



TUGAS AKHIR - RE 184804

**STUDI PERENCANAAN DRAINASE BERWAWASAN
LINGKUNGAN (ECODRAINASE) PADA GEDUNG
PEMUKIMAN DAN PERSILNYA DI WILAYAH KELURAHAN
KARANGBESUKI KECAMATAN SUKUN KOTA MALANG**

MUHAMMAD SABRI YUNUS
NRP. 0321174000040

Dosen Pembimbing
Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D
NIP. 19620816 199003 1 004

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2022



TUGAS AKHIR - RE 184804

**STUDI PERENCANAAN DRAINASE BERWAWASAN
LINGKUNGAN (ECODRAINASE) PADA GEDUNG
PEMUKIMAN DAN PERSILNYA DI WILAYAH KELURAHAN
KARANGBESUKI KECAMATAN SUKUN KOTA MALANG**

MUHAMMAD SABRI YUNUS
NRP. 03211740000040

Dosen Pembimbing
Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D
NIP. 19620816 199003 1 004

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2022

Halaman ini sengaja dikosongkan



FINAL PROJECT - RE 184804

**STUDY OF ECODRAINAGE PLANNING ON SETTLEMENT
BUILDING AND ITS PARTIES IN KARANGBESUKI, SUKUN
SUB-DISTRICT, MALANG CITY**

MUHAMMAD SABRI YUNUS
NRP. 0321174000040

Supervisor
Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D
NIP. 19620816 199003 1 004

DEPARTMENT OF ENVIRONMENTAL ENGINEERING
Faculty of Civil, Planning and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2022

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PERENCANAAN DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN (ECODRAINASE) PADA GEDUNG PEMUKIMAN DAN PERSILNYA DI WILAYAH KELURAHAN KARANGBESUKI KECAMATAN SUKUN KOTA MALANG

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik
Pada Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Perencanaan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **MUHAMMAD SABRI YUNUS**
NRP. 032174000040

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D
2. Ir. Atiek Moesriati, M.Kes
3. Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.
4. Harmin Sulistyaning Titah, ST, MT, Ph.D

Pembimbing

Penguji

Penguji

Penguji



PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa / NRP : Muhammad Sabri Yunus / 03211740000040

Departemen : Teknik Lingkungan

Dosen Pembimbing / NIP : Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D / 196208161990031004

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul "Studi Perencanaan Drainase Berwawasan Lingkungan (Ecodrainase) Pada Gedung Pemukiman Dan Persilnya Di Wilayah Kelurahan Karangbesuki Kecamatan Sukun Kota Malang" adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Mengetahui,
Dosen Pembimbing

Surabaya, 26 Juli 2022

Mahasiswa,



Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D
NIP. 19620816 199003 1 004



Muhammad Sabri Yunus
NRP. 03211740000040

**STUDI PERENCANAAN DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN
(ECODRAINASE) PADA GEDUNG PEMUKIMAN DAN PERSILNYA DI WILAYAH
KELURAHAN KARANGBESUKI KECAMATAN SUKUN KOTA MALANG**

Nama Mahasiswa : Muhammad Sabri Yunus
NRP : 03211740000040
Departemen : Teknik Lingkungan FTSLK ITS
Dosen Pembimbing : Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D

ABSTRAK

Saluran drainase perkotaan merupakan prasarana utilitas wajib bagi lingkungan masyarakat yang berfungsi mengalirkan air permukaan yang bersumber dari air hujan ke badan penerima (sungai) supaya tidak terbentuk genangan (banjir). Ekodrainase atau disebut drainase berwawasan lingkungan merupakan konsep baru dalam rekayasa pencegahan banjir yang berkelanjutan dengan memperhatikan daya dukung dan kondisi lingkungan dengan prinsip meresapkan air ke tanah secara maksimal yang sekaligus mendukung adanya kegiatan konservasi sumber daya air. Karangbesuki merupakan salah satu kelurahan yang berada di Kota Malang yang sering terdampak banjir saat terjadi hujan.

Adapun tujuan dari perencanaan ini adalah untuk menghitung potensi reduksi debit limpasan di wilayah Kelurahan Karangbesuki dengan menerapkan sistem ekodrainase yaitu sumur resapan dan penampungan air hujan (*rain harvesting*) untuk mengurangi debit limpasan air hujan yang membebani saluran drainase.

Metode perencanaan yang digunakan adalah perhitungan debit limpasan hujan yang berasal dari atap pemukiman yang kemudian dialirkan ke penampungan air hujan dengan volume reservoir 4 m³ pada setiap rumah untuk dimanfaatkan kembali dan sumur resapan di setiap persil pemukiman dengan dimensi diameter sumur Tipe I ; 0.8m , Tipe II ; 1,4 m dengan kedalaman semua sumur resapan adalah sama yaitu 1,5 m.

Hasil dari perencanaan ini menunjukkan bahwa potensi reduksi limpasan air hujan dengan diresapkan ke tanah menggunakan penampungan air hujan sumur resapan (ekodrainase) di Kelurahan Karangbesuki adalah 2.816 m³/hari dengan penerapan pada setiap pemukiman, dengan adanya proses ini menyebabkan terjadinya siklus air tanah yang semakin massif, hal demikian menjadikan ekodrainase sebagai salah satu upaya dalam kegiatan konservasi air guna mendukung sumber air tanah yang berkelanjutan.

Kata kunci: banjir, ekodrainase, drainase, berwawasan lingkungan, konservasi air

Halaman ini sengaja dikosongkan

STUDY OF ECODRAINAGE PLANNING ON SETTLEMENT BUILDING AND ITS PARTIES IN KARANGBESUKI KELURAHAN SUKUN SUKUN SUB-DISTRICT, MALANG CITY

Name : Muhammad Sabri Yunus
NRP : 03211740000040
Departement : Environmental Engineering
Supervisor : Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D

ABSTRACT

Urban drainage channels are main utility infrastructure for the citizen. which functions to drain surface water sourced from rainwater to the receiving body (river) so as not to form puddles (floods). Ecodrainage or called environmentally drainage is a new concept in sustainable flood prevention engineering by taking into account the carrying capacity and environmental conditions with the principle of maximum infiltration of water into the ground which at the same time supports the conservation of water resources. Karangbesuki is one of the villages in Malang City which is often affected by floods when it rains.

The purpose of this plan is to calculate the potential for reducing runoff discharge in the Karangbesuki Village area by implementing an ecodrainage system, using infiltration wells and rain harvesting to reduce the runoff discharge of rainwater that burdens the drainage channel.

The planning method used is the calculation of runoff discharge from residential roofs which is then channeled to rainwater reservoirs with a reservoir volume of 4 m³ for each house to be reused and infiltration wells in each residential plot with dimensions of Type 1 diameter spesification; 0.8 m , Type 2 ; 1.4 m with the depth of all infiltration wells is the same, namely 1.5 m.

The results of this plan indicate that the potential for reducing rainwater runoff by infiltrating into the ground using rainwater reservoirs in infiltration wells (ecodrainage) in Karangbesuki Village is 2,816 m³/day with application to each settlement, with this process causing an increasingly massive groundwater cycle. This makes ecodrainage one of the efforts in water conservation activities to support sustainable groundwater sources.

Keywords: flood, ecodrainage, drainage, environmentally, water conservation

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia kenikmatan, kemudahan, petunjuk, dan berkah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Tugas akhir ini berjudul **“STUDI PERENCANAAN DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN (ECODRAINASE) PADA GEDUNG PEMUKIMAN DAN PERSILNYA DI WILAYAH KELURAHAN KARANGBESUKI KECAMATAN SUKUN KOTA MALANG”**

Tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu tidak terlepas dari peran serta berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D atas segala bimbingan dan nasihatnya selama kegiatan seminar dan penyusunan laporan proposal tugas akhir.
2. Ibu Ir. Atiek Moesriati, MKes, Bapak Dr. Ir. Irwan Bagyo S, MT dan Ibu Harmin Sulistyaning Titah, ST, MT, Ph.D. atas arahan yang diberikan kepada saya selama kegiatan seminar dan penyusunan laporan proposal tugas akhir.
3. Bapak Arseto Yekti Bagastyo S.T. M.T., M.Phill, atas bimbingan selama menjalani kegiatan perkuliahan di Departemen Teknik Lingkungan FTSLK ITS.
4. Ayah, Ibu, dan Adik serta keluarga besar atas segala dukungan materi, doa, dan moral demi kelancaran tugas akhir.
5. Teman-teman rekan bimbingan tugas akhir atas kerjasama dan bantuannya selama pengerjaan tugas akhir.
6. Teman-teman Teknik Lingkungan ITS 2017 atas segala bantuan dan dukungannya selama pengerjaan tugas akhir.

Penulis memohon saran, kritik, dan penyempurnaan dari pembaca terkait dengan tugas akhir ini. Terima kasih.

Surabaya, Juli 2022

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xiv
BAB 1.....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Pendahuluan.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	2
1.5 Ruang Lingkup.....	2
BAB 2.....	3
TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Pengertian Banjir.....	3
2.1.1 Penyebab Genangan.....	3
2.2 Drainase.....	3
2.3 Drainase berwawasan lingkungan.....	4
2.3.1 Penampungan Air Hujan.....	5
2.3.2 Sumur Resapan.....	6
2.4 Limpasan Permukaan.....	6
2.5 Konservasi Air.....	6
2.6 Hidrologi.....	7
2.6.1 Siklus Hidrologi.....	7
2.6.2 Analisis Hidrologi.....	8
2.6.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan.....	8
2.6.4 Analisis Curah Hujan Harian Maksimum (HMM).....	9
2.6.5 Metode Log Pearson Type III.....	10
2.6.6 Analisis Intensitas Hujan.....	11
2.6.7 Analisis Debit Limpasan Hujan.....	12
BAB 3.....	13
METODE PERENCANAAN.....	13
3.1 Gambaran Umum Penelitian.....	13
3.2 Kerangka Penelitian.....	13
3.3 Penjelasan Kerangka Penelitian.....	15
3.3.1. Ide Penelitian.....	15

3.3.2. Studi Literatur	15
3.3.3. Pengumpulan Data	15
3.3.4. Analisis Data	16
3.3.5 Pengolahan Data dan Pembahasan	16
3.3.6 Kesimpulan dan Saran.....	16
BAB 4.....	17
GAMBARAN UMUM DAN WILAYAH PERENCANAAN.....	17
5.1 Gambaran Umum Kelurahan Karangbesuki	17
5.2 Tata Guna Lahan	19
BAB 5.....	21
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
5.1 Pengelolaan Air Hujan pada Bangunan Gedung Pemukiman dan Persilnya	21
5.2 Analisis Hidrologi	22
5.2.1 Perhitungan Curah Hujan	22
5.2.2 Analisis Curah Hujan Harian Maksimum (HHM)	22
5.2.3 Pemilihan Metode Penentuan Curah Hujan	27
5.2.4 Uji kesesuaian penentuan metode curah hujan.....	27
5.2.5 Penentuan Intensitas Hujan	28
5.3 Ekodraiase bangunan rumah	29
5.3.1 Penampungan Air Hujan	30
5.3.2 Sumur Resapan.....	33
5.3.3 Potensi Reduksi Volume Limpasan Hujan menggunakan Ekodrainase.....	36
5.4 Analisis kegiatan konservasi air tanah pada ekodrainase.....	38
BAB 6	
.....	39
KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
6.1 Kesimpulan	39
6.2 Saran.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
BIOGRAFI PENULIS.....	45

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema ekodrainase	6
Gambar 2.2 siklus hidrologi	8
Gambar 3.4 Kerangka Perencanaan	15
Gambar 4.1 Peta Potensi Bencana Karangbesuki (BPBD, 2015)	18
Gambar 4.2 Peta Tata Guna Lahan dan batas kelurahan (Google Maps, 2022)	19

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Perbedaan Drainase Konvensional dengan Drainase Berwawasan Lingkungan (Ekodrainase)	5
Tabel 2.2 Hubungan Reduksi Variat Rata-rata (Y_n) dengan Jumlah n	9
Tabel 2.3 Hubungan Reduksi Variat Rata-rata (S_n) dengan Jumlah.....	10
Tabel 2.4 Nilai koefisien limpasan.....	12
Tabel 5.1 metode pengelolaan air hujan menggunakan ekodrainase metode pengolahan air hujan menggunakan ekodrainase	21
Tabel 5.2 syarat teknis penerapan ekodrainase sumur resapan	21
Tabel 5.3 data curah hujan harian maksimal pertahun	22
Tabel 5.4 Perhitungan Metode Gumbel	23
Tabel 5.5 Nilai Y_t untuk masing masing PUH.....	23
Tabel 5.6 Perhitungan Metode Gumbel	24
Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Rentang Keyakinan Metode Gumbel	25
Tabel 5.8 Perhitungan Metode Log Pearson III	25
Tabel 5.9 Nilai-nilai K untuk metode Log Pearson Tipe III	26
Tabel 5.10 Hasil Perhitungan HHM menggunakan Log Pearson III	27
Tabel 5.11 kala ulang (PUH) untuk tipologi kota tertentu	27
Tabel 5.12 Hasil Perhitungan HHM semua metode.....	28
Tabel 5.13 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan berdasarkan lamanya waktu hujan (jam)	29
Tabel 5.14 pengelolaan air hujan berdasarkan tipe pemukiman	30
Tabel 5.15 Perhitungan volume hujan yang dikelola menggunakan pemanenan air hujan	31
Tabel 5.16 syarat teknis peletakan sumur resapan di lapangan.....	33
Tabel 5.17 perhitungan kebutuhan kedalaman sumur tiap type rumah.....	34
Tabel 5.18 rencana dimensi sumur resapan.....	35
Tabel 5.19 Sumur yang dibutuhkan di lokasi studi berdasarkan tipe pemukiman	36
Tabel 5.20 Reduksi volume limpasan dengan pemanenan air hujan.....	36
Tabel 5.21 Reduksi volume limpasan dengan sumur resapan.....	37
Tabel 5.22 hasil total volume limpasan air hujan yang tereduksi	37

Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Sistem drainase merupakan hal yang vital yang harus selalu dievaluasi pada suatu wilayah perkotaan, hal tersebut bertujuan untuk mengantisipasi genangan air akibat air hujan yang disebut banjir. Prinsip sistem drainase adalah rekayasa aliran air hujan yang turun di suatu permukaan agar mengalir ke badan penerima (sungai) dengan langsung atau tanpa hambatan supaya tidak terjadi genangan yang kemudian terjadi banjir.

Seiring berkembangnya jumlah penduduk di suatu perkotaan maka semakin berkembang pula pembangunan berbagai sarana prasarana perkotaan yang membuat kondisi eksisting permukaan tanah mengalami perubahan struktur dan fungsi, sehingga debit limpasan air semakin meningkat yang melebihi daya tampung suatu sistem drainase.

Pembangunan fisik yang gencar dilaksanakan pada masa pembangunan saat ini banyak sekali yang mengabaikan kaidah-kaidah konservasi air dan tanah, yang bila dibiarkan terus-menerus akan mengganggu keseimbangan ekosistem lingkungan. Dampak lebih luas lagi adalah kerusakan lingkungan yang akhirnya akan merugikan banyak orang. Sebagai contoh adalah kota Malang, karena perkembangan penduduk yang begitu cepat disertai pembangunan fisik yang cepat pula, dimana banyak lahan terbuka yang mestinya tidak digunakan perumahan dalam konsep tata ruang banyak dilanggar untuk dijadikan perumahan yang dalam pelaksanaannya pun masih sering mengabaikan kaidah konservasi air (drainasi tidak terencana dengan baik), akhirnya saat ini kota Malang yang termasuk daerah yang rawan genangan. (Perda Kota Malang No. 17 Th. 2001)

Karangbesuki merupakan kelurahan yang terletak di Kecamatan Sukun, Kota Malang dengan luas wilayah 50.40 Ha yang ditempati 17.550 jiwa merupakan wilayah pemukiman padat penduduk yang berada di pusat kota dengan pembangunan yang kian pesat, pembangunan tersebut dilatar belakangi dengan banyaknya universitas dan meningkatnya pengembangan perumahan di sekitar wilayahnya. Namun, adanya pembangunan fasilitas umum maupun pribadi yang tidak memperhatikan aspek drainase yang baik dapat mengakibatkan terbentuknya genangan akibat turunnya air hujan dan tingginya limpasan air berpotensi menghanyutkan sampah di permukaan tanah yang dapat menyumbat bangunan drainase yang ada. Selain itu tingginya curah hujan yang terjadi saat musim hujan di kota Malang sering menimbulkan banjir.

