ABSTRAK

"PENANGGULANGAN GENANGAN AIR DAN PENINGKATAN VOLUME AIR TANAH MELALUI SUMUR RESAPAN AIR HUJAN DI DAERAH SEMI-ARID KELURAHAN OESAPA, KOTA KUPANG"

Aldino Arfaksad Taopan *) H. Hikmah **) Ketut M. Kuswara *)**

Penelitian ini bertujuan mengetahui kondisi eksisting, menghitung debit limpasan, serta merancang model sumur resapan di RT 15/RW 06 Kelurahan Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang. Metode yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif melalui observasi lapangan, analisis hidrologi, perhitungan debit limpasan dengan metode rasional, dan perancangan teknis sumur resapan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah penelitian merupakan kawasan permukiman padat dengan luas bidang kedap tinggi, daya resap tanah rendah, topografi relatif datar, dan sistem drainase yang belum berfungsi optimal. Kondisi tersebut menyebabkan genangan setinggi 10–25 cm pada jalan permukiman dan pekarangan warga dengan durasi surut 2–4 jam setelah hujan berhenti. Hasil perhitungan menunjukkan debit puncak limpasan sebesar 0,10212 m^3/detik atau 102,12 liter/detik, setara dengan 367,632 m^3/jam. Sumur resapan dirancang berbentuk persegi dengan dimensi 4 m × 4 m × 1,5 m dan kapasitas tampung 24 m^3 per unit. Penerapan 8 unit sumur resapan mampu menampung 192 m^3 atau 52,23% dari limpasan puncak, sedangkan untuk menampung seluruh limpasan dibutuhkan sekitar 16 unit sumur resapan.

Kata kunci: kondisi eksisting, debit limpasan, sumur resapan, genangan, Oesapa

*) Penulis
**) Pembimbing I
***) Pembimbing II

ABSTRACT

"OVERCOMING WATER POUDING AND INCREASING GROUNDWATER VOLUMES THROUGH RAINWATER ABSORPTION WELLS IN SEMI-ARID AREAS OF OESAPA VILLAGE, KUPANG CITY"

Aldino A. Taopan *) Hikmah **) Ketut M. Kuswara ***)

This study aims to identify the existing conditions, calculate runoff discharge, and design an infiltration well model in RT 15/RW 06, Oesapa Subdistrict, Kelapa Lima District, Kupang City. The method used in this study is a quantitative descriptive method through field observation, hydrological analysis, runoff discharge calculation using the rational method, and technical design of infiltration wells. The results show that the study area is a densely populated residential area with a high proportion of impervious surfaces, low soil infiltration capacity, relatively flat topography, and a drainage system that has not functioned optimally. These conditions cause inundation of 10–25 cm on residential roads and house yards, with a recession duration of 2–4 hours after rainfall stops. The calculation results show that the peak runoff discharge is 0.10212 m³/s or 102.12 L/s, equivalent to 367.632 m³/hour. The infiltration well is designed in a square shape with dimensions of 4 m × 4 m × 1.5 m and a storage capacity of 24 m³ per unit. The application of 8 infiltration wells can accommodate 192 m³ or 52.23% of the peak runoff, while approximately 16 infiltration wells are required to accommodate the entire runoff.

Keywords: *existing conditions, runoff discharge, infiltration well, inundation, Oesapa*

**) Author*

***) Supervisor I*

****) Supervisor II*

KATA PENGANTAR

Puji syukur peneliti panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa karena atas anugerah, berkat dan rahmat-Nya peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir semester melalui penulisan proposal penelitian dengan judul **"Penanggulangan Genangan Air Dan Peningkatan Volume Air Tanah Melalui Sumur Resapan Air Hujan Di Daerah Semi-Arid Kelurahan Oesapa, Kota Kupang"**. Sebagai persyaratan untuk menyelesaikan tugas akhir di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Nusa Cendana Kupang.

Peneliti juga sangat bangga kepada kedua orang tua tercinta, Bapak/Ibu Dosen dan teman-teman serta semua pihak yang telah berpartisipasi aktif dan memotivasi peneliti dalam penyelesaian proposal penelitian ini.

Pada kesempatan ini, peneliti ingin menyampaikan limpah terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus yang selalu melimpahkan rahmat dan berkat-Nya, dan selalu senantiasa menjaga, melindungi peneliti hingga sekarang dalam penyelesaian proposal ini.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Jefri S. Bale, ST., M.Eng selaku Rektor Universitas Nusa Cendana yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas dalam pembelajaran selama Penulis menuntut ilmu.
3. Bapak Dr. Ketut Mahendra K.,M.Si, selaku koordinator Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, dan juga selaku dosen mata kuliah yang telah banyak memberikan motivasi, bimbingan dan ilmu pengetahuan sejak peneliti mulai berpacu dalam mempelajari ilmu di almamater tercinta sampai dengan penulisan proposal ini.
4. Bapak Prof. Dr. H. Hikmah, M.Pd selaku pembimbing I yang selalu memberikan dorongan motivasi, serta arahan dan bimbingan dengan sabar kepada peneliti dalam penyusunan proposal ini.
5. Bapak Dr. Ketut Mahendra K.,M.Si, selaku pembimbing II yang selalu memberikan dorongan motivasi, serta arahan dan bimbingan dengan sabar kepada peneliti dalam penyusunan proposal ini.

6. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan yang telah mendidik dan membekali peneliti dengan berbagai ilmu pengetahuan selama dibangku perkuliahan.
7. Saudara-saudari tercinta yang selalu hadir dalam setiap kesulitan yang dihadapi oleh peneliti dan memberikan dukungan moril dan memotivasi penulis hingga menyelesaikan penulisan proposal ini.
8. Teristimewa untuk kedua orang tua tercinta, bapak dan mama yang senantiasa melimpahkan cinta kasih, dukungan, harapan, serta doa yang selalu bapak dan mama panjatkan kepada Tuhan Yesus, serta saudara-saudara saya yang selalu memberikan dukungan.
9. Teman-teman dan kakak-kakak kenalan yang telah membantu dengan caranya masing-masing, sahabat seperjuangan PTK/PTB angkatan 2021 BANTAI, sahabat baik, yang selalu setia membantu, memberikan motivasi dan menolong peneliti. Semoga semua dukungan, dorongan motivasi dan bantuan dari semua pihak yangtelah diberikan kepada peneliti mendapatkan balasan yang berlimpah dari TuhanYang Maha Esa.

Peneliti menyadari bahwa dalam penulisan proposal ini tidak semuanya sempurna. Untuk itu dengan segala kerendahan hati, peneliti sangat membuka diri untuk menerima kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak guna melengkapi penulisan selanjutnya. Semoga penulisan proposal penelitian ini berguna bagi kita semua. Akhir kata peneliti mengucapkan terima kasih.

Kupang, 11 Juni 2026

Peneliti

Aldino Arfaksad Taopan

DAFTAR ISI

JUDUL
HALAMAN PERSETUJUAN ..... **i**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
DEKLARASI ..... **iii**
MOTO ..... **iv**
PERSEMBAHAN ..... **v**
RIWAYAT HIDUP ..... **vi**
ABSTRAK ..... **vii**
ABSTRACT ..... **viii**
KATA PENGANTAR ..... **ix**
DAFTAR ISI ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xiv**
DAFTAR GAMBAR ..... **xv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
A. Latar Belakang 1
B. Identifikasi Masalah 3
C. Batasan Masalah 4
D. Rumusan Masalah 4
E. Tujuan Penelitian 4
F. Manfaat Penelitian 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**
A. Kerangka Konseptual 6
1. Kondisi Eksisting 6
2. Debit Air limpasan 9
3. model sumur resapan 11
a. fungsi sumur resapan 11
b. model dan desain sumur resapan 13
1) model sederhana (konvensional) 14
2) model modular (modern urban system) 15
c. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sumur Resapan 16

B. Penelitian sejenis 17
C. Kerangka Berpikir 17
BAB III METODE PENELITIAN 20
A.Jenis Penelitian.....20
B. Waktu Dan Tempat Penelitian.....20
C. Jenis Data Dan Teknik Pengumpulan Data 20
D. Instrumen Penelitian 21
BAB III METODE PENELITIAN.....20
A.Jenis Penelitian.....20
B. Waktu Dan Tempat Penelitian.....20
C.Jenis Data Dan Teknik Pengumpulan Data 20
D.Instrumen Penelitian 21
E.Prosedur Perancangan.....22
F.Teknik Analisis Data.....24
1. Analisis Deskriptif.....24
2. Analisis Hidrologi (Hujan Rencana) 24
3. Analisis Debit Limpasan 25
4. Analisis Hasil Rancangan Sumur Resapan 25
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....26
A. Gambaran umum wilayah penelitian.....26
B. Hasil Penelitian.....28
1. Kondisi Eksisiting Wilayah RT 15/ RW 06 28
2. Besar Debit Limpasan Air Pada Permukaan 32
a. Data Curah Hujan 32
b. Perhitungan Intensitas Curah Hujan (I) 34
c. Volume Debit Andil Banjir Atap Rumah 36
3. Model dan Desain Sumur Resapan 40
a. Model Sumur Resapan.....41
b. Desain Teknis Sumur Resapan 43
c. Keamanan dan Pemeliharaan Sumur Resapan 45
C.Pembahasan 45

1. Kondisi Eksisting Wilayah RT 15/RW 06 45
2. Debit Limpasan Permukaan 46
3. Model dan Kapasitas Sumur Resapan 46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 48
A. Kesimpulan.....48
B. Saran 49
DAFTAR PUSTAKA.....50
LAMPIRAN.....52

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Yang Relevan 17
Tabel 3.1 Teknik Pengumpulan Data Berdasarkan Jenis Dan Sumber Data 21
Tabel 3.2 Data Curah Hujan Harian Maksimum 10 Tahun (mm/hari) 21
Tabel 3.3 Volume Andil Banjir Atap Rumah 21
Tabel 3.4 Perhitungan Debit Limpasan 22
Tabel 3.5 Format Pengumpulan Data Dokumentasi dan Kondisi Eksisting 22
Tabel 4.1 Curah Hujan Harian Maksimum Tahunan 32
Tabel 4.2 Hujan Maksimum Kota Kupang 2020-2024 33
Tabel 4.3 Perhitungan Curah Hujan Rencana dengan Metode *Distribusi Gumbel* 34
Tabel 4.4 Hasil Perhitungan Standar Deviasi Populasi Dan Sampel 34
Tabel 4.5 Yt (*Reduksi Variate)* 35
Tabel 4.6 Yn (Reduksi Mean) 35
Tabel 4.7 Sn (Reduksi Deviasi) 35
Tabel 4.8 Volume Andil Banjir Atap Rumah 37
Tabel 4.9 Vab Berdasarkan Luas Atap dan Jumlah Unit Rumah 38

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konvensional.....14
Gambar 2.2 Model Modular.....15
Gambar 2.3 Bagan Kerangka Berpikir Penelitian.....19
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian 20
Gambar 4.1 Peta Lokasi Penelitian 26
Gambar 4.2 Dokumentasi Kondisi Genangan Air Di RT 15/RW 06 27
Gambar 4.3 Genangan Air dan Sampah di Lokasi Penelitian 29
Gambar 4.4 Luas Wilayah RT 31
Gambar 4.5 Titik Lokasi Penelitian dan Dan Hujan 32
Gambar 4.6 Titik Lokasi Sumur Resapan 42
Gambar 4.7 Desain Sumur Resapan Tampak Samping 44
Gambar 4.8 Desain Sumur Resapan Tampak Atas.....44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Ijin Penelitian 53
Lampiran 2. Surat Keterangan Selesai Penelitian 54
Lampiran 3. Dokumentasi Penelitian 55

BAB I
PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk, perkembangan ekonomi, serta meningkatnya aktivitas pembangunan di kawasan perkotaan telah mendorong terjadinya perubahan tata guna lahan secara cepat. Lahan terbuka hijau yang sebelumnya berfungsi sebagai daerah resapan air hujan banyak dialihfungsikan menjadi kawasan permukiman, perkantoran, fasilitas umum, pusat perdagangan, jalan, dan infrastruktur lainnya. Kondisi ini menyebabkan berkurangnya kemampuan tanah dalam meresapkan air hujan, sehingga volume limpasan permukaan atau *run-off* semakin meningkat.

Perubahan tata guna lahan tersebut berdampak langsung terhadap terganggunya siklus hidrologi perkotaan. Air hujan yang semula dapat meresap ke dalam tanah kini lebih banyak mengalir di permukaan karena tertahan oleh lapisan kedap air seperti beton, aspal, keramik, dan perkerasan lainnya. Akibatnya, pada musim hujan terjadi genangan bahkan banjir, sedangkan pada musim kemarau cadangan air tanah semakin menurun. Permasalahan ini menjadi semakin penting untuk diperhatikan karena wilayah semi-arid seperti Kota Kupang memiliki karakteristik musim hujan yang relatif singkat, curah hujan yang tidak merata, serta musim kemarau yang panjang.

Selain faktor alih fungsi lahan, sistem drainase konvensional juga turut memperparah persoalan genangan. Drainase konvensional umumnya dirancang untuk mengalirkan air hujan secepat mungkin ke saluran pembuangan, sungai, atau badan air lainnya. Sistem ini belum sepenuhnya memberikan kesempatan bagi air hujan untuk meresap ke dalam tanah. Dengan demikian, air hujan yang seharusnya dapat menjadi cadangan air tanah justru terbuang ke laut atau badan air lain. Suni (2021) menjelaskan bahwa drainase konvensional yang hanya berorientasi pada pembuangan air dapat mengurangi peluang infiltrasi air ke dalam tanah. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan drainase berwawasan lingkungan yang tidak hanya bertujuan mengurangi genangan, tetapi juga meningkatkan resapan air tanah.

Salah satu alternatif penanganan genangan yang relevan dengan kondisi perkotaan saat ini adalah penerapan sumur resapan air hujan. Sumur resapan merupakan teknologi sederhana yang berfungsi menampung dan meresapkan air hujan ke dalam tanah. Penerapan sumur resapan dapat membantu mengurangi limpasan permukaan, menekan risiko genangan, serta meningkatkan cadangan air tanah. Ayu dan Heriawanto (2018) menyatakan bahwa peningkatan peresapan air hujan memberikan manfaat ganda, yaitu mengurangi potensi banjir pada musim hujan dan meningkatkan ketersediaan air tanah pada musim kemarau.

Kota Kupang merupakan salah satu daerah perkotaan yang mengalami tekanan pembangunan cukup tinggi. Banyak kawasan hijau dan lahan terbuka telah berubah menjadi kawasan permukiman, perkantoran, pusat pelayanan umum, pusat perbelanjaan, perhotelan, serta infrastruktur jalan. Sisa lahan terbuka pada pekarangan rumah, halaman kantor, bahu jalan, dan ruang publik sebagian besar telah ditutup dengan material kedap air seperti beton rabat, keramik, paving, dan aspal. Kondisi tersebut menyebabkan semakin berkurangnya ruang resapan air hujan. Di sisi lain, rendahnya kesadaran masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan juga menyebabkan sampah menumpuk dan menyumbat saluran drainase, sehingga memperbesar potensi terjadinya genangan.

Salah satu wilayah yang sering mengalami genangan adalah Kelurahan Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang. Berdasarkan pengamatan awal, wilayah ini rentan mengalami genangan pada musim hujan, terutama ketika terjadi curah hujan tinggi dalam waktu yang cukup lama. Perkembangan kawasan permukiman, fasilitas pendidikan, puskesmas, tempat ibadah, pusat perdagangan, dan aktivitas masyarakat yang semakin padat menyebabkan perubahan tata guna lahan semakin meningkat. Kondisi tersebut berdampak pada berkurangnya daerah resapan air serta meningkatnya debit limpasan permukaan.

Hasil observasi di RT 15/RW 06 Kelurahan Oesapa menunjukkan bahwa wilayah tersebut hampir setiap tahun mengalami genangan air pada musim hujan. Genangan yang terjadi memiliki ketinggian dan durasi yang cukup mengganggu aktivitas masyarakat, pengguna jalan, serta kegiatan ekonomi di sekitarnya. Genangan air juga berpotensi menimbulkan dampak kesehatan, seperti pencemaran

lingkungan, berkembangnya vektor penyakit, serta meningkatnya risiko penyakit berbasis lingkungan. Selain itu, genangan dapat menghambat kelancaran transportasi, mengganggu aktivitas sosial ekonomi masyarakat, serta menimbulkan ketidaknyamanan lingkungan.

Permasalahan genangan di wilayah tersebut disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain tidak optimalnya fungsi saluran drainase, terbatasnya vegetasi penyerap air, berkurangnya lahan terbuka, meningkatnya permukaan kedap air, serta rendahnya kemampuan lingkungan dalam meresapkan air hujan. Upaya pembangunan infrastruktur seperti drainase beton, jalan aspal beton, dan trotoar berkeramik memang dapat meningkatkan kenyamanan dan estetika kawasan perkotaan. Namun, apabila tidak diimbangi dengan sistem resapan yang memadai, pembangunan tersebut dapat memperbesar limpasan permukaan dan mengurangi cadangan air tanah.

Fenomena ini menjadi permasalahan penting bagi pemerintah, masyarakat, akademisi, dan pemerhati lingkungan. Air hujan yang selama ini menjadi penyebab genangan perlu dikelola secara lebih bijaksana agar dapat dimanfaatkan sebagai sumber cadangan air tanah. Dengan demikian, penanganan genangan tidak hanya dilakukan melalui pembuangan air, tetapi juga melalui upaya konservasi air berbasis resapan. Salah satu solusi yang dapat diterapkan adalah pembangunan sumur resapan air hujan pada kawasan permukiman, fasilitas umum, dan lingkungan yang memiliki potensi genangan.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini penting dilakukan untuk mengkaji upaya penanggulangan genangan air sekaligus peningkatan volume air tanah melalui penerapan sumur resapan air hujan di wilayah semi-arid. Oleh karena itu, peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul **"Penanggulangan Genangan Air dan Peningkatan Volume Air Tanah Melalui Sumur Resapan Air Hujan di Daerah Semi-Arid Kelurahan Oesapa, Kota Kupang."**

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, permasalahan dalam penelitian ini dapat diidentifikasi sebagai berikut.

1. Terjadinya peningkatan limpasan air hujan akibat curah hujan tinggi dalam waktu tertentu pada musim hujan.
2. Berkurangnya daerah resapan air akibat perubahan tata guna lahan dari lahan terbuka hijau menjadi kawasan permukiman, perkantoran, fasilitas umum, dan infrastruktur perkotaan.
3. Meningkatnya penggunaan material kedap air seperti beton, aspal, keramik, dan perkerasan lainnya pada halaman rumah, bahu jalan, trotoar, dan ruang terbuka, sehingga air hujan sulit meresap ke dalam tanah.
4. Sistem drainase yang ada belum berfungsi secara optimal dalam menyalurkan dan mengelola limpasan air hujan, sehingga menyebabkan genangan pada beberapa titik di RT 15/RW 06 Kelurahan Oesapa.
5. Drainase konvensional yang berorientasi pada pembuangan air belum mampu mendukung konservasi air tanah karena air hujan langsung dialirkan ke saluran pembuangan tanpa proses peresapan yang memadai.
6. Rendahnya kesadaran masyarakat dalam menjaga kebersihan lingkungan menyebabkan sampah menyumbat saluran drainase dan memperparah genangan.
7. Berkurangnya vegetasi dan pohon penyerap air menyebabkan kemampuan lingkungan dalam menahan dan meresapkan air hujan semakin menurun.
8. Padatnya permukiman masyarakat menyebabkan terbatasnya ruang terbuka yang dapat dimanfaatkan sebagai area resapan air hujan.
9. Karakteristik Kota Kupang sebagai daerah semi-arid menyebabkan ketersediaan air tanah menjadi penting, terutama pada musim kemarau yang panjang.
10. Belum optimalnya penerapan teknologi drainase berwawasan lingkungan, seperti sumur resapan air hujan, sebagai upaya penanggulangan genangan sekaligus peningkatan cadangan air tanah.

C. Batasan Masalah

Setelah mencermati permsalahan yang teridentifikasi di atas, tampaknya cukup luas dan kompleks, dengan pertimbangan waktu, biaya dan kemampuan peneliti, masalah penelitian di batasi hanya pada:

1. Kondisi eksiting di RT 15/RW 06, Kelurahan Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima yang kompleks dan tidak tidak berfungsi dengan baik.
2. Besarnya debit air limpasan di permukaan wilayah RT 15/RW 06, Kelurahan Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima
3. Berkurangnya daerah resapan air akibat perubahan tata guna lahan dari lahan terbuka hijau menjadi kawasan permukiman, perkantoran, fasilitas umum, dan infrastruktur perkotaan

D. Rumusan Masalah

Permasalahan yang telah di batasi di atas, dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimanakah kondisi eksiting di RT 15/RW 06, Kelurahan Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima kota Kupang?
2. Berapa besar debit air limpasan pada permukaan di RT 15/RW 06, Kelurahan Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima kota Kupang?
3. Bagaimana model dan kapasitas bangunan penyerapan air yang dapat menghilangkan genangan air dan menambah volume air tanah di RT 15/RW 06, Kelurahan Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui kondisi eksiting di RT 15/RW 06, Kelurahan Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima kota Kupang.
2. Untuk menganalisis besar debit air limpasan pada permukaan RT 15/RW 06, Kelurahan Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima kota Kupang.
3. Untuk merancang model dan kapasitas bangunan peresapan air diRT 15/RW 06, Kelurahan Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima.

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoretis

Secara akademik hasil penelitian dapat mengembangkan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) bidang ilmu Teknik Lingkungan dan Penyehatan di Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan FKIP Undana, dan sebagai bahan rujukan bagi peneliti lain dengan variable sejenis.

2. Manfaat Praktis

a. Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan derajat kesehatan masyarakat, terhindar dari penyakit, dan dapat melakukan aktivitas dengan lancar, aman, dan nayaman.

b. Pengguna Jalan

Hasil penelitian ini diharapkan dapat membawa dampak baik pada pengguna jalan yakni pengguna jalan saat melakukan perjalanan pada wilayah ini tidak lagi terganggu oleh genangan pada permukaan jalan dan dapat berkendara dengan selamat, aman dan nyaman.

c. Pemerintah

Hasil penelitian ini menjadi bahan informasi bagi pemerintah dalam rangka membuat kebijakan dan penganggaran untuk penanggulangan genangan air dan peningkatan volume cadangan air tanah melalui kebijakan pembangunan sumur resapan air hujan, agar dapat dinikmati sepenuhnya bagi kesejahteraan masyarakat sekitar Oesapa khususnya dan menjadi *pilot project* kota Kupang.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

A. Kerangka Konseptual

1. Kondisi Eksisting

Kondisi eksisting merupakan gambaran keadaan atau aktual suatu wilayah, system, atau lingkungan pada saat sebelum dilakukannya intervensi, pembangunan, atau perencanaan baru. Analisis terhadap kondisi eksisting diperlukan untuk memperoleