di butuhkan dapat dilihat menggunakan rumus,

$$n = \text{Debit Genangan Banjir} / V_{\text{sumur}}$$

$$n = 2.362,90 / 2,335 \text{ m}^3$$

$$n = 2.523 \text{ unit}$$

Dari hasil perhitungan di atas maka jumlah sumur resapan yang dibutuhkan sebanyak 2.523 unit.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil perhitungan dan analisa hidrologi, maka dapat disimpulkan:

- 1) Debit saluran di Perumnas Bumi Tamalanrea Permai lebih kecil dari debit genangan sehingga saluran drainase tidak dapat mengalir/menampung besaran genangan tersebut sehingga terjadi peluapan sebesar $2.362,90 \text{ m}^3/\text{dtk}$.
- 2) Cara pengendalian yang dipilih untuk mengendalikan debit banjir ialah pembuatan sumur resapan dengan volume sebesar $2,335 \text{ m}^3$ /buah dengan jumlah 2.523 buah sumur resapan.

5.2. Saran

Saran yang diberikan oleh penulis skripsi ialah;

- 1) Lahan yang dibutuhkan untuk pembuatan sumur resapan ialah sedikitnya 1.5 m^2 dan dimulai pada daerah hulu.
- 2) Selain untuk mengendalikan banjir, sumur resapan dapat digunakan sebagai air cadangan untuk masyarakat sekitar dan untuk membantu penyerapan air ke tanah disebabkan berkurangnya daya serap tanah terhadap air karena semakin banyak bangunan di atas tanah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Yusuf Muttaqin. 2007. *Kinerja Sistem Drainase Yang Berkelanjutan Berbasis Partisipasi Masyarakat*. Surakarta. Universitas Negri Surakarta
- Andi Ikmal Maharadi. 2014. *Analisis Dan Pemetaan Daerah Rawan Banjir Di Kota Makassar Berbasis Spatial*. Makassar. Universitas Hasanuddin
- Ayu Wahyuningtyas. 2011. *Strategi Penerapan Sumur Resapan Sebagai Teknologi Ekodrainase Di Kota Malang (Studi Kasus: Sub Das Metro)*. Jurnal Tata Kota dan Daerah Volume 3, Nomor 1.
- A.Zubair dkk. 2015. *Identifikasi Zona Genangan Banjir Kota Makassar Berbasis SIG*. Makassar. Universitas Hasanuddin
- Dirgantari, MH. 2006. *BAB III DASAR TEORI*, (online), (http://eprints.undip.ac.id/34176/7/1666_chapter_III.pdf, diakses 12 Maret 2021).
- Lembaga Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi. 2017. *Modul Metode Pengendalian Banjir Pelatihan Pengendalian Banjir*. Kementerian PUPR. Bandung.

Lembaga Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan
Konstruksi. 2018. *Modul Analisis Hidrologi Dan Sedimen*.
Kementerian PUPR. Bandung.

Lussiani Bahunta. 2018. *Rancangan Sumur Resapan Air Hujan Sebagai
Upaya Pengurangan Limpasan Di Kampung Babakan,
Cibinong, Kabupaten Bogor*. Bogor. Institut Pertanian
Bogor

Muh. Fadli Natsir. 2017. *Analisis Permasalahan Banjir Wilayah Kelurahan
Karunrung Kecamatan Rappocini Kota Makassar*.
Makassar. Universitas Islam Negri Alauddin Makassar

Rahmia Fauziah. 2015. *Pengendalian Banjir Menggunakan Pompa*. Jom
FTEKNIK. Volume 2 No. 1.

Sebastian, Ligal. *Pendekatan Pencegahan Dan Penanggulangan Banjir*.
2008. Palembang. Universitas Palembang.

Suripin, 2004, *Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan*.
Yogyakarta.

LAMPIRAN

1.) Data Sekunder

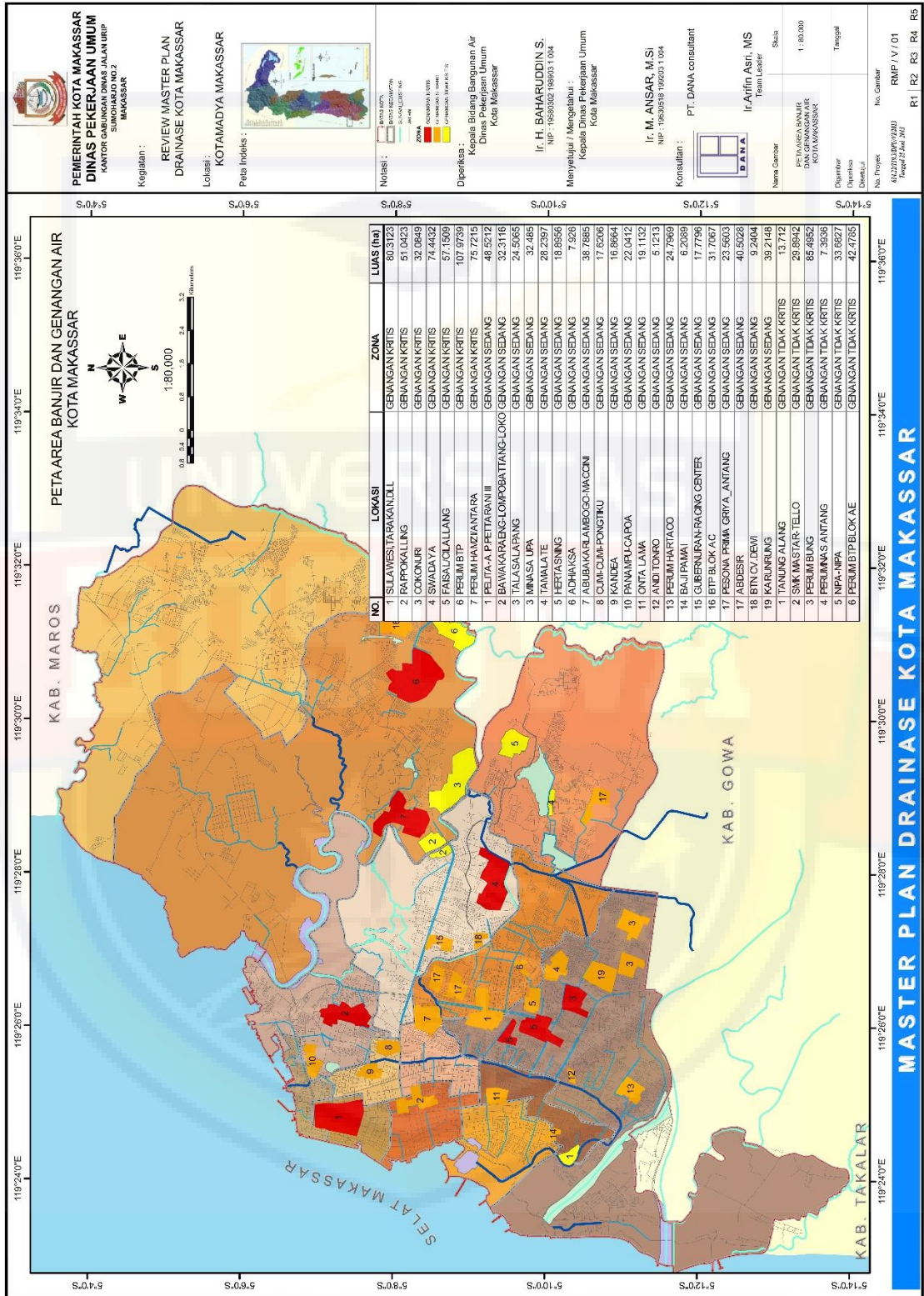
Lampiran 1. Data Curah Hujan Tahun 2010 – 2020 Makassar

TAHUN	JANUARI	FEBRUARI	MARET	APRIL	MEI	JUNI
2010	110	180	58	42	31	23
2011	81	122	93	93	58	4
2012	77	78	141	36	125	12
2013	120.8	-	-	-	-	-
2014	105.2	70.2	51.5	137.9	38.1	77
2015	160.3	42.8	127.6	69.9	5.2	30
2016	160.3	103.4	76.2	38.7	15	23.9
2017	107.9	120.3	42.2	70.8	6.9	55.8
2018	124.6	112.8	152.1	40.6	9.5	22.1
2019	84.4	40.5	88.5	107	32.9	46.8
2020	89.1	95.1	56.7	35.7	122.9	50.6

JULI	AGUSTUS	SEPTEMBER	OKTOBER	NOVEMBER	DESEMBER	MAX
35	28	45	42	60	95	180
1	-	-	11	58	99	122
34.5	-	-	4.7	28	77.5	141
21.1	-	-	-	-	-	120.8
17.5	2.5	-	-	30	137.4	137.9
-	-	-	-	27.9	130.7	160.3
8.5	-	52	188.7	57.3	115.3	188.7
13.6	45.4	50.9	40	78.5	156	156
25.5	1.2	0.5	9.7	36.2	140.3	152.1
2	-	-	-	61	62	107
2.1	16	4.3	21	58.1	95.1	122.9

(Sumber: BMKG Wilayah IV)

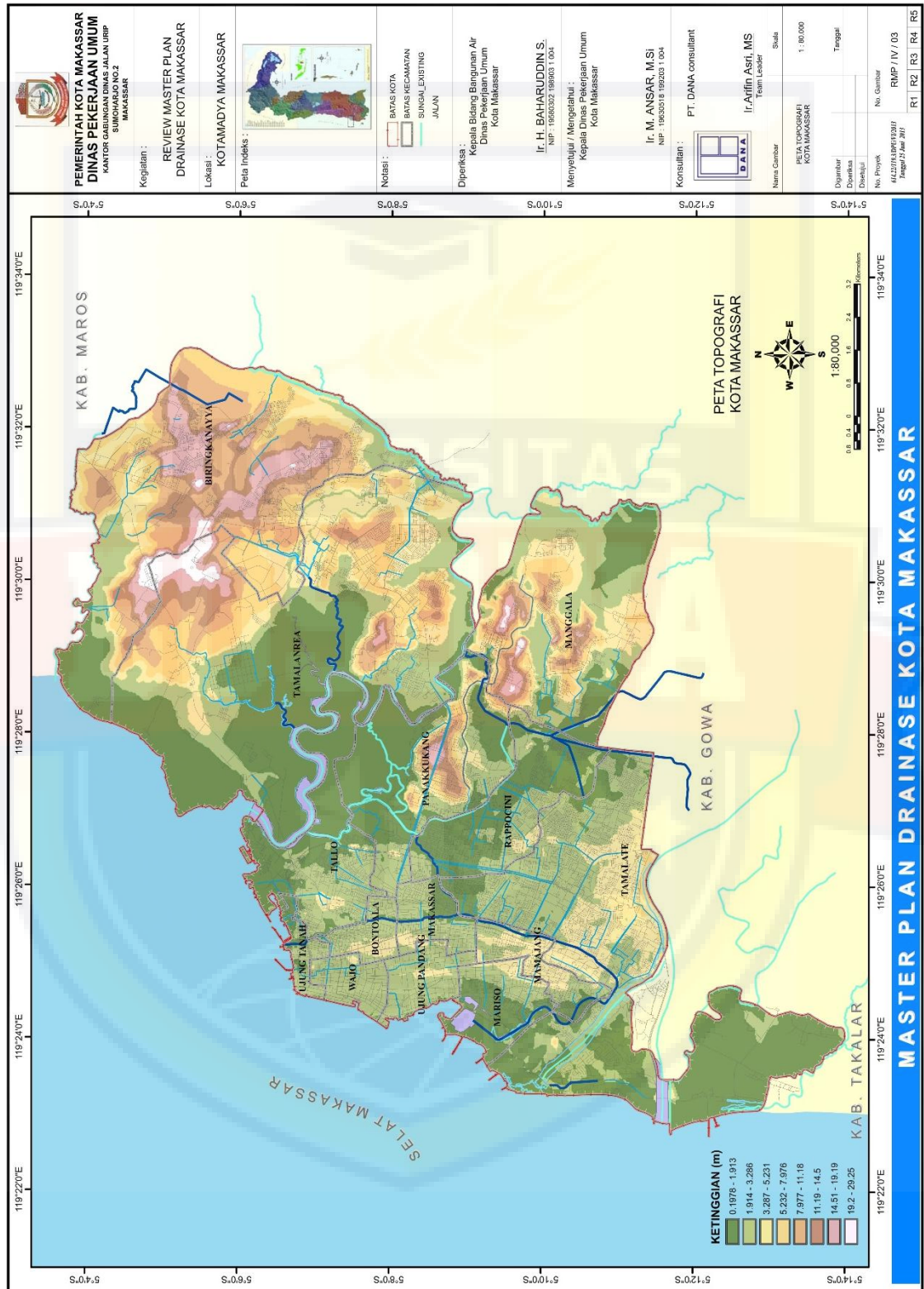
Lampiran 2. Peta Banjir dan Genangan Kota Makassar



MASTER PLAN DRAINASE KOTA MAKASSAR

(Sumber: Dinas PUPR Kota Makassar)

Lampiran 3. Peta Topografi Kota Makassar

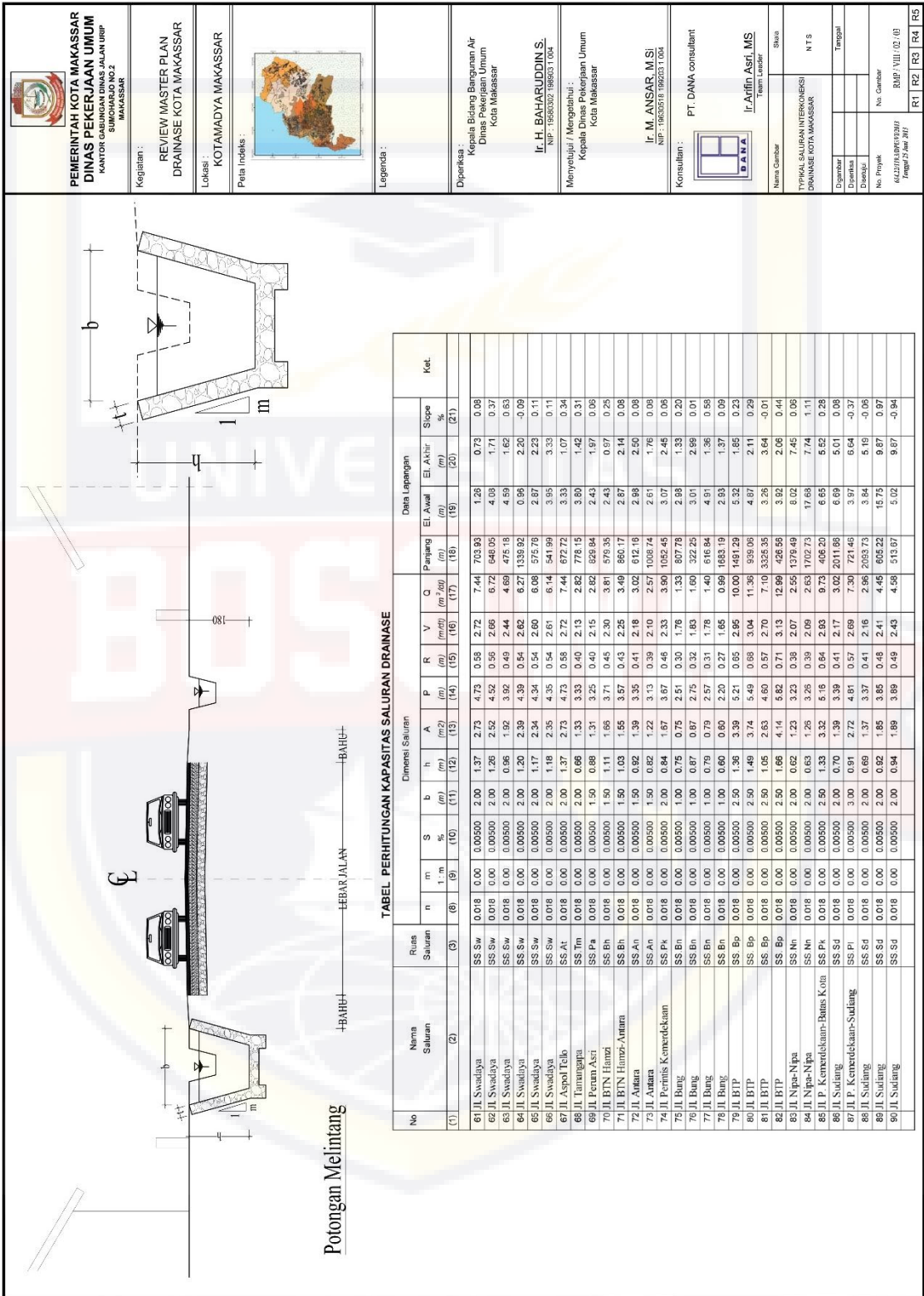


(Sumber: Dinas PUPR Kota Makassar)

Lampiran 4. Peta Saluran Drainase Prumnas BTP Makassar

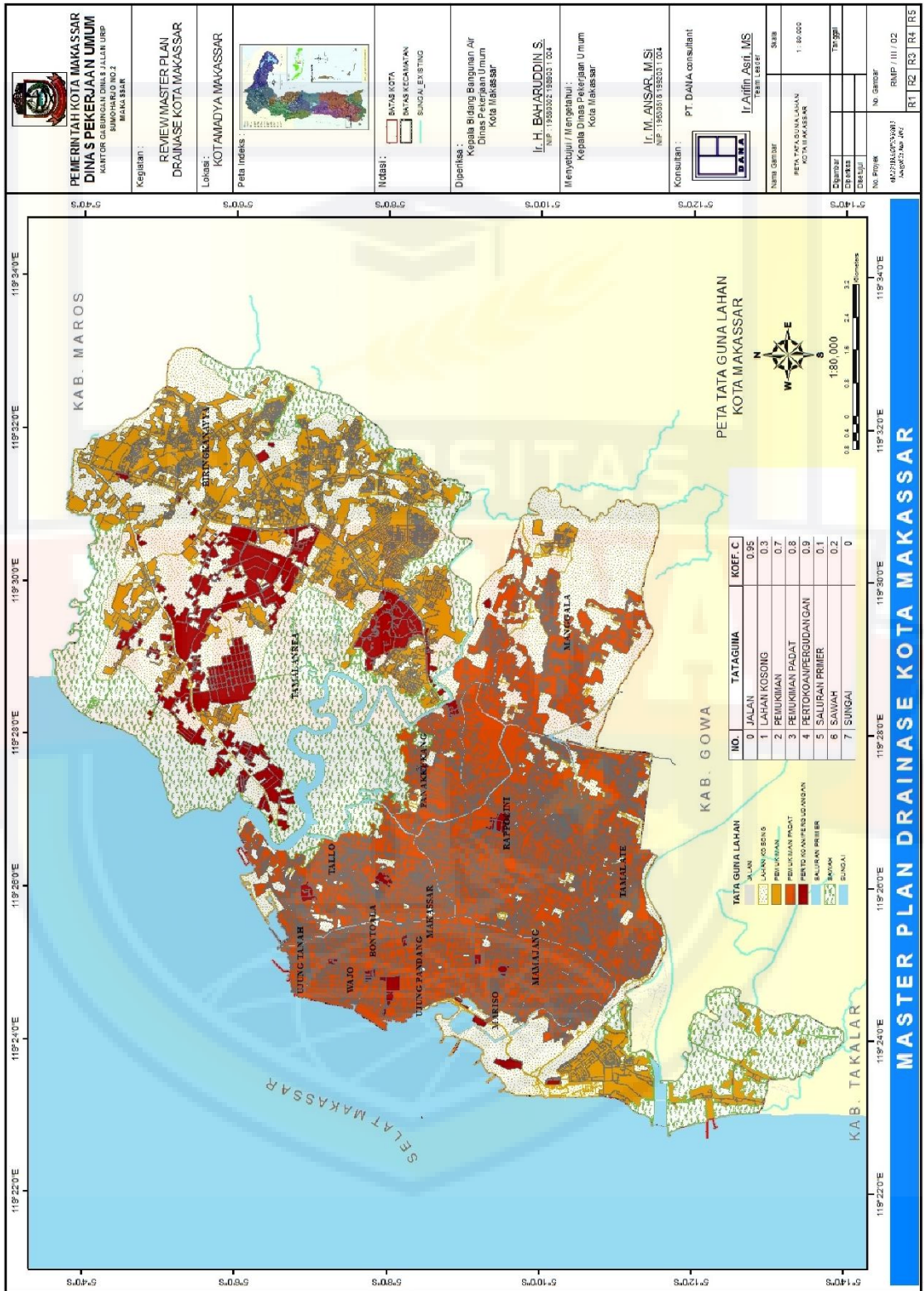


(Sumber: Dinas PUPR Kota Makassar)



Lampiran 5. Tabel Perhitungan Kapasitas Saluran Drainase

(Sumber: Dinas PUPR Kota Makassar)



Lampiran 6. Peta Tata Guna Lahan Kota Makassar

(Sumber: Dinas PUPR Kota Makassar)

2.) Data Primer

Lampiran 7. Foto Lokasi Pada Saat Terjadi Banjir di BTP Makassar