Berdasarkan informasi dari surat kabar yaitu menurut Kepala BPBD Kota Malang, Alie Mulyanto (2021) banjir terjadi di wilayah Karangbesuki karena sistem drainase tak mampu menampung debit air hujan. Begitu pula dengan sungai-sungai kecil. Sehingga air sampai menggenangi badan jalan serta jalan perkampungan warga. Pada Wilayah ini daerah yang selalu tergenang air pada saat musim hujan adalah di daerah sepanjang Jl. Galunggung dan Jl Pisang Candi, Tinggi genangan air pada saat musim hujan mencapai 20 hingga 50 cm dengan lama genangan 40 sampai 60 menit di lokasi-lokasi tertentu.

Selanjutnya menurut Wakil Wali Kota Malang, Sofyan Edi Jarwoko (2018) mengatakan bahwa Banjir Galunggung ini merupakan masalah dari tahun ke tahun. Sementara itu warga sekitar Galunggung, Iwan Irawan (2018) menjelaskan, adanya bangunan di belakang sungai sekitar

lokasi. Bangunan itu diduga menjadi penghambat laju air karena Bangunan itu dibangun di sekitar badan sungai dan drainase. Sehingga menyumbat air.

Ekodrainase adalah salah satu konsep drainase yang mendukung konsep penanganan drainase perkotaan secara berkelanjutan dengan memperhatikan kondisi dan daya dukung lingkungan serta dapat meminimalisir biaya normalisasi bangunan drainase karena dapat mengurangi debit limpasan air hujan yang menuju ke sistem drainase. Selain itu, Ekodrainase juga dapat difungsikan sebagai metode dalam konservasi sumber daya air tanah karena mampu menkonversikan air hujan yang turun menjadi air tanah. (Annida Dkk, 2015)

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang ingin dikaji dalam penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana ekodrainase dapat mengendalikan debit limpasan air hujan menuju ke bangunan drainase di wilayah Kelurahan Karangbesuki?
2. Bagaimana pengaruh penerapan teknologi ekodrainase terhadap konservasi air tanah di wilayah Kelurahan Karangbesuki ?

1.3 Tujuan

Tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah:

1. Untuk menghitung potensi reduksi debit limpasan di wilayah Kelurahan Karangbesuki dengan menerapkan sistem ekodrainase.
2. Untuk menganalisis pengaruh teknologi ekodrainase terhadap konservasi air di wilayah Kelurahan Karangbesuki.

1.4 Manfaat

Manfaat dari penelitian ini antara lain:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah pengetahuan mengenai peran penting konsep ekodrainase dalam mengurangi dampak genangan, sehingga dapat menjadi masukan bagi pemerintah daerah setempat dalam perencanaan drainase perkotaan ramah lingkungan.

1.5 Ruang Lingkup

Dalam upaya agar penelitian ini lebih tepat sasaran maka diperlukan batasan ruang lingkup sebagai berikut:

1. Batasan pada penelitian ini terbatas oleh perhitungan debit banjir metode rasional dan terfokus pada penerapan sistem ekodrainase.
2. Objek penelitian adalah sistem drainase beserta persilnya pada Kawasan Kelurahan Karangbesuki, Kota Malang beserta daerah tangkapan hujan di sekitarnya.
3. Menggunakan data sekunder sebagai berikut:
 - a. Data curah hujan dari stasiun hujan BMKG Malang
 - b. Peta catchment area drainase lokasi studi
 - c. Data pengujian tanah di lokasi studi
 - d. Foto udara sebagai informasi tutupan lahan
4. Air yang masuk ke sistem drainase adalah air limpasan hujan.
5. Menghitung pengurangan debit limpasan hujan dengan penerapan teknologi ekodrainase berupa penampungan air hujan dan sumur resapan
6. Menggunakan data banjir BPBD Kota Malang Kawasan Karangbesuki sebagai titik acuan genangan di Kawasan Karangbesuki

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Banjir

Banjir merupakan bencana alam yang paling sering terjadi di Indonesia. Definisi banjir adalah keadaan dimana suatu daerah tergenang oleh air dalam jumlah yang besar. Kedatangan banjir dapat diprediksi dengan memperhatikan curah hujan dan aliran air. Namun kadangkala banjir dapat datang tiba-tiba akibat dari angin badai atau kebocoran tanggul yang biasa disebut banjir bandang. (Pusdataru Prov. Jateng)

2.1.1 Penyebab Genangan

Penyebab genangan mencakup curah hujan yang tinggi; permukaan tanah lebih rendah dibandingkan muka air laut; wilayah terletak pada suatu cekungan yang dikelilingi perbukitan dengan sedikit resapan air; pendirian bangunan disepanjang bantaran sungai; aliran sungai tidak lancar akibat terhambat oleh sampah; serta kurangnya tutupan lahan di daerah hulu sungai. (Pusdataru Prov. Jateng)

Menurut (Frizein, 2017) Penyebab genangan secara alami diantaranya adalah :

- a. Curah hujan
- b. Pengaruh fisiografi
- c. Erosi dan Sedimentasi
- d. Kapasitas sungai
- e. Kapasitas drainase yang tidak memadai
- f. Pengaruh air pasang

Sedangkan penyebab genangan akibat ulah/aktivitas manusia sebagai berikut:

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

2.2 Drainase

Drainase merupakan salah satu fasilitas dasar yang dirancang sebagai sistem guna memenuhi kebutuhan masyarakat dan merupakan komponen penting dalam perencanaan kota (perencanaan infrastruktur khususnya). Menurut Suripin (2004) dalam bukunya yang berjudul Sistem Drainase Perkotaan yang Berkelanjutan, drainase mempunyai arti mengalirkan, menguras, membuang, atau mengalihkan air. Secara umum, drainase 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. Drainase juga diartikan sebagai usaha untuk mengontrol kualitas air tanah dalam kaitannya dengan sanitasi. Jadi, drainase menyangkut tidak hanya air permukaan tapi juga air tanah.

Drainase yaitu suatu cara pembuangan kelebihan air yang tidak diinginkan pada suatu daerah, serta cara-cara penanggulangan akibat yang ditimbulkan oleh kelebihan air tersebut. Dari

sudut pandang yang lain, drainase adalah salah satu unsur dari prasarana umum yang dibutuhkan masyarakat kota dalam rangka menuju kehidupan kota yang aman, nyaman, bersih, dan sehat. Prasarana drainase disini berfungsi untuk mengalirkan air permukaan ke badan air (sumber air permukaan dan bawah permukaan tanah) dan atau bangunan resapan.

Selain itu juga berfungsi sebagai pengendali kebutuhan air permukaan dengan tindakan untuk memperbaiki daerah becek, genangan air dan banjir. Kegunaan dengan adanya saluran drainase ini antara lain (Suripin, 2004) :

- a. Mengeringkan genangan air sehingga tidak ada akumulasi air tanah.
- b. Menurunkan permukaan air tanah pada tingkat yang ideal.
- c. Mengendalikan erosi tanah, kerusakan jalan dan bangunan yang ada.
- d. Mengendalikan air hujan yang berlebihan sehingga tidak terjadi bencana banjir.

2.2.1 Drainase Perkotaan

Sebagai salah satu sistem dalam perencanaan perkotaan, maka sistem drainase yang ada dikenal dengan istilah sistem drainase perkotaan. Berikut definisi drainase perkotaan (Hasmar, 2002) :

1. Drainase perkotaan yaitu ilmu drainase yang mengkhususkan pengkajian pada kawasan perkotaan yang erat kaitannya dengan kondisi lingkungan sosial- budaya yang ada di kawasan kota.
2. Drainase perkotaan merupakan sistem pengeringan dan pengaliran air dari wilayah perkotaan yang meliputi:
 - a. Permukiman
 - b. Kawasan industri dan perdagangan
 - c. Kampus dan sekolah
 - d. Rumah sakit dan fasilitas umum
 - e. Lapangan olahraga
 - f. Lapangan parkir
 - g. Instalasi militer, listrik, telekomunikasi
 - h. Pelabuhan udara.

2.3 Drainase berwawasan lingkungan

Drainase berwawasan lingkungan dimaksud sebagai upaya untuk mengelola kelebihan air atau air hujan dengan berbagai metode diantaranya menampung melalui bak tandon air, menampung dalam tampungan buatan, meresapkan sebanyak- banyaknya air ke dalam tanah secara alamiah dan mengalirkan ke sungai terdekat tanpa menambah beban terhadap sungai yang bersangkutan serta memelihara sistem sehingga berdaya guna berkelanjutan. Perbedaan antara Drainase Konvensional dengan Drainase Berwawasan Lingkungan (Ekodrainase) yang terdapat pada tabel 2.1 berikut :

2.1 Perbedaan Drainase Konvensional dengan Drainase Berwawasan Lingkungan (Ekodrainase)

Drainase Konvensional	Drainase Berwawasan Lingkungan (Ekodrainase)
<ul style="list-style-type: none"> • Air hujan dan limpasan permukaan merupakan ancaman yang dapat menimbulkan banjir dan genangan • Air hujan dan limpasan permukaan secepat-secepatnya dibuang ke badan air terdekat agar tidak menimbulkan genangan • Hanya fokus pada penanganan kuantitas air hujan (banjir) 	<ul style="list-style-type: none"> • Air hujan dan limpasan permukaan adalah aset yang dapat dimanfaatkan untuk berbagi tujuan. • Upaya penanganan air hujan dan limpasan permukaan secara komprehensif dengan cara menampung, menahan dan meresapkan kedalam tanah. • Bertujuan banyak: kuantitas, kualitas, lanskap, estetika, kenyamanan, konservasi, restorasi ekologi, dll

Sumber : Frizein, 2017

Prinsip Pengelolaan Air Hujan Pada Bangunan Gedung dan Persilnya menurut PerMen PUPR No. 11 tahun 2014 dikonsepsikan sebagai usaha untuk mendukung berlangsungnya siklus hidrologi sebaik-baiknya, konservasi air, pemenuhan kebutuhan air, dan mitigasi terhadap bencana banjir melalui penerapan rekayasa teknik pengelolaan air hujan secara maksimal yang bertumpu pada optimasi pemanfaatan elemen alam dan optimasi pemanfaatan elemen buatan. Pengelolaan air hujan pada bangunan gedung dan persilnya secara prinsip dilaksanakan dengan skala prioritas yaitu ;

1. Penampungan dan pemanfaatan air hujan
2. Infiltrasi berupa sumur resapan atau lubang resap biopori
3. Detensi dengan membuat bangunan penahan air sementara

Hal tersebut harus dilakukan dengan tetap memperhatikan persyaratan serta karakteristik/kebutuhan spesifik lokasi bangunan gedung.

2.3.1 Penampungan Air Hujan

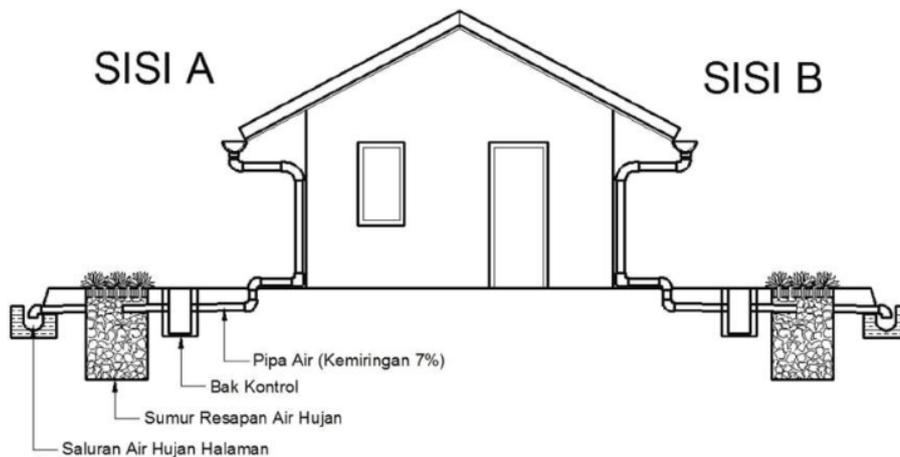
Kolam pengumpul air hujan merupakan kolam atau wadah yang dipergunakan untuk menampung air hujan yang jatuh di atas bangunan (rumah, gedung perkantoran, atau industri) yang disalurkan melalui talang. Kolam pengumpul air hujan ini sudah banyak dipakai masyarakat secara tradisional sebagai cadangan air bersih. Kolam pengumpul air hujan ini dapat dibangun atau diletakan di atas permukaan tanah atau di bawah bangunan / rumah / teras yang disesuaikan dengan ketersediaan lahan. Kolam penampungan yang diletakan di atas permukaan tanah mempunyai berbagai keuntungan seperti mudah dalam mengambil / memanfaatkan airnya (pengalirannya dapat dengan metode gravitasi dan mudah perawatannya.

Di beberapa negara, misalnya Jepang, telah dikembangkan metode memanen air hujan dengan membuat kolam tandon di bawah jalan raya highway. drainase jalan tidak dibuang ke sungai,

melainkan ditampung di bawah konstruksi jalan tersebut. Air hujan yang ditampung dapat dipakai untuk pemeliharaan jalan dan untuk menyiram tanaman peneduh di sepanjang jalan. apat juga digunakan sebagai air bersih dengan penjernihan yang memadai. Metode ini di Indonesia belum lazim. Ke depan perlu kiranya dipikirkan, disurvei dan diimplementasikan mengingat potensinya cukup besar. (Maryono dan Santoso, 2006)

2.3.2 Sumur Resapan

Sumur resapan merupakan bangunan yang menyerupai sumur atau lubang dengan kedalaman tertentu untuk menampung air hujan dan meresapkannya kedalam tanah. Manfaat dari sumur resapan yaitu mengurangi aliran permukaan, menekan laju erosi, maupun melindungi kualitas air tanah.



Gambar 2.1 Skema ekodrainase

(Sumber : PerMen PUPR No. 11 Tahun 2014)

2.4 Limpasan Permukaan

Limpasan permukaan atau runoff merupakan sebagian dari air hujan yang jatuh ke permukaan dan mengalir di permukaan tanah menuju sungai, danau, laut atau sistem drainase terdekat. Limpasan akan terjadi karena intensitas hujan yang tinggi sedang pada cekungan atau terjadi genangan yang berada di permukaan tanah. Limpasan juga dapat terjadi akibat dari tanah sudah jenuh, atau juga dari lapisan yang impermeable atau tidak dapat menyerap air seperti beton, aspal, keramik dan sebagainya. Berkurangnya area resapan air akan mempercepat terjadinya aliran permukaan dan memicu terjadinya banjir. (Istijono & Junaidi, 2017)

2.5 Konservasi Air

Konservasi air adalah semua upaya untuk pemeliharaan dan perlindungan Sumber Daya Alam secara teratur untuk mencegah kerusakan dan kemusnahan, antara lain dengan jalan pengawetan sumber daya air. Pengertian konservasi air secara konsep dapat dipahami melalui daur hidrologi/siklus hidrologi yang diartikan sebagai gerakan air ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali, sehingga secara alamiah terjadi suatu keseimbangan. Air di lautan dan genangan (danau, rawa, waduk), oleh karena adanya radiasi matahari maka air tersebut akan menguap ke

dalam atmosfer. Uap air akan berubah menjadi hujan karena proses pendinginan. Sebagian air hujan yang jatuh ke permukaan bumi akan menjadi aliran permukaan. Aliran permukaan sebagian akan meresap ke dalam tanah menjadi aliran bawah permukaan melalui proses infiltrasi dan perkolasi, selebihnya akan berkumpul di dalam jaringan alur (sungai alam atau buatan) menjadi aliran sungai/saluran terbuka dan mengalir kembali ke dalam hutan. Siklus ini akan terjadi secara kontinyu dan teratur apabila lingkungan tidak berubah, namun apabila terjadi perubahan lingkungan maka siklus ini akan mengalami perubahan yang bisa berakibat buruk pada kehidupan manusia. Dari gambaran siklus hidrologi di atas dapat dilihat bahwa peran vegetasi dan lahan terbuka sangat besar. Hutan alami/vegetasi berfungsi menahan air permukaan agar tidak melimpas seluruhnya dan terbuang sia-sia pada waktu musim penghujan, sebaliknya pada musim kemarau ada cadangan air yang tersimpan. (Perda Kota Malang No. 17 Th. 2001)

2.5.1 Teknologi Konservasi Air

Dalam upaya mengatasi kerusakan lingkungan akibat pembangunan yang tidak memperhatikan kaidah konservasi air, maka diperlukan teknologi yang tepat guna mengatasinya. Adapun teknologi menurut Perda Kota Malang No. 17 Th. 2001 dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu alami (natural recharge) dan buatan (artificial recharge).

a) Natural recharge

Penambahan Hutan Kota atau Ruang Terbuka Hijau Kota (RTHK)

Ruang Terbuka Hijau Kota dapat berupa taman-taman rekreasi kota atau penghijauan di tepi jalan, di tengah atau di pinggir kota, daerah perbukitan hijau, taman-taman perkantoran atau kawasan industri, termasuk hutan kota dengan cara mengalokasikan lahan perumahan untuk ditanami sebagai hutan kota. RTHK sebagai suatu jaringan ruang terbuka bertujuan untuk mewujudkan konfigurasi tata ruang kota yang terpadu dan berwawasan lingkungan.

b) Artificial recharge

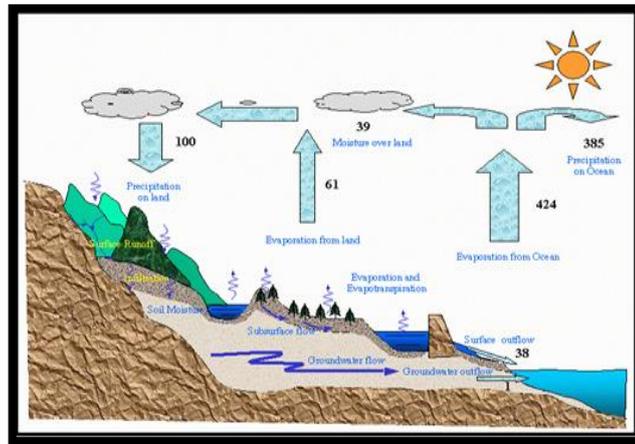
adalah proses penanganan konservasi air yang dilakukan oleh manusia. Adapun teknik penanganannya antara lain meliputi Drainase Berwawasan Lingkungan

2.6 Hidrologi

Hidrologi adalah suatu ilmu yang menjelaskan tentang kehadiran gerakan air di alam ini, yang meliputi berbagai bentuk air yang menyangkut perubahan-perubahannya antara lain : keadaan zat cair, padat dan gas dalam atmosfer di atas dan di bawah permukaan tanah, di dalamnya tercakup pula air laut yang merupakan sumber dan penyimpanan air yang mengaktifkan kehidupan di bumi. (Soemarto, 1987)

2.6.1 Siklus Hidrologi

Dalam perencanaan suatu bangunan air yang berfungsi untuk pengendalian penggunaan air antara lain yang mengatur aliran sungai, pembuatan waduk-waduk dan saluran-saluran yang sangat diperlukan untuk mengetahui perilaku siklus yang disebut dengan siklus hidrologi. Siklus hidrologi adalah proses yang diawali oleh evaporasi / penguapan kemudian terjadinya kondensasi dari awan hasil evaporasi.



Gambar 2.2 siklus hidrologi

Awan terus terproses, sehingga terjadi salju atau hujan yang jatuh ke permukaan tanah. Pada muka tanah air hujan ada yang mengalir di permukaan tanah, sebagai air run off atau aliran permukaan dan sebagian (infiltrasi) meresap kedalam lapisan tanah. Besarnya run off dan infiltrasi tergantung pada parameter tanah atau jenis tanah dengan pengujian tanah di laboratorium. Air run off mengalir di permukaan muka tanah kemudian ke permukaan air di laut, danau, sungai. Air infiltrasi meresap kedalam lapisan tanah, akan menambah tinggi muka air tanah didalam lapisan tanah, kemudian juga merembes didalam tanah kearah muka air terendah, akhirnya juga kemungkinan sampai dilaut, danau, sungai. Kemudian terjadi lagi proses penguapan. (Hasmar,2012)

2.6.2 Analisis Hidrologi

Secara umum analisis hidrologi merupakan satu bagian analisis awal dalam perancangan bangunan-bangunan hidraulik. Pengertian yang terkandung di dalamnya adalah bahwa informasi dan besaran-besaran yang diperoleh dalam analisis hidrologi merupakan masukan penting dalam analisis selanjutnya. Bangunan hidraulik dalam bidang teknik sipil dapat berupa gorong-gorong, bendung, bangunan pelimpah, tanggul penahan banjir, dan sebagainya.

Ukuran dan karakter bangunan-bangunan tersebut sangat tergantung dari tujuan pembangunan dan informasi yang diperoleh dari analisis hidrologi. Sebelum informasi yang jelas tentang sifat-sifat dan besaran hidrologi diketahui, hampir tidak mungkin dilakukan analisis untuk menetapkan berbagai sifat dan besaran hidrauliknya. Demikian juga pada dasarnya bangunan-bangunan tersebut harus dirancang berdasarkan suatu standar perancangan yang benar sehingga diharapkan akan dapat menghasilkan rancangan yang memuaskan.

2.6.3 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi atau distribusi frekuensi digunakan untuk memperoleh probabilitas besaran curah hujan rencana dalam berbagai periode ulang. Dasar perhitungan distribusi frekuensi adalah parameter yang berkaitan dengan analisis data yang meliputi rata-rata, simpangan baku, koefisien variasi, dan koefisien skewness (kecondongan atau kemiringan).

Hujan merupakan komponen yang sangat penting dalam analisis hidrologi. Pengukuran hujan dilakukan selama 24 jam baik secara manual maupun otomatis, dengan cara ini berarti hujan yang diketahui adalah hujan total yang terjadi selama satu hari. Berdasarkan ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi.

2.6.4 Analisis Curah Hujan Harian Maksimum (HMM)

2. Metode Gumbel

Hujan rencana dengan periode ulang tertentu ditentukan dengan menggunakan Metode Gumbel. Persamaan yang dipakai adalah (Soewarno, 1995):

$$x = \bar{x} + \frac{S}{\sqrt{n}}(Y - S_n) \Rightarrow Y \dots\dots\dots(2.1)$$

keterangan:

X = Hujan dengan masa ulang T

S = Standart Deviasi

T = Periode Ulang

Y = Nilai Reduksi varian variabel yang diharapkan terjadi pada periode ulang tertentu

Yn = Nilai rata-rata reduksi dan varian (mean of reduced variable) nilainya tergantung dari jumlah data (n) dan dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Sn = Deviasi Standar dari reduksi varian (standart deviation of the reduced varian) nilainya tergantung dari jumlah data (n) dan dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2 Hubungan Reduksi Variat Rata-rata (Yn) dengan Jumlah n

n	Yn	n	Yn	n	Yn	n	Yn
10	0,4595	34	0,5396	58	0,5518	82	0,5572
11	0,4996	35	0,5402	59	0,5518	83	0,5574
12	0,5053	36	0,5410	60	0,5521	84	0,5576
13	0,5070	37	0,5418	61	0,5524	85	0,5578
14	0,5100	38	0,5424	62	0,5527	86	0,5580
15	0,5128	39	0,5430	63	0,5530	87	0,5581
16	0,5157	40	0,5436	64	0,5533	88	0,5583
17	0,5181	41	0,5442	65	0,5535	89	0,5585
18	0,5202	42	0,5448	66	0,5538	90	0,5586
19	0,5220	43	0,5453	67	0,5540	91	0,5587
20	0,5236	44	0,5458	68	0,5543	92	0,5589
21	0,5252	45	0,5463	69	0,5545	93	0,5591
22	0,5268	46	0,5468	70	0,5548	94	0,5592
23	0,5283	47	0,5473	71	0,5550	95	0,5593
24	0,5296	48	0,5477	72	0,5552	96	0,5595
25	0,5309	49	0,5481	73	0,5555	97	0,5596
26	0,5320	50	0,5485	74	0,5557	98	0,5598
27	0,5332	51	0,5489	75	0,5559	99	0,5599
28	0,5343	52	0,5493	76	0,5561	100	0,5600
29	0,5353	53	0,5497	77	0,5563		
30	0,5362	54	0,5501	78	0,5565		
31	0,5371	55	0,5504	79	0,5567		
32	0,5380	56	0,5508	80	0,5569		
33	0,5388	57	0,5511	81	0,5570		

Tabel 2.3 Hubungan Reduksi Variat Rata-rata (Sn) dengan Jumlah

n	Sn	n	Sn	n	Sn	n	Sn
10	0,9496	33	1,1226	56	1,1696	79	1,1930
11	0,9676	34	1,1255	57	1,1708	80	1,1938
12	0,9933	35	1,1285	58	1,1721	81	1,1945
13	0,9971	36	1,1313	59	1,1734	82	1,1953
14	1,0095	37	1,1339	60	1,1747	83	1,1959
15	1,0206	38	1,1363	61	1,1759	84	1,1967
16	1,0316	39	1,1388	62	1,1770	85	1,1973
17	1,0411	40	1,1413	63	1,1782	86	1,1980
18	1,0493	41	1,1436	64	1,1793	87	1,1987
19	1,0565	42	1,1458	65	1,1803	88	1,1994
20	1,0628	43	1,1480	66	1,1814	89	1,2001
21	1,0696	44	1,1499	67	1,1824	90	1,2007
22	1,0754	45	1,1519	68	1,1834	91	1,2013
23	1,0811	46	1,1538	69	1,1844	92	1,2020
24	1,0864	47	1,1557	70	1,1854	93	1,2026
25	1,0915	48	1,1574	71	1,1863	94	1,2032
26	1,1961	49	1,1590	72	1,1873	95	1,2038
27	1,1004	50	1,1607	73	1,1881	96	1,2044
28	1,1047	51	1,1623	74	1,1890	97	1,2049
29	1,1086	52	1,1638	75	1,1898	98	1,2055
30	1,1124	53	1,1658	76	1,1906	99	1,206
31	1,1159	54	1,1667	77	1,1915	100	1,2065
32	1,1193	55	1,1681	78	1,1923		

Sumber: Soewarno, 1995

2.6.5 Metode Log Pearson Type III

Parameter – parameter statistik yang diperlukan oleh distribusi Log Pearson III adalah:

- Nilai rata – rata (Mean)
- Simpangan baku (Standart Deviasi)
- Koefisien kemencengan (Skewnes)

Adapun langkah – langkah perhitungan Curah Hujan Rencana adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995):

- a) Data curah hujan harian maksimum tahunan sebanyak n tahun dalam bentuk logaritma.
- b) Hitung harga rata – ratanya sebagai berikut:

$\text{Log } X = \left(\frac{\sum \text{Log} X}{n} \right)$(2.2)
--	------------

Keterangan :

X : Curah hujan maksimum

N : Jumlah data hujan maksimum

Xi : Curah hujan rata-rata maksimum

c) Perhitungan nilai standart deviasi :

$$SdLog X = \sqrt{\frac{\sum (\text{Log } X_i - \text{Log } X)^2}{n - 1}}$$

.....(2.3)

d) Perhitungan koefisian kemencengan (Skewnes)

$$Cs = \sum_{i=1}^n \frac{(\text{Log } X_i - \text{Log } X)^2}{(n - 1)(n - 2)(S_i)^2}$$

.....(2.4)

Hitung logaritma curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Log } X = x = \text{Log } X$$

.....(2.5)

Curah hujan rencana dengan periode ulang tertentu adalah merupakan harga antilog X yang sesuai dengan nilai CS nya.

2.6.6 Analisis Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan adalah besarnya curah hujan maksimum yang diperhitungkan dalamsuatu desain (Sosrodarsono dan Takeda , 1987). Semakin lama intensitas hujan, maka semakin singkat waktu yang dibutuhkan. Sebaliknya semakin singkat intensitas hujan maka waktu yang dibutuhkan juga semakin lama.

Berdasarkan (Puslitbang Perumahan dan Permukiman , Kem. PUPR, 2017) merevisi bahwa perhitungan Intensitas Hujan untuk Sumur Resapan menggunakan metode Mononobe, dengan persamaan sebagai berikut :

$$I = \frac{R24}{24} \times \left(\frac{24}{tc}\right)^{2/3}$$

.....(2.6)

Keterangan :

tc : waktu hujan (jam)

I : Intensitas hujan (mm/jam)

R24 : Curah hujan maksimum (mm)

2.6.7 Analisis Debit Limpasan Hujan

Untuk menghitung suatu debit rencana drainase digunakan rumus rasional ditambahkan dengan perhitungan debit air kotor.

Metode Rational:

$$Q = \frac{1}{3,6} C I A \dots\dots\dots (2.7)$$

Keterangan :

Q : Debit puncak banjir (m³/detik)

A : Luas daerah tangkapan hujan (km²)

C : Koefisien pengaliran

I : Intensitas hujan selama waktu konsentrasi (mm/jam)

Nilai Koefisien limpasan (C) yang terdapat pada tabel 2.4 berikut :

Tabel 2.4 Nilai koefisien limpasan

No	Deskripsi Lahan / Karakter Permukaan	Koefisien C
1.	Bisnis	
	▪ Perkotaan ▪ Pinggiran	0,70 – 0,95 0,50 – 0,70
2.	Perumahan	
	▪ rumah tunggal	0,30 – 0,50
	▪ multiunit terpisah, terpisah	0,40 – 0,60
	▪ multiunit, tergabung	0,60 – 0,75
	▪ perkampungan	0,25 – 0,40
▪ apartemen	0,50 – 0,70	
3	Industri	
	▪ ringan ▪ berat	0,50 – 0,80 0,60 – 0,90
	Perkerasan	
	▪ aspal dan beton	0,70 – 0,95
	▪ batu bata, paving	0,50 – 0,70
	Atap	0,75 – 0,95
	Halaman, tanah berpasir	
	datar 2%	0,05 – 0,10
	rata-rata 2 – 7%	0,10 – 0,15
	curam 7%	0,15 – 0,20
	Halaman tanah berat	
	datar 2%	0,13 – 0,17
	rata-rata 2 – 7%	0,18 – 0,22
	curam 7%	0,25 – 0,35
	Halaman kereta api	0,10 – 0,35
	Taman tempat bermain	0,20 – 0,35
	Taman, pekuburan	0,10 – 0,25
	Hutan	
	datar, 0 – 5%	0,10 – 0,40
	bergelombang, 5 – 10%	0,25 – 0,50
	berbukit 10 – 30%	0,30 – 0,60

BAB 3

METODE PERENCANAAN

3.1 Gambaran Umum Penelitian

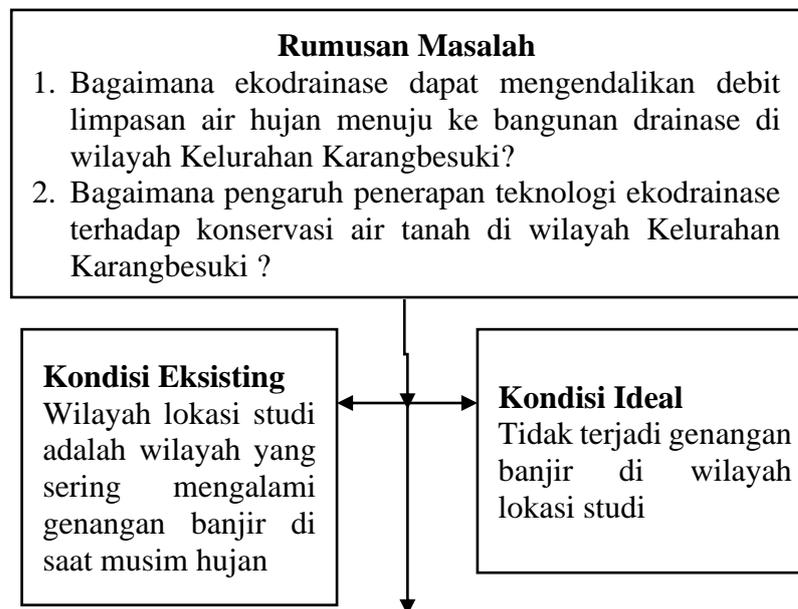
Dalam penelitian ini dilakukan pengumpulan data sekunder yang didapatkan Dinas Lingkungan Hidup, Dinas PUPR, BPBD Kota Malang dan didapatkan data meteorologis (curah hujan) dari Stasiun Pemantauan Curah Hujan yang di Kota Malang. Kemudian seluruh data sekunder tersebut di analisis menggunakan metode rasional.

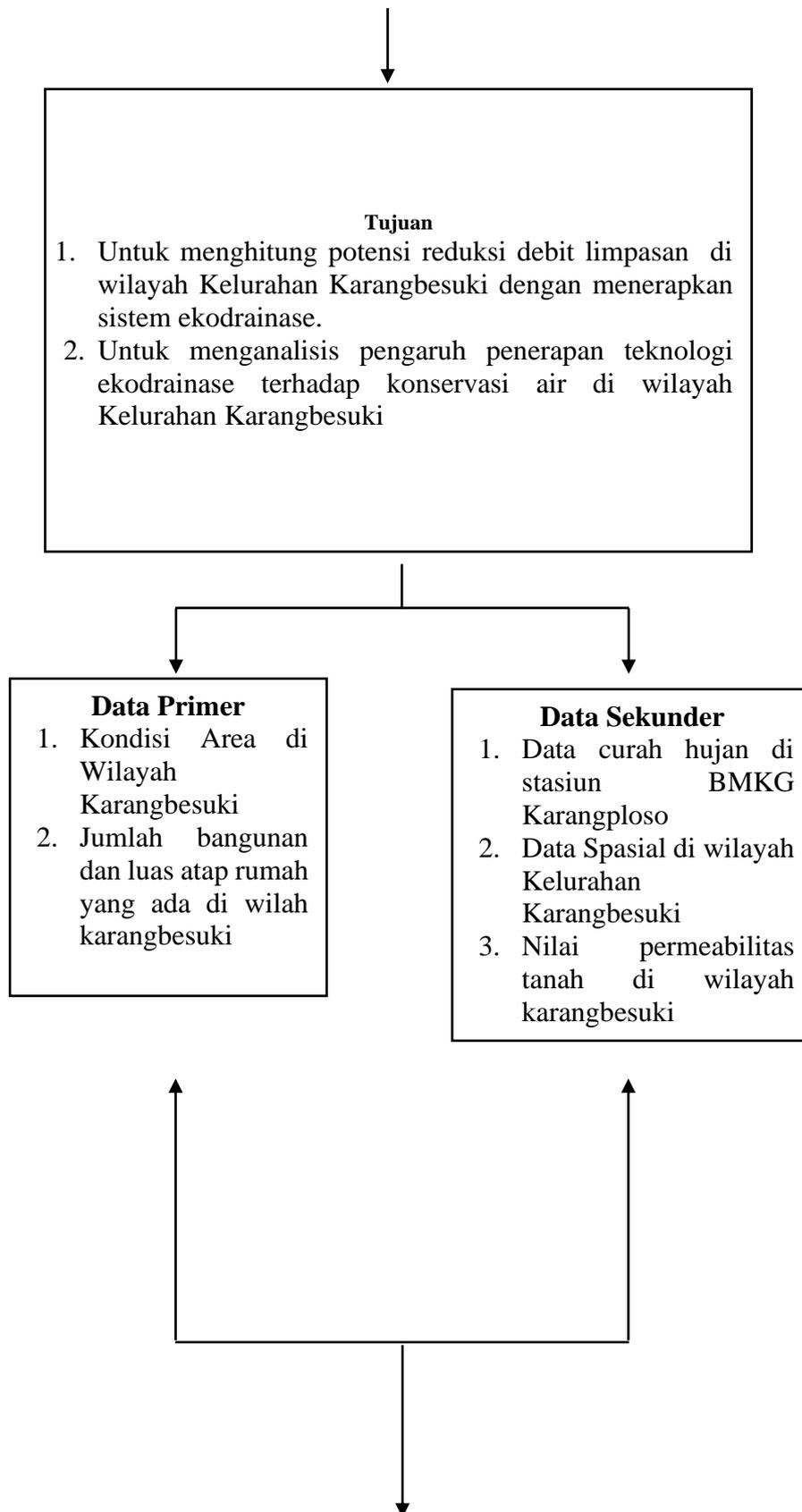
3.2 Kerangka Penelitian

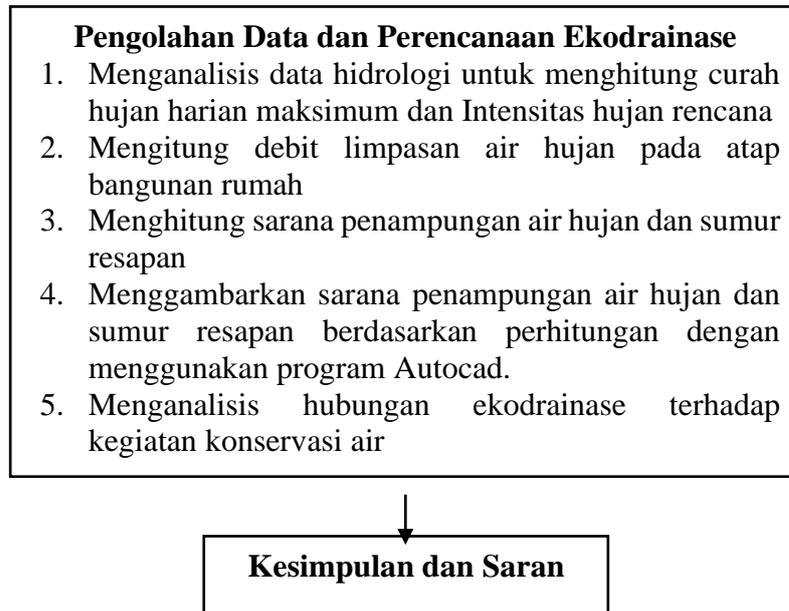
Kerangka penelitian adalah gambaran awal sebuah alur penelitian. Tahapan-tahapan yang disebutkan dalam kerangka penelitian meliputi tahapan awal hingga akhir penelitian. Penyusunan kerangka perencanaan bertujuan sebagai pedoman dalam melakukan studi mulai dari awal penelitian hingga akhir perencanaan. Tujuan kerangka perencanaan adalah sebagai berikut:

- Sebagai gambaran awal dalam tahap perencanaan sehingga dapat memudahkan dalam melakukan perencanaan sampai penulisan laporan. Agar dalam pengerjaannya menjadi sistematis dan terarah.
- Memudahkan dalam memahami perencanaan yang akan dilakukan.
- Sebagai petunjuk dalam perancangan agar kesalahan dapat dihindari.

Kerangka perencanaan dapat dilihat pada Gambar 3.1 berikut.







Gambar 3.1 Kerangka Perencanaan

3.3 Penjelasan Kerangka Penelitian

3.3.1. Ide Penelitian

Peningkatan pembangunan kota menyebabkan perubahan kondisi dan fungsi lahan pada permukaan. Karangbesuki merupakan kelurahan padat penduduk yang sering mengalami banjir saat terjadi hujan dengan curah hujan yang tinggi sehingga diperlukan solusi untuk mengatasi genangan air dengan tepat dan mudah. Ekodrainase merupakan salah satu konsep yang dapat diterapkan karena dapat mengurangi dan mengendalikan debit limpasan air hujan sebelum masuk ke bangunan sistem drainase.

3.3.2. Studi Literatur

Studi literatur yang dilakukan dalam penelitian untuk mendapatkan informasi terkait. Berikut studi literatur yang berhubungan dengan penelitian ini:

- a. Pengaruh Ekodrainase terhadap debit limpasan air hujan
- b. Pengaruh Ekodrainase dalam mendukung usaha konservasi air tanah

Literatur didapatkan dari jurnal penelitian, laporan tugas akhir, tesis, asistensi dengan dosen pembimbing, dan buku.

3.3.3. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini dibutuhkan yang didapatkan di Dinas Lingkungan Hidup dan BPBD Kota Malang, Stasiun Pemantauan Hujan di Kecamatan Sukun dan Klojen, Dinas PU Kota Malang serta Internet (Google Earth)

Data tersebut terdiri dari:

1. Data Spasial

diperoleh baik dari lapangan maupun dari pustaka, mencakup antara lain:

- a) Peta Dasar di wilayah studi
 - b) Peta Sistem Drainase dan Sistem Jaringan Jalan
 - c) Peta Lokasi Genangan
 - d) Peta Tata Guna Lahan
 - e) Peta Jenis Tanah
 - f) Peta Air Tanah (hidrogeologi)
 - g) Peta Topografi
 - h) Data Kependudukan
 - Penyebaran Penduduk
 - Kepadatan Bangunan Penduduk
 - i) Data Pembangunan Kota
 - Foto Udara Eksisting
 - j) Rencana Tata ruang wilayah (RTRW)
2. Data Hidrologi :
- a) Data Hujan di Kecamatan Sukun tahun 2011-2021
 - b) Data Genangan (tinggi, kedalaman, lama dan frekuensi)

3.3.4. Analisis Data

Analisis menggunakan uji rasional dengan 2 sub analisis yaitu:

1. Analisis Debit Limpasan Hujan
 - a) Analisis Hidrologi, meliputi :
 - o Analisis curah hujan harian maksimum (HMM) dengan
 - (i) metode Gumbel
 - (ii) metode Log Pearson Type III
 - o Perhitungan intensitas hujan dengan
 - (i) metode Mononobe
 2. Perhitungan Debit Limpasan Hujan
 3. Analisis Genangan/Banjir
 4. Analisis Reduksi Debit Limpasan Hujan dengan penerapan Ekodrainase yang terdiri oleh sumur resapan

3.3.5 Pengolahan Data dan Pembahasan

Pengolahan data dilakukan terhadap data perencanaan yang telah diperoleh dan sudah dianalisis sebelumnya, yang kemudian dari tahap pengolahan data ini akan dibahas studi perencanaan penerapan Konsep drainase Berwawasan lingkungan (ekodrainase)

3.3.6 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dan saran diberikan berdasarkan hasil akhir yang diperoleh dari hasil perencanaan dan pembahasan.

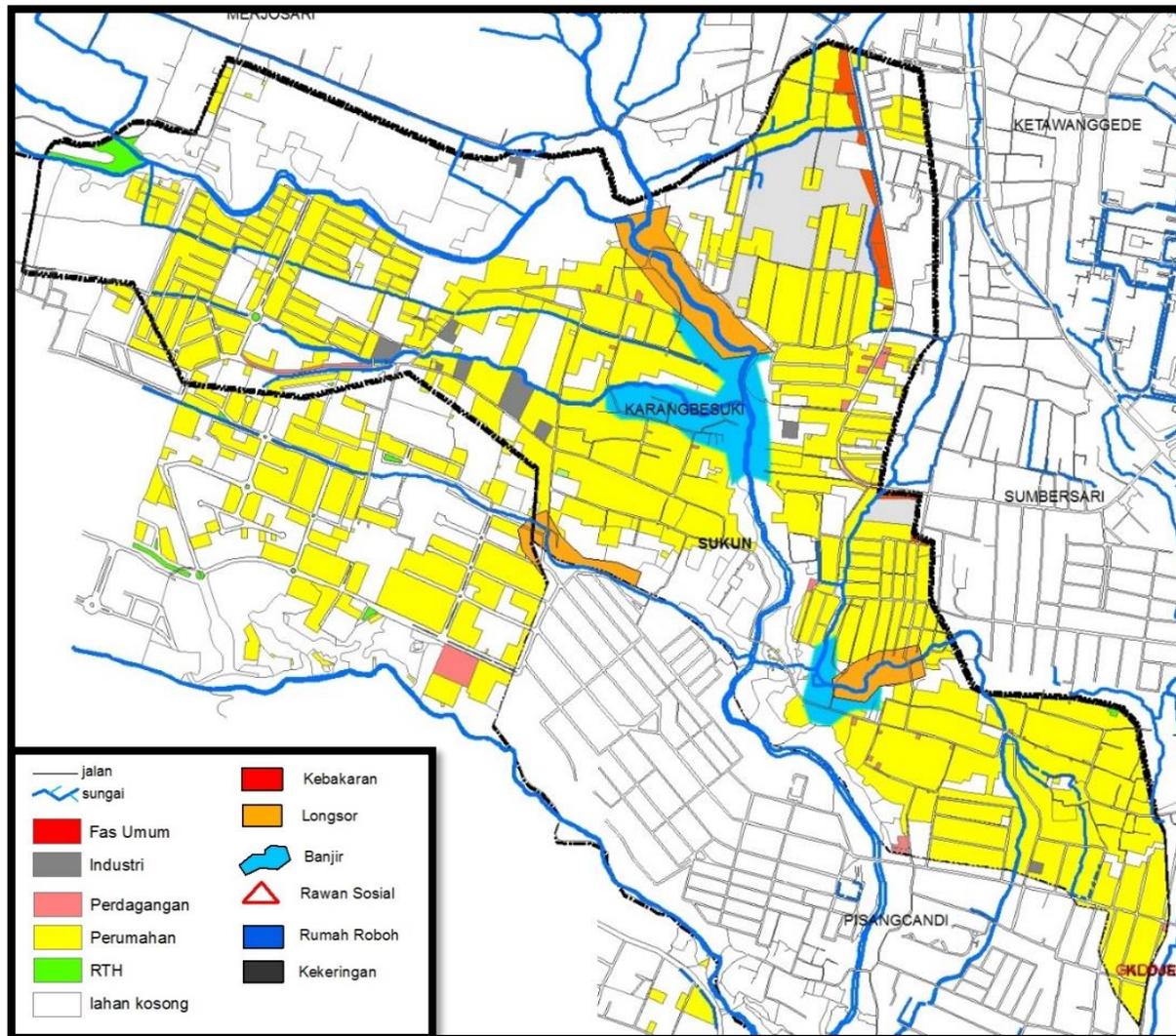
BAB 4

GAMBARAN UMUM DAN WILAYAH PERENCANAAN

5.1 Gambaran Umum Kelurahan Karangbesuki

Kelurahan Karangbesuki terletak di wilayah Kota Malang tepatnya di Kecamatan Sukun, Kelurahan Karangbesuki memiliki luas wilayah 50.40 Ha dengan tingkat elevasi \pm 469 - 613 m adalah kelurahan yang dipilih dengan pertimbangan bahwa daerah ini selalu tergenang air pada saat musim hujan terutama di wilayah yang memiliki nilai elevasi rendah yaitu di sekitar jalan Galunggung (BPBD Kota Malang)

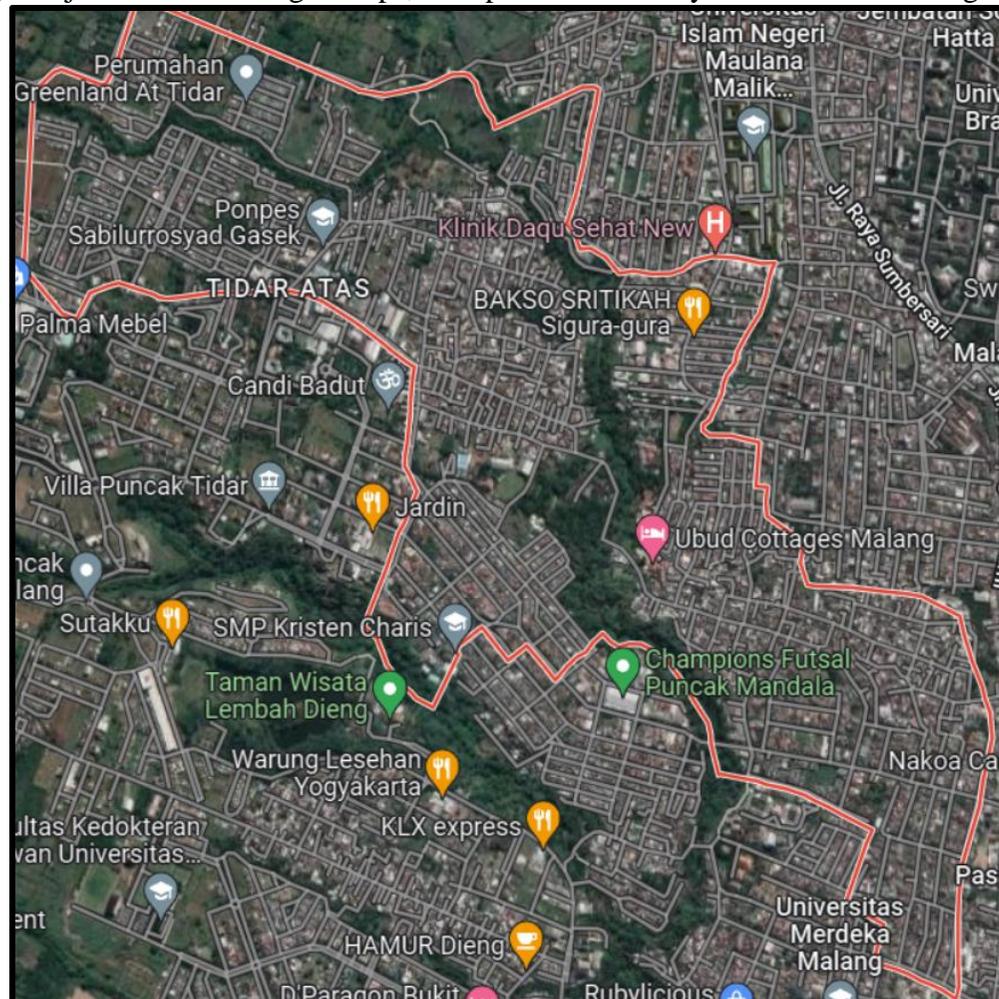
Adapun potensi rawan banjir tersebut telah digambarkan melalui *Peta Potensi Bencana Di Kelurahan Karangbesuki* (BPBD Kota Malang,2015) berikut :



Gambar 4.1 Peta Potensi Bencana Karangbesuki (BPBD, 2015)

5.2 Tata Guna Lahan

Berdasarkan hasil pengamatan jarak jauh melalui Google Maps, Peta permukaan wilayah Kelurahan Karangbesuki sebagai berikut :



Gambar 4.2 Peta Tata Guna Lahan dan batas kelurahan (Google Maps, 2022)

Dari data gambar tersebut dapat diketahui tata guna lahan di Kelurahan Karangbesuki terdiri dari :

- 70 % : Pemukiman
- 30 % : lahan kosong

Dan didapatkan hasil pengamatan di lapangan data jumlah rumah yang ada di Kelurahan Karangbesuki sekitar 2878 unit rumah dengan berbagai ukuran tipe rumah berdasarkan klasternya yang terdapat pada tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1 Jenis pemukiman dan jumlah rumah di Karangbesuki

LOKASI	JUMLAH	TYPE (ATAP) (m2)
Perkampungan Padat Padat Penduduk	1013	60
Perkampungan tidak padat penduduk	602	90
Perumahan Greenland At Tidar	345	36
Perumahan Bukit Cemara Tidar	322	90
Sigura-gura Hills	176	60
Perumahan Tidar Permai	420	120

sumber : observasi lokasi studi

BAB 5

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengelolaan Air Hujan pada Bangunan Gedung Pemukiman dan Persilnya

Pengelolaan air hujan pada bangunan gedung pemukiman dan persilnya mengacu pada Peraturan Menteri Perumahan Umum dan Perumahan Rakyat No. 11 Tahun 2014. Dalam penerapannya terdapat berbagai metode dalam pengelolaan air hujan yang disebut dengan ekodrainase dengan prioritas yang ditentukan dengan memperhatikan persyaratan serta karakteristik/kebutuhan spesifik lokasi bangunan Gedung, yang terdapat pada tabel 5.1 berikut :

Tabel 5.1 metode pengelolaan air hujan menggunakan ekodrainase

Prioritas	Metode Prinsip	Rencana Penerapan	Keterangan
1	Pemanfaatan Kembali	Penampungan air hujan	Sesuai
2	Infiltrasi	Sumur resapan	Sesuai
3	Detensi	Tidak dilakukan	Dilakukan jika prioritas 1 & 2 tidak bisa diterapkan

Sumber : PerMen PUPR No. 11 Tahun 2014

Penentuan metode penampungan berdasarkan kesesuaian teknis lokasi studi yang mencakup beberapa syarat teknis berupa jenis tanah, nilai permeabilitas tanah, kedalaman muka air tanah, kemiringan tanah dan kesediaan tanah.

Kelurahan Karangbesuki memiliki beberapa aspek teknis dalam persyaratan teknis yang didapatkan dari pengumpulan data sekunder dan observasi lapangan yang terdapat pada tabel 5.2 berikut :

Tabel 5.2 syarat teknis penerapan ekodrainase sumur resapan

	Nilai	Satuan	Keterangan	Sumber
Permeabilitas	0,338	m/jam	Sesuai (>2cm/jam)	Setiawan, FarizalAswin (2014)
Kedalaman air tanah	9,3 - 19,3	m	Sesuai (>2m)	I'anatul Mustafidah (2017)
kemiringan lahan	ya		Sesuai	Observasi Lapangan
Jarak antar bangunan	> 1 m, terhadap pondasi bangunan > 2 m, terhadap sumur resapan lain > 5 m, terhadap tanki septik		Sesuai	Observasi Lapangan

Sumber : PerMen PUPR No. 11 Tahun 2014

Berdasarkan nilai beberapa aspek yang dipersyaratkan untuk pengelolaan air hujan, Kelurahan Karangbesuki memiliki kesesuaian dalam persyaratan teknis perencanaannya. Maka direncanakan metode kelola air hujan di lokasi menggunakan penampungan air hujan dan sumur resapan

5.2 Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan langkah awal perhitungan untuk mendapatkan nilai limpasan awal dan jumlah air hujan yang dapat di tampung.

5.2.1 Perhitungan Curah Hujan

Data curah hujan yang diperlukan untuk menghitung besarnya curah hujan harian maksimum dari stasiun penakar hujan terdekat dari daerah studi. Stasiun penakar hujan yang dapat mewakili untuk perhitungan ini adalah stasiun curah hujan BMKG Karangploso yang berlokasi sekitar 7 km dari lokasi studi. data periode pengamatan selama 10 tahun mulai tahun 2011 sampai tahun 2021. Data curah hujan digunakan dalam perhitungan dapat dilihat pada Tabel 5.3 berikut ini :

Tabel 5. 3 data curah hujan harian maksimal pertahun

Tahun	R (Curah hujan Maksimal) mm/hari
2012	98
2013	98
2014	96
2015	92
2016	97
2017	87
2018	107
2019	98
2020	85
2021	145

Sumber : BMKG Karangploso

5.2.2 Analisis Curah Hujan Harian Maksimum (HHM)

Perhitungan curah hujan maksimum menggunakan Metode Gumbel dan Log Pearson III

A. Metode Gumbel

Perhitungan besarnya curah hujan rencana dengan Metode Gumbel menggunakan data hujan diurutkan seperti yang terdapat pada Tabel 5,2 Contoh perhitungan memperoleh nilai curah hujan rata-rata dan standar deviasi adalah sebagai berikut:

Perhitungan rata-rata curah HHM

1. Menentukan harga tengahnya

$$R = \frac{\sum Ri}{n}$$

$$R = \frac{1003}{10}$$

$$R = 100,3 \text{ mm}$$

2. Perhitungan Standart Deviasi (Sx)

$$Sx = \frac{\sum(Ri - R)^2}{n - 1}$$

$$Sx = \frac{\sum(145 - 100,3)^2}{10 - 1}$$

$$Sx = 44,7$$

Kemudian untuk jumlah sample $n = 10$, diketahui dari table of reduced mean (Yn) dan reduced standard deviation (Sn) didapatkan

$$Sn = 0,9496$$

$$Yn = 0,4952$$

Tabel 5. 4 Perhitungan Metode Gumbel

ranking	tahun	R	R-Rt	(R-Rt) ²
1	2021	145	44,7	1998,09
2	2018	107	6,7	44,89
3	2019	98	-2,3	5,29
4	2013	98	-2,3	5,29
5	2012	98	-2,3	5,29
6	2016	97	-3,3	10,89
7	2014	96	-4,3	18,49
8	2015	92	-8,3	68,89
9	2017	87	-13,3	176,89
10	2020	85	-15,3	234,09
Jumlah		1003		2568,1
n = 10				
Rt =		100,3		

Sumber : hasil perhitungan

Perhitungan Curah Hujan Maksimal

Tabel 5. 5 Nilai Yt untuk masing masing PUH

PUH (tahun)	Yt
2	0,3665
5	1,4999
10	2,2502
25	3,1985
50	3,9019
100	4,6001

Misalkan :

PUH = 25 tahun, maka $Y_{25} (Y_t) = 3,20$

$$\text{Maka, } R_T = \bar{R} + \frac{\sigma_R}{\tau_{10}} (Y_t - Y_n)$$

$$R = 100,3 + \frac{16,9}{10} + (3,2 - 0,4952)$$

$$R = 148,41$$

Perhitungan keseluruhan berdasarkan PUH

Tabel 5. 6 Perhitungan Metode Gumbel

PUH (tahun)	R (mm)	standart deviasi	sn	Yt	Yn	HMM
2	100,3	16,9	0,9496	0,3665	0,4952	98,0106
5	100,3	16,9	0,9496	1,4999	0,4952	118,1723
10	100,3	16,9	0,9496	2,2502	0,4952	131,5192
25	100,3	16,9	0,9496	3,1985	0,4952	148,3882
50	100,3	16,9	0,9496	3,9019	0,4952	160,9007
100	100,3	16,9	0,9496	4,6001	0,4952	173,3208

Sumber : hasil perhitungan

Perhitungan Rentang Keyakinan Metode Gumbel

Keyakinan rencana = 90%, maka $t(a) = 1,64$

$$k = \frac{Y_{25} - Y_{10}}{\tau_{10}}$$

$$k = \frac{3,2 - 0,4952}{0,9496} = 2,85$$

$$b = \sqrt{1 + 1,3k + 1,1 \cdot k^2}$$

$$b = 3,81$$

$$S_e = \frac{b \cdot \tau R}{\sqrt{N}} = 20,35$$

$$\begin{aligned} R_k &= t(a) \times S_e \\ &= 1,64 \times 20,35 \\ &= 33,46 \end{aligned}$$

Tabel 5. 7 Hasil Perhitungan Rentang Keyakinan Metode Gumbel

PUH (tahun)	Yt	Yn	k	b	Se	t(a)	Rk
2	0,3665	0,4952	-0,14	0,92	4,91	1,65	8,082487
5	1,4999	0,4952	1,06	1,93	10,32	1,65	16,97073
10	2,2502	0,4952	1,85	2,75	14,66	1,65	24,12167
25	3,1985	0,4952	2,85	3,81	20,35	1,65	33,46854
50	3,9019	0,4952	3,59	4,61	24,62	1,65	40,49436
100	4,6001	0,4952	4,32	5,41	28,88	1,65	47,50785

Sumber : hasil perhitungan

Maka diketahui hasil akhirnya adalah sebagai berikut:

RT (mm) (HMM Rentang Keyakinan 90%)			
PUH (tahun)	terkecil		terbesar
2	89,92811	hingga	106,09
5	101,2016		135,14
10	107,3975		155,64
25	114,9196		181,86
50	120,4064		201,40
100	125,813		220,83

Sumber : hasil perhitungan

B. Log Pearson Type III

Pada perhitungan hujan harian maksimum metode Log Person Tipe III, mula-mula diurutkan dahulu dari data yang terbesar ke terkecil kemudian dihitung menggunakan log dari rata-rata hujan yang terdapat pada tabel 5.8 berikut .:

Tabel 5..8 Perhitungan Metode Log Pearson III

Ranking	Tahun	Ri	Xi = Log(Ri)	X-Xi(rata-rata)	(X-Xir)^2	(X-Xir)^3
1	2021	145	2,16	0.16	0.027	0.004
2	2018	107	2,03	0.03	0.001	0.000
3	2019	98	1,99	-0.01	0.000	0.000
4	2013	98	1,99	-0,01	0,000	0,000
5	2012	98	1,99	-0,01	0,000	0,000
6	2016	97	1,99	-0,01	0,000	0,000
7	2014	96	1,98	-0,01	0,000	0,000
8	2015	92	1,96	-0,03	0,001	0,000
9	2017	87	1,94	-0,06	0,003	0,000
10	2020	85	1,93	-0,07	0,005	0,000
rata-rata		100.3	2,00		0,03746	0,003977

Sumber : hasil perhitungan

Pada tabel di atas, menurut Soemarto (1999) dalam Hilaludin dan Santoso (2014), hujan harian maksimum yang dihitung berdasarkan PUH yang direncanakan yaitu 2, 5, 10, 25, 50 Seperti berikut. Pertama dilakukan perhitungan rata-rata menggunakan log sebagai berikut :

$$\sum_i^n (X_i - X_{i \text{ rata-rata}})^2 = 0,03746$$

$$\sum_i^n (X_i - X_{i \text{ rata-rata}})^3 = 0,003977$$

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_i^n (X_i - X_{i \text{ rata-rata}})^2}{n-1}} = 0,0645$$

$$C_s = \sqrt{\frac{n \times \sum_i^n (X_i - X_{i \text{ rata-rata}})^3}{(n-1)(n-2)\sigma_x^3}} = 2,0571$$

Nilai Cs Berdasarkan table berikut :

Tabel 5.9 Nilai-nilai K untuk metode Log Pearson Tipe III

Faktor Kekerapan (K)	Interval Ulang,tahun							
	1.001	1.2500	2	5	10	25	50	100
	Persen Peluang							
	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	-2.326	-0.842	0	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

Maka, didapatkan nilai Kx untuk masing masing PUH, kemudian dari data tersebut dihitung nilai Xt dengan persamaan sebagai berikut :

Contoh perhitungan PUH 25 tahun :

$$X_T = X_{i \text{ rata-rata}} + (\sigma_x \times K_x)$$

$$= 2,00 + (0,0645 \times 2,225004)$$

$$= 2,14$$

$$\text{Maka RT} = 10^{X_T}$$

$$= 10^{2,14}$$

$$= 138,09 \text{ mm/hari}$$

Hasil Perhitungan HHM menggunakan Log Pearson III

Tabel 5. 10 Hasil Perhitungan HHM menggunakan Log Pearson III

PUH	Kx	Kx * Sx	XT + Kx*Sx	RT = 10^XT (mm/hari)
2	-0,31358	-0,0202304	1,98	94,71
5	0,598994	0,038644239	2,04	108,46
10	1,296854	0,083666861	2,08	120,31
25	2,225004	0,143546673	2,14	138,09
50	2,928582	0,18893818	2,19	153,31
100	3,633589	0,234421908	2,23	170,23

5.2.3 Pemilihan Metode Penentuan Curah Hujan

Tabel 5. 11 kala ulang (PUH) untuk tipologi kota tertentu

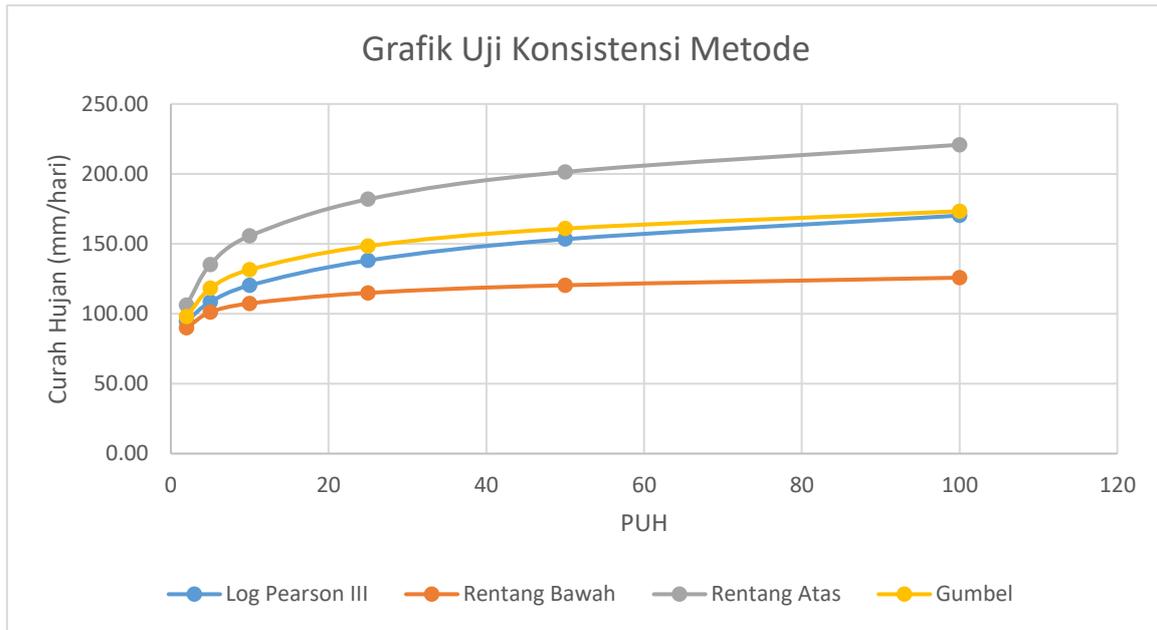
Tipologi Kota	Daerah Tangkapan Air (ha)			
	<10	10-100	101-500	>500
Kota Metropolitan	2 tahun	2-5 tahun	5-10 tahun	10-25 tahun
Kota Besar	2 tahun	2-5 tahun	2-5 tahun	5-20 tahun
Kota Sedang	2 tahun	2-5 tahun	2-5 tahun	5-10 tahun
Kota Kecil	2 tahun	2 tahun	2 tahun	2-5 tahun

Sumber: BSN 2002

Kelurahan Karangbesuki memiliki luas sekitar 50 Ha yang berada di Kota Malang merupakan salah satu kota besar di Indonesia, sehingga untuk penentuan Periode Ulang Hujan (PUH) berdasarkan ketentuan (BSN, 2002) maka dipilih untuk PUH 10 tahun.

5.2.4 Uji kesesuaian penentuan metode curah hujan

Analisa melalui grafik pada rentang keyakinan gumbel



Kemudian ditentukan metode penentuan curah hujan berdasarkan besaran nilainya yang tertinggi antara 2 metode yaitu Gumbel dan Log Pearson III yang dapat dilihat pada tabel 5.12 berikut :

Tabel 5. 12 Hasil Perhitungan HHM semua metode

PUH	HHM (mm/24jam)	
	Gumbel	Log Pearson III
2	98,01	94,71
5	118,17	108,46
10	131,51	120,31
25	148,38	138,09
50	160,90	153,31
100	173,32	170,23

Diketahui pada PUH rencana (10 tahun) metode Gumbel memiliki nilai curah hujan yang lebih tinggi yaitu 131,519 mm dari pada Log Pearson sebesar 120,31 mm. Maka metode yang digunakan dalam penentuan curah hujan adalah metode Gumbel.

5.2.5 Penentuan Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan adalah besarnya curah hujan maksimum yang diperhitungkan dalam suatu desain (Sosrodarsono dan Takeda , 1987). Semakin lama intensitas hujan, maka semakin singkat waktu yang dibutuhkan. Sebaliknya semakin singkat intensitas hujan maka waktu yang dibutuhkan juga semakin lama.

Berdasarkan (Puslitbang Perumahan dan Permukiman, Kem. PUPR, 2017) bahwa perhitungan Intensitas Hujan menggunakan metode Mononobe, dengan persamaan sebagai berikut

Penentuan Intensitas Hujan menggunakan Persamaan Mononobe adalah sebagai berikut:

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

Keterangan :

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

t = Lamanya curah hujan / durasi curah hujan (jam)

R_{24} = Curah hujan rencana dalam suatu periode ulang, yang nilainya didapat dari tahapan sebelumnya (hasil perhitungan Metode Gumbel)

Diketahui pada hasil pembahasan sebelumnya

R_{24} = Curah hujan harian terpilih (Metode Gumbel)

= 131,5 mm

Perhitungan :

$$I = \frac{131,51}{24} \times \frac{24^{2/3}}{2}$$

Maka Intensitas Hujan adalah sebagai berikut

Tabel 5. 13 Hasil Perhitungan Intensitas Hujan berdasarkan lamanya waktu hujan (jam)

t hujan (jam)	I (mm/jam)
1	45.59
2	28.72
3	21.91
4	18.09

Berdasarkan Laporan Survey Banjir di Kota Malang (*BPBD Kota Malang, 2015*) rata-rata hujan deras kota malang adalah 2 jam, sehingga direncanakan nilai t pada I rencana adalah 2 jam. Maka dapat ditentukan I rencana ; 28,72 mm/jam

5.3 Ekodraiase bangunan rumah

Kondisi pemukiman yang ada di kelurahan karangbesuki memiliki jenis luasan rumah tipikal yang berbeda, berdasarkan perbedaan tersebut maka pemilihan penerapan mengacu pada PerMen PUPR no. 11 tahun 2014 bahwa Pengelolaan air hujan pada bangunan gedung dan persilnya scara prinsip dilaksanakan dengan skala prioritas yaitu ;

1. Penampungan dan pemanfaatan air hujan
2. Infiltrasi berupa sumur resapan atau lubang resap biopori

Maka pengelolaan air hujan tiap masing-masing jenis pemukiman direncanakan seperti pada tabel 5.14 berikut ;

Tabel 5. 14 pengelolaan air hujan berdasarkan tipe pemukiman

LOKASI	JUMLAH	TYPE (ATAP) (M2)	Tingkat Kepadatan Penduduk	Jenis Pengelolaan
Perkampungan Padat Penduduk	1013	60	Sangat Padat	Tidak memenuhi (lahan tidak tersedia)
Perkampungan tidak padat penduduk	602	90	Sedang	Sumur Resapan
Perumahan Greenland At Tidar	345	36	Sedang	Sumur Resapan
Perumahan Bukit Cemara Tidar	322	90	Sedang	Sumur Resapan
Sigura-gura Hills	176	60	Sedang	Sumur Resapan
Perumahan Tidar Permai	420	120	Sangat Renggang	Penampungan Air Hujan + Sumur Resapan

Sumber: Observasi di lapangan

Berdasarkan tabel diatas, penerapan ekodrainase dengan pemanfaatan kembali atau penampungan air hujan hanya dilakukan di perumahan tidar permai dikarenakan masih ada akses lahan yang berlebih di sekitar rumah. Sedangkan di perkampungan padat penduduk tidak dilakukan penerapan ekodrainase dikarenakan tidak tersedianya lahan untuk melakukan penerapan ekodrainase

5.3.1 Penampungan Air Hujan

Pemanfaatan air hujan yang tertampung dapat digunakan kembali sebagai sumber air, pemanfaatan air hujan skala rumah dapat dilakukan dengan tahapan sebagai berikut ;

3. Penyaluran
4. Pengolahan
5. Penyimpanan

A. Perhitungan volume Penampungan air hujan

Menurut Modul Sosialisasi Dan Diseminasi Standar Pedoman Dan Manual Penampungan Air Hujan yang dirilis oleh Pusat Penelitian Dan Pengembangan Permukiman - Balitbang Kementerian Pekerjaan Umum pada Tahun 2014 dalam perencanaan sistem penampungan air hujan dilakukan perhitungan pada tabel 5.15 sebagai berikut;

Tabel 5. 15 Perhitungan volume hujan yang dikelola menggunakan pemanenan air hujan

Bulan	Jumlah Hari	Curah hujan (mm)	luas atap (m ²)	Volume air hujan yang ditampung (L)	Volume kebutuhan air bersih (L)	Defisit air (L)	Kelebihan air (L)	dilayani PDAM (L)
(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	(g)	(h)	(i)
Januari	31	55	120	6.600	14.880	8.280		8.280
Februari	28	145	120	17.400	13.440		3.960	
Maret	31	42	120	5.040	14.880	5.880		5.880
April	30	57	120	6.840	14.400	7.560		7.560
Mei	31	43	120	5.160	14.880	9.720		9.720
Juni	30	119	120	14.280	14.400	120		120
Juli	31	0	120	0	14.880	14.880		14.880
Agustus	31	14	120	1.680	14.880	13.200		13.200
September	30	76	120	9.120	14.400	5.280		5.280
Oktober	31	28	120	3.360	14.880	11.520		11.520
Nopember	30	50	120	6.000	14.400	8.400		8.400
Desember	31	55	120	6.600	14.880	8.280		8.280
Total	365	684	1440	82.080	175.200		3.960	93.120

Keterangan :

1. Curah hujan total yang didapatkan melalui stasiun pemantauan curah hujan terdekat (BMKG Karangploso)
2. Volume air hujan yang ditampung = Curah hujan (c) x Luas atap (d)
3. Volume kebutuhan air bersih = jumlah hari per bulan (b) x jumlah anggota keluarga (4 org) x kebutuhan air/(orang x hari) (120 L)
4. Untuk menentukan kapasitas reservoir PAH berdasarkan bulan yang memiliki kelebihan (surplus) air hujan maksimum yaitu pada bulan februari sebesar 3.960 L atau 4 m³

Maka dapat diketahui :

- Kapasitas PAH untuk kondisi 12 bulan hujan = 4 m³
- Volume air hujan yang dapat dipanen = 82.080 L = 82 m³
- Kelebihan air hujan hanya pada bulan februari = 3.960 L = 4 m³
- Kekurangan air = Volume kebutuhan air bersih - Volume air yang dapat dipanen = 175.200 L - 82.080 L = 93.120 L
- Kekurangan air dapat disubstitusi dengan menggunakan pelayanan oleh jaringan PDAM
- Terjadi penghematan pembelian air PDAM sebesar volume air hujan yang dipanen = 82.080 L = 46,8 %

Perhitungan kapasitas penampungan air hujan (PAH)

$$Q = \frac{I \times A \text{ atap}}{T}$$

Keterangan :

Q : debit air rata-rata hujan (m³/detik)

I : intensitas curah hujan rata-rata (m)
 T : periode atau lama waktu hujan (detik)
 A : luas atap sebagai bidang penangkap (m²)

Contoh perhitungan :

$$A = 120 \text{ m}^2$$

$$I = 28,72 \text{ mm/jam}$$

$$v \text{ air} = 0,2 \text{ m/detik}$$

$$\text{tinggi talang (atap)} = 4 \text{ m}$$

maka,

$$Q = \frac{I \times A \text{ atap}}{T}$$

$$Q = \frac{28,72}{1000} \times 120$$

$$Q = 0,000957 \text{ m}^3/\text{detik}$$

B. Perhitungan talang rambu

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$A = \frac{0,000957}{0,20}$$

$$A = 0,004785 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{1}{2} \pi r^2$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\frac{1}{2}\pi}}$$

$$r = \sqrt{\frac{0,004785}{\frac{1}{2} \times \frac{22}{7}}}$$

$$r = \sqrt{0,003045}$$

$$r = 0,055 \text{ m}$$

$$r = 5,5 \text{ cm}$$

$$d = 11 \text{ cm}$$

C. Perhitungan talang tegak

$$v = \sqrt{2 g h}$$

$$v = \sqrt{2 \times 9,8 \times 4}$$

$$v = 8,85 \text{ m / detik}$$

$$A = \frac{Q}{v}$$

$$A = \frac{0,000957}{8,85}$$

$$A = 0,000108 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{1}{2} \pi r^2$$

$$r = \sqrt{\frac{A}{\frac{1}{2} \times \pi}}$$

$$r = \sqrt{\frac{0,000108}{\frac{1}{2} \times \frac{22}{7}}}$$

$$r = \sqrt{0,000068727}$$

$$r = 0,0083 \text{ m}$$

$$r = 0,8 \text{ cm}$$

$$r = 1 \text{ cm}$$

diameter talang tegak = $2 \times 0,0083 \text{ m} = 0,0166 \text{ m} = 1,66 \text{ m}$

untuk kedalaman diameter talang tegak dikalikan 3,5 maka diameter talang = $3,5 \times 1,66 \text{ cm} = 5,81 \text{ cm}$

maka diameter minimum untuk talang tegak adalah 5,81 cm

5.3.2 Sumur Resapan

Sumur resapan air hujan adalah prasarana untuk menampung dan meresapkan air hujan ke dalam tanah, berdasarkan SNI SNI 06-2459-2002 & SNI 03-2453-2002 air hujan yang diperhitungkan adalah air hujan yang berasal dari bidang tadah (atap bangunan) dan bukan dari limbah rumah tangga.

Syarat teknis dari penerapan sumur resapan menurut Puslitbang Perumahan dan Pemukiman, Kementrian PUPR adalah sebagai berikut :

Tabel 5.16 syarat teknis peletakan sumur resapan di lapangan

No.	Jenis bangunan	Jarak minimal terhadap Sumur resapan (m)	Diameter minimal (m)
1	pondasi bangunan/tangki septik	1	0,8
2	bidang resapan tangki septik	5	0,8
3	sumur resapan	2	0,8
4	parit resapan	2	0,8

A. Perhitungan kedalaman sumur resapan

$$H = \frac{Q}{\omega \pi r K}$$

Harga $\omega = 2$ untuk sumur kosong berdinding kedap air atau sumur tanpa dinding dengan batu pengisi.

Harga $\omega = 5$ untuk sumur kosong berdinding porous.

H : kedalaman sumur (m)
 r : radius sumur (m)
 K : koefisien permeabilitas tanah (m/jam)
 Q : debit andil banjir
 $(Q = C.I.A)$ (m³/jam)
 I : intensitas hujan (m/jam)
 A : luas bidang tadah (m²)
 C : koefisien pengaliran permukaan.

Perencanaan menggunakan tipe sumur kosong ber dinding porus, sehingga nilai $\omega = 5$, dan radius sumur resapan dengan bangunan direncanakan sejauh 2 meter.

Koefisien permeabilitas tanah yang berada di lokasi studi menurut (Setiawan, 2014) adalah 0,33 m/jam (ketentuan minimal ; 2cm/jam)

Contoh perhitungan :

$$H = \frac{Q}{\omega \pi r K}$$

$$H = \frac{C I A}{\omega \pi r K}$$

$$H = \frac{0,95 \times 0,029 \times 60}{5 \times 3,14 \times 2 \times 0,33}$$

$$H = 0,489 \text{ m}$$

Maka perhitungan nilai kedalaman (H) yang dibutuhkan untuk bisa menampung debit limpasan pada tiap luasan atap pada tabel 5.17 sebagai berikut:

Tabel 5.17 perhitungan kebutuhan kedalaman sumur tiap type rumah

lokasi	Luas Atap (m ²) c =0,95	I (mm/jam)	Q (m ³ /jam)	H dibutuhkan tiap rumah (m)
Perkampungan Padat Padat Penduduk	60	0.029	1.64	0.489
Perkampungan tidak padat penduduk	90	0.029	2.46	0.734
Perumahan Greenland At Tidar	36	0.029	0.98	0.293
Perumahan Bukit Cemara Tidar	90	0.029	2.46	0.734
Sigura-gura Hills	60	0.029	1.64	0.489
Perumahan Tidar Permai	120	0.029	3.27	0.978

B. Rencana Dimensi Sumur Resapan

Penentuan dimensi sumur resapan berdasarkan Puslitbang KemenPUPR, 2017 mengacu pada kedalaman minimal yaitu 1,5 meter dan diameter 0,8 – 1,4 meter yang penentuannya disesuaikan dengan kondisi lapangan. Dikarenakan di pemukiman padat penduduk tingkat tinggi terkendala dengan tidak adanya akses lahan/tanah untuk dibangun sumur resapan maka untuk wilayah pemukiman padat penduduk tidak diperhitungkan (diabaikan) dan dimensi sumur resapan berdasarkan jenis pemukiman adalah pada tabel 5.18 berikut :

Tabel 5.18 rencana dimensi sumur resapan

Jenis Pemukiman	H rencana (m)	Diameter (m)	volume (m3)
Pemukimam Kepadatan Tinggi	0	0	0
Pemukimam Kepadatan Sedang	1.5	0.8	0.754
Pemukimam Kepadatan Rendah	1.5	1.4	2.308

C. Perhitungan Sumur Resapan

Perhitungan jumlah sumur yang dibutuhkan untuk pemukiman diketahui dengan perhitungan sebagai berikut :

$$n = \frac{H \text{ rencana}}{H \text{ dibutuhkan}}$$

keterangan

n : jumlah rumah yang dapat ditampung untuk 1 sumur rencana

H rencana : H sumur tipikal (1,5 m)

H dibutuhkan : H hasil perhitungan

Contoh perhitungan pada perumahan greenland at tidar :

$$n = \frac{H \text{ rencana}}{H \text{ dibutuhkan}}$$

$$n = \frac{1,5}{0,29}$$

$$n = 5,2$$

Sehingga nilai $n = 5,2$ berarti untuk 1 sumur resapan ($H = 1,5$ m) dapat menampung sekitar 5 rumah dengan rasio 5 rumah membutuhkan 1 sumur resapan.

Perhitungan kebutuhan jumlah sumur tiap masing-masing pemukiman pada tabel 5.19 sebagai berikut :

Tabel 5.19 Sumur yang dibutuhkan di lokasi studi berdasarkan tipe pemukiman

lokasi	H dibutuhkan tiap rumah (m)	jumlah rumah	H rencana (m)	Jumlah sumur	Perbandingan Rumah : Sumur
Perkampungan Padat Padat Penduduk	0,489	1013	Terkendala lahan		
Perkampungan tidak padat penduduk	0,734	602	1.5	294	2 : 1
Perumahan Greenland At Tidar	0,293	345	1.5	67	5 : 1
Perumahan Bukit Cemara Tidar	0,734	322	1.5	157	2 : 1
Sigura-gura Hills	0,489	176	1.5	57	3 : 1
Perumahan Tidar Permai	0,978	420	1.5	274	3 : 2

Maka berdasarkan perhitungan tersebut, diketahui perbandingan jumlah rumah dibagi jumlah sumur adalah seperti diatas, yang dapat diartikan sebagai berikut:

Contoh : Perumahan Greenland At Tidar, (rumah : sumur ; 5 : 1) maka berarti untuk setiap 5 rumah di Perumahan Greenladn At Tidar dibutuhkan 1 sumur resapan dengan kedalaman 1,5 meter untuk mereduksi volume air hujan yang berasal dari atap bangunan rumah.

5.3.3 Potensi Reduksi Volume Limpasan Hujan menggunakan Ekodrainase

Reduksi limpasan air hujan adalah jumlah volume air hujan yang dapat dikelola menggunakan pemanenan air hujan dan sumur resapan. Reduksi limpasan air hujan dalam penelitian ini berarti air hujan yang berasal dari limpasan gedung pemukiman dan persilnya yang sebelumnya dialirkan ke saluran drainase perkotaan atau drainase jalan raya kemudian direduksi dan dikelola dengan dimanfaatkan kembali dengan menggunakan pemanenan air hujan dan infiltrai dengan menggunakan sumur resapan sehingga dapat mengurangi beban dari daya tampung drainase perkotaan yang dapat mencegah terjadinya kelebihan air hujan yang disebut dengan banjir.

Kemudian diketahui volume reduksi air hujan dengan menjumlahkan volume air hujan yang dapat dikelola menggunakan pemanenan air hujan dan sumur resapan adalah sebagai berikut :

A. Reduksi limpasan air hujan meggunakan penampungan air hujan

Diketahui berdasarkan perhitungan kebutuhan volume reservoir pemanenan air hujan tiap rumah di Perumaha Tidar Permai adalah 4 m³, maka setiap rumah dapat mampu menampung 4 m³ per hari maka untuk total potensi reduksi air hujan untuk seluruh rumah sebanyak 420 unit rumah adalah 1680 m³

Tabel 5.20 Reduksi volume limpasan dengan pemanenan air hujan

Lokasi	Jumlah rumah	Kapasitas PAH yang dibutuhkan tiap rumah	Volume Limpasan Hujan tereduksi
Perumahan Tidar Permai	420 unit	4 m ³	1680 m ³

B. Reduksi limpasan air hujan menggunakan sumur resapan

Setelah menghitung jumlah unit sumur yang dibutuhkan, kemudian dihitung volume sumur yang direncanakan dikalikan unit sumur. Penentuan dimensi sumur dibedakan menjadi 2 tipe berdasarkan karakteristik pemukiman (ketersediaan lahan). Untuk pemukiman tingkat kepadatan sedang menggunakan dimensi ($D = 0,8 \text{ m}$; $H = 1,5 \text{ m}$) sedangkan untuk pemukiman tingkat kepadatan rendah yang mempunyai lahan yang cukup menggunakan dimensi ($D = 1,4 \text{ m}$; $H = 1,5 \text{ m}$) maka dapat diketahui volume total sumur resapan adalah seperti di pada tabel 5.21 berikut :

Tabel 5.21 Reduksi volume limpasan dengan sumur resapan

Lokasi	Jumlah sumur	Volume tiap sumur (m ³)	volume total (m ³)
Perkampungan Padat Padat Penduduk	tidak bisa diterapkan sumur resapan karena keterbatasan lahan		
Perkampungan tidak padat penduduk	294	2,3079	679
Perumahan Greenland At Tidar	67	0,7536	51
Perumahan Bukit Cemara Tidar	157	2,3079	363
Sigura-gura Hills	57	0,7536	43
Perumahan Tidar Permai	274	2,3079	632
total reduksi			1.769

C. Reduksi limpasan air hujan total

Total volume air hujan yang dapat direduksi menggunakan ekodrainase yang terdapat pada tabel 5.22 berikut .:

Tabel 5.22 hasil total volume limpasan air hujan yang tereduksi

Volume reduksi limpasan air hujan	Penerapan	PAH (m ³)	SR (m ³)	Volume reduksi total (m ³)
Perkampungan Padat Padat Penduduk	tidak bisa diterapkan sumur resapan karena keterbatasan lahan			-
Perkampungan tidak padat penduduk	Sumur resapan	-	679	679
Perumahan Greenland At Tidar	Sumur resapan	-	501	51
Perumahan Bukit Cemara Tidar	Sumur resapan	-	363	363
Sigura-gura Hills	Sumur resapan	-	43	43
Perumahan Tidar Permai	Penampungan air hujan + Sumur resapan	1680	Sebagai backup	1.680
total reduksi				2.816

Volume total merupakan gabungan dari volume penampungan air hujan dan sumur resapan yang direncanakan untuk menampung seluruh limpasan hujan yang berasal dari atap, sehingga volume total tersebut merupakan volume reduksi dari volume limpasan air hujan yang sebelumnya dialirkan ke drainase menjadi dimanfaatkan kembali untuk penerapan penampungan air hujan dan diresapkan ke tanah untuk penerapan sumur resapan.

5.4 Analisis kegiatan konservasi air tanah pada ekodrainase

Konservasi air tanah adalah pengelolaan air tanah untuk menjamin pemanfaatannya secara bijaksana dan menjamin kesinambungan ketersediaannya dengan tetap memelihara serta meningkatkan mutunya .

Kegiatan konservasi tanah yang terjadi pada kegiatan ekodrainase pengelolaan limpasan air hujan di Kelurahan Karangbesuki memenuhi pada 2 aspek dalam penerapannya :

A. Optimasi Elemen Alam (Natural Charge)

- Berupa pemanfaatan sumur resapan sebagai media untuk memaksimalkan infiltrasi tanah di perkotaan yang banyak memiliki perkerasan tutupan lahan, sehingga mendukung siklus air hujan supaya air dapat tertampung pada tanah sehingga menjadi cadangan air tanah
- Mencegah terjadinya penurunan permukaan tanah dengan terisinya air tanah melalui kegiatan pengelolaan air hujan pada bangunan Gedung dan persilnya, potensi turunnya permukaan tanah sebagai akibat dari eksploitasi air tanah akan berkurang.

B. Optimasi Elemen Buatan (Artificial Charge)

- Optimasi kuantitas tangkapan dan penampungan air hujan untuk pemanfaatan kembali air hujan.
- Mengurangi penggunaan air untuk kegiatan sehari-hari dari sumber lainnya (PDAM, air tanah, dll.) Dengan pemanfaatan air hujan secara optimal untuk kegiatan sehari-hari, seperti mengairi kebun, taman, toilet, dll, tentunya penggunaan air dari sumber-sumber tersebut akan berkurang.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

1. Potensi reduksi debit limpasan air hujan yang bisa diupayakan di Kelurahan Karangbesuki dengan menggunakan teknologi ekodrainase berupa penampungan air hujan dan sumur resapan adalah 2.816 m³/hari, dengan pengecualian di daerah padat penduduk dikarenakan tidak adanya akses lahan.
2. Ekodrainase yang diterapkan di Kelurahan Karangbesuki dapat mendukung berbagai aspek metode dalam kegiatan konservasi air tanah.
 - a. Optimasi Elemen alam : infiltrasi air hujan menggunakan sumur resapan air hujan sehingga dapat mendukung sumber daya air tanah, mencegah penurunan permukaan tanah
 - b. Optimasi Elemen Buatan : pemanfaatan kembali menggunakan pemanenan air hujan sehingga dapat mengurangi biaya penggunaan PDAMMaka ekodrainase mempunyai pengaruh penting dalam mendukung kegiatan konservasi air di pemukiman perkotaan untuk mendukung sumber air tanah dalam perkotaan yang berkelanjutan.

6.2 Saran

1. Perlu adanya kerjasama instansi pemerintah untuk sosialisasi kepada masyarakat mengenai pentingnya penerapan ekodrainase pada bangunan pemukiman sebagai salah satu upaya untuk mengurangi limpasan hujan yang dapat mencegah genangan banjir
2. Penerapan ekodrainase skala pemukiman membutuhkan partisipasi masyarakat yang semaksimal mungkin guna memperoleh reduksi limpasan hujan dan mendukung kegiatan konservasi sumber daya air tanah yang maksimal

DAFTAR PUSTAKA

- Agus Maryono dan Edy Nugroho Santoso, 2006. “Metode Memanen dan Memanfaatkan Air Hujan untuk Penyediaan Air Bersih, Mencegah Banjir dan Kekeringan”, Jakarta: Kementerian Negara Lingkungan Hidup
- Aminudin, Muhammad. 2021. Saat Hujan Deras Mengguyur, KOTA MALANG BANJIR DAN 10 POHON TUMBANG. detikNews, Malang
- Annida Unnatiq Ulya, Endro Sutrisno & Irawan Wisnu Wardhana. 2015. Perencanaan Sistem Drainase Berwawasan Lingkungan (Ekodrainase) di Kelurahan Sekaran Kecamatan Gunungpati Kota Semarang. Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro, Semarang
- Athallah Manto & Trihono Kadri. 2020. REDUKSI DEBIT LIMPASAN DENGAN MENERAPKAN SISTEM EKODRAINASE PADA KAWASAN PERUMAHAN. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Trisakti, Jakarta
- Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman. LAMPIRAN PANDUAN PENGELOLAAN DRAINASE SECARA TERPADU BERWAWASAN LINGKUNGAN (ECODRAIN). Kementerian Pekerjaan Umum Direktorat Cipta Karya
- Ilham Frizein, Bambang Istijono & Ahmad Junaidi. 2017. ANALISIS PENERAPAN SUMUR RESAPAN TERHADAP GENANGAN PADA KAWASAN KHATIB SULAIAMAN KOTA PADANG. Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang.
- Mita Ardiyana, Mohammad Bisri & Sumiadi. 2016. STUDI PENERAPAN ECODRAIN PADA SISTEM DRAINASE PERKOTAAN (Studi Kasus : Perumahan Sawojajar Kota Malang). Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Malang
- Muliawati, Dea Nathisa. 2015. PERENCANAAN PENERAPAN SISTEM DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN (EKO-DRAINASE) MENGGUNAKAN SUMUR RESAPAN DI KAWASAN RUNGKUT. Departmen Teknik Lingkungan. ITS, Surabaya
- Rosani, Assyifa . 2021. KAJIAN TEKNIS PENERAPAN PERATURAN DRAINASE GEDUNG DI INDONESIA (STUDI KASUS GEDUNG PATUH POLDA JAWA TIMUR)

INTERNET

<http://ditjenppi.menlhk.go.id/kcpi/index.php/inovasi/198peresapan-air-dan-bangunan-terjunan-air-bta>

Peraturan:

- Laporan Hasil Survey Dan Pemetaan Daerah Rawan Banjir Kota Malang 2018 Bpbd Kota Malang
- Peraturan Daerah Kota Malang Nomor 17 Tahun 2001 Tentang Konservasi Air
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup, Nomor 12 Tahun 2009 Tentang Pemanfaatan Air Hujan

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 11/Prt/M/2014 Tentang
Pengelolaan Air Hujan Pada Bangunan Gedung Dan Persilnya
Puslitbang Perumahan Dan Permukiman , Kem. PUPR

Lampiran B : data curah hujan harian stasiun BMKG Karangploso

2011				2012				2013			
BULAN	JUMLAH (mm)	HARI HUJAN	HUJAN MAX	BULAN	JUMLAH (mm)	HARI HUJAN	HUJAN MAX	BULAN	JUMLAH (mm)	HARI HUJAN	HUJAN MAX
JANUARI	148	5	50	JANUARI	244	9	38	JANUARI	366	14	46
FEBRUARI	182	4	75	FEBRUARI	442	13	85	FEBRUARI	214	9	33
MARET	339	9	78	MARET	214	6	56	MARET	287	9	36
APRIL	160	7	52	APRIL	67	2	22	APRIL	218	10	31
MEI	231	8	68	MEI	0	0	0	MEI	0	0	0
JUNI	0	0	0	JUNI	11	1	11	JUNI	11	1	11
JULI	0	0	0	JULI	0	0	0	JULI	0	0	0
AGUSTUS	0	0	0	AGUSTUS	0	0	0	AGUSTUS	0	0	0
SEPTEMBER	0	0	0	SEPTEMBER	0	0	0	SEPTEMBER	0	0	0
OKTOBER	63	2	26	OKTOBER	109	4	35	OKTOBER	107	4	35
NOVEMBER	276	6	53	NOVEMBER	150	5	39	NOVEMBER	149	5	39
DESEMBER	268	9	52	DESEMBER	482	14	98	DESEMBER	481	13	98
2014				2015				2016			
BULAN	JUMLAH (mm)	HARI HUJAN	HUJAN MAX	BULAN	JUMLAH (mm)	HARI HUJAN	HUJAN MAX	BULAN	JUMLAH (mm)	HARI HUJAN	HUJAN MAX
JANUARI	382	10	92	JANUARI	228	7	61	JANUARI	208	10	32
FEBRUARI	179	4	39	FEBRUARI	391	7	92	FEBRUARI	673	17	97
MARET	182	7	48	MARET	248	7	52	MARET	187	8	31
APRIL	294	8	96	APRIL	297	7	62	APRIL	80	3	45
MEI	40	3	16	MEI	80	3	31	MEI	200	5	49
JUNI	28	1	28	JUNI	38	1	38	JUNI	157	6	49
JULI	0	0	0	JULI	0	0	0	JULI	112	3	66
AGUSTUS	40	2	21	AGUSTUS	0	0	0	AGUSTUS	90	3	55
SEPTEMBER	0	0	0	SEPTEMBER	0	0	0	SEPTEMBER	45	2	23
OKTOBER	12	1	12	OKTOBER	0	0	0	OKTOBER	248	7	62
NOVEMBER	143	4	43	NOVEMBER	166	5	37	NOVEMBER	434	12	82
DESEMBER	338	9	52	DESEMBER	202	10	35	DESEMBER	268	7	46

Lampiran B : data curah hujan harian stasiun BMKG Karangploso

2015				2016				2017			
BULAN	JUMLAH (mm)	HARI HUJAN	HUJAN MAX	BULAN	JUMLAH (mm)	HARI HUJAN	HUJAN MAX	BULAN	JUMLAH (mm)	HARI HUJAN	HUJAN MAX
JANUARI	228	7	61	JANUARI	208	10	32	JANUARI	374	12	68
FEBRUARI	391	7	92	FEBRUARI	673	17	97	FEBRUARI	238	9	41
MARET	248	7	52	MARET	187	8	31	MARET	406	11	87
APRIL	297	7	62	APRIL	80	3	45	APRIL	254	6	69
MEI	80	3	31	MEI	200	5	49	MEI	42	2	23
JUNI	38	1	38	JUNI	157	6	49	JUNI	35	2	11
JULI	0	0	0	JULI	112	3	66	JULI	37	1	37
AGUSTUS	0	0	0	AGUSTUS	90	3	55	AGUSTUS	0	0	0
SEPTEMBER	0	0	0	SEPTEMBER	45	2	23	SEPTEMBER	37	1	37
OKTOBER	0	0	0	OKTOBER	248	7	62	OKTOBER	112	5	48
NOVEMBER	166	5	37	NOVEMBER	434	12	82	NOVEMBER	396	9	59
DESEMBER	202	10	35	DESEMBER	268	7	46	DESEMBER	276	9	75
2018				2019				2020			
BULAN	JUMLAH (mm)	HARI HUJAN	HUJAN MAX	BULAN	JUMLAH (mm)	HARI HUJAN	HUJAN MAX	BULAN	JUMLAH (mm)	HARI HUJAN	HUJAN MAX
JANUARI	439	12	58	JANUARI	298	11	42	JANUARI	327	9	59
FEBRUARI	226	9	51	FEBRUARI	337	11	98	FEBRUARI	502	11	85
MARET	199	8	42	MARET	370	12	48	MARET	239	10	34
APRIL	80	3	28	APRIL	318	8	80	APRIL	154	7	42
MEI	12	1	12	MEI	72	4	23	MEI	136	7	29
JUNI	54	2	34	JUNI	0	0	0	JUNI	0	0	0
JULI	0	0	0	JULI	58	2	43	JULI	16	1	16
AGUSTUS	0	0	0	AGUSTUS	0	0	0	AGUSTUS	50	2	37
SEPTEMBER	0	0	0	SEPTEMBER	0	0	0	SEPTEMBER	0	0	0
OKTOBER	0	0	0	OKTOBER	0	0	0	OKTOBER	131	4	45
NOVEMBER	331	8	80	NOVEMBER	111	4	34	NOVEMBER	233	7	43
DESEMBER	406	9	107	DESEMBER	319	11	55	DESEMBER	319	9	34

Lampiran B : data curah hujan harian stasiun BMKG Karangploso

2021			
BULAN	JUMLAH (mm)	HARI HUJAN	HUJAN MAX
JANUARI	273	13	55
FEBRUARI	486	14	145
MARET	300	11	42
APRIL	124	5	57
MEI	78	7	43
JUNI	206	5	119
JULI	0	0	0
AGUSTUS	35	2	14
SEPTEMBER	107	2	76
OKTOBER	133	7	28
NOVEMBER	367	12	50
DESEMBER	215	7	55

BIOGRAFI PENULIS



Penulis dilahirkan di Malang 24 tahun yang lalu. Penulis mengenyam pendidikan dasar pada tahun 2005-2011 di SDN Mendalanwangi II. Kemudian dilanjutkan di SMPN 1 Wagir Malang pada tahun 2011-2014, sedangkan tingkat atas dilalui di SMAN 3 Malang dari tahun 2014-2017. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan S1 di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Perencanaan dan Kebumihan, ITS, Surabaya pada tahun 2017 dan terdaftar berkuliah di ITS dengan NRP 03211740000040

Selama perkuliahan penulis aktif dalam berbagai kegiatan, diantaranya adalah turut berpartisipasi sebagai tenaga sampling untuk beberapa proyek penelitian. Pada tahun 2020, penulis melaksanakan kerja praktek di PT ITDCNU, Nusa Dua Bali dengan melakukan evaluasi kinerja Kolam Stabilisasi. Pada akhir masa studinya penulis juga turut melakukan freelance sebagai surveyor yang bertugas melakukan survey dan mengambil contoh uji pada salah satu laboratorium lingkungan hidup di Kota Surabaya. Penulis dapat dihubungi via email msabriyunus@gmail.com



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FTSPK -ITS
2022

TUGAS AKHIR PERENCANAAN
EKODRAINASE KELURAHAN
KARANGBESUKI
TAHUN 2022

JUDUL GAMBAR:
POTONGAN UNIT SUMUR RESAPAN

DOSEN:
Ir. Mas Agus Mardiyanto, M.E., Ph.D.
NIP. 19620816 199003 1 004

MAHASISWA:
MUHAMMAD SABRI YUNUS
03211740000040

LEGENDA

Profil Hidrolis :

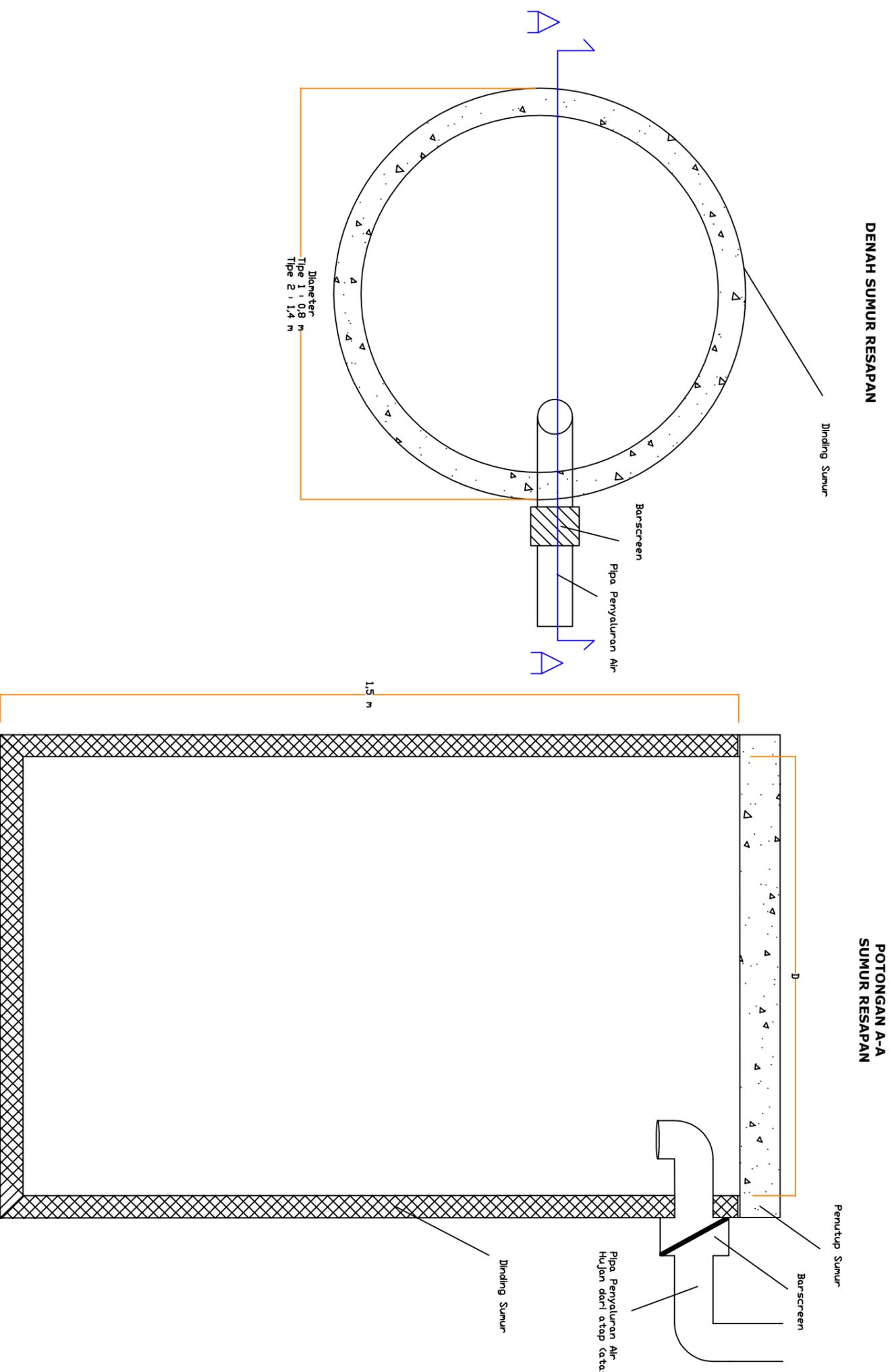
 muka tanah

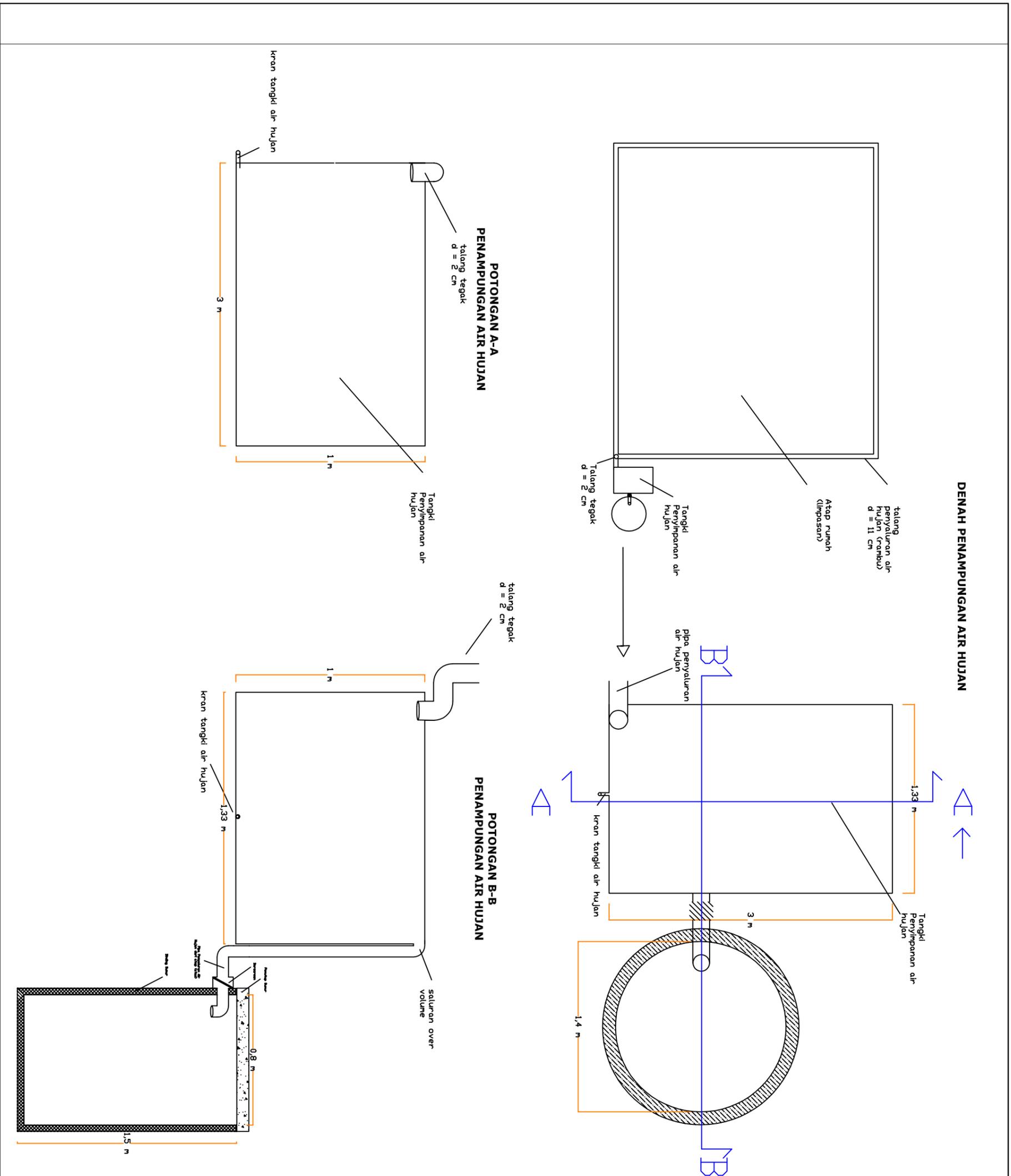
 Beton

 Jaringan Pipa

NOMOR GAMBAR SKALA GAMBAR

1





DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FTSPK-ITS
2022

TUGAS AKHIR PERENCANAAN
EKODRAINASE KELURAHAN
KARANGBESUKI
TAHUN 2022

JUDUL GAMBAR:
POTONGAN UNIT PENAMPUNGAN AIR HUJAN

DOSEN:
Ir. Mas Agus Mardiyanto, M.E., Ph.D.
NIP. 19620816 199003 1 004

MAHASISWA:
MUHAMMAD SABRI YUNUS
03211740000040

LEGENDA

Profil Hidrolis :
 Jaringan Pipa

NOMOR GAMBAR : 2
SKALA GAMBAR



KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : **Muhammad Sabri Yunus**
NRP : **0321174000040**
Judul : **STUDI PERENCANAAN DRAINASE BERWAWASAN LINGKUNGAN (ECODRAINASE) PADA GEDUNG PEMUKIMAN DAN PERSILNYA DI WILAYAH KELURAHAN KARANGBESUKI KECAMATAN SUKUN KOTA MALANG**

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1	11 Agustus 2021	Menentukan lokasi studi beserta skalanya mengenai topik perencanaan ekodrainase	
2	13 Agustus 2021	Menentukan latar belakang pendahuluan serta studi kasus pada lokasi studi yang lebih mendalam	
3	8 September 2021	Revisi hasil seminar proposal memperbaiki kerangka penelitian dan tinjauan pustaka yang lebih mendalam	
4	9 September 2021	Menentukan pembahasan yang akan dilakukan dalam perencanaan	
5		Menentukan konsep ekodrainase skala perencanaan (rumah dan persil)	
6	24 Maret 2022	Menentukan Nilai Permeabilitas tanah berdasarkan data sekunder	
	16 Mei 2022	Mengevaluasi hasil pengerjaan TA sementara sebelum melaksanakan seminar progress	
7	17 Mei 2022	Memperbaiki pembahasan mengenai perhitungan Analisis hidrologi dalam penentuan curah hujan dan intensitas hujan Menentukan model ekodrainase yang dipilih berdasarkan skala dan jenis pemukiman Pembaruan pada bagian Abstrak yang lebih lengkap	
8	24 Juni 2022	Menambahkan metode ekodrainase berupa pemanfaatan air hujan Memperjelas perhitungan volume reduksi limpasan air hujan oleh penampungan air hujan dan sumur resapan	

Surabaya, 26 Juni 2021
Dosen Pembimbing



Ir. Mas Agus Mardiyanto, M.E., Ph.D



UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2021/2022

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Kamis, 7 Juli 2022
Pukul : 13.30 - 14.30 WIB
Lokasi : TL-102
Judul : Studi Perencanaan Drainase Berwawasan Lingkungan (Ecodrainase) Pada Gedung Pemukiman Dan Persilnya Di Wilayah Kelurahan Karangbesuki Kecamatan Sukun Kota Malang
Nama : Muhammad Sabri Yunus
NRP. : 0321174000040
Topik : Perencanaan

Nilai TOEFL 467

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
	<ul style="list-style-type: none">- Partaik. gambar- Skenai catatan dosen pengiji- Ah perhitungan luas rencana.

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing

Ir. Mas Agus Mardiyanto, M.E., Ph.D



S1-TL-03 TUGAS AKHIR

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)

Genap 2021/2022

No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Kamis, 7 Juli 2022
Pukul : 13.30 - 14.30 WIB
Lokasi : TL-102
Judul : Studi Perencanaan Drainase Berwawasan Lingkungan (Ecodrainase) Pada Gedung Pemukiman Dan Persilnya Di Wilayah Kelurahan Karangbesuki Kecamatan Sukun Kota Malang
Nama : Muhammad Sabri Yunus
NRP. : 03211740000040
Topik : Perencanaan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Penulisan karya tulis ilmiah ~ aturan penulisan ! (lihat draft TA).
2.	Salah ² tulis. Kesimpulan direvisi ~ disesuaikan dengan tujuan & hasil pembahasannya.
3.	Ada tabel yg tidak terdapat dalam laporan.
4.	Sumber ² diperbaiki...!

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana

Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji

Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji

Ir. Atiek Moesriati, M.Kes

()

Dosen Pembimbing

Ir. Mas Agus Mardiyanto, M.E., Ph.D

()

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Kamis, 7 Juli 2022
Pukul : 13.30 - 14.30 WIB
Lokasi : TL-102
Judul : Studi Perencanaan Drainase Berwawasan Lingkungan (Ecodrainase) Pada Gedung Pemukiman Dan Persilnya Di Wilayah Kelurahan Karangbesuki Kecamatan Sukun Kota Malang
Nama : Muhammad Sabri Yunus
NRP. : 03211740000040
Topik : Perencanaan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
①.	pada pembahasan dimulai. dan - Kerangka konseptual Analisis berwawasan lingkungan yg terkait dg area studi.
②.	Dan ditanya mulai dari ①. permasalahan Dgn penun - Dgn ③ dan ④.
③.	Reduksi

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.
Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji Dr. Ir. R. Irwan Bagyo Santoso, MT.

Dosen Pembimbing Ir. Mas Agus Mardiyanto, M.E., Ph.D

TUGAS AKHIR

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)

No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-03
Formulir Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Kamis, 7 Juli 2022

Pukul : 13.30 - 14.30 WIB

Lokasi : TL-102

Judul : Studi Perencanaan Drainase Berwawasan Lingkungan (Ecodrainase) Pada Gedung Pemukiman Dan Persilnya Di Wilayah Kelurahan Karangbesuki Kecamatan Sukun Kota Malang

Nama : Muhammad Sabri Yunus

NRP. : 0321174000040

Topik : Perencanaan

No./Hal.	Pertanyaan dan Saran Dosen Penguji Ujian Tugas Akhir
1.	Pesam sumur resapannya ?
2.	Penulisan lihat di buku TA.
3.	Lampiran belum dirujuk. →

Formulir UTA-03 diserahkan kepada Dosen Pembimbing setelah sesi Seminar Kemajuan selesai.

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-03 ke Sekretariat Program Sarjana

Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Penguji

Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing

Dosen Penguji

Harmin Sulistyaning Titah, ST, MT, Ph.D

Dosen Pembimbing

Ir. Mas Agus Mardyanto, M.E., Ph.D

(
)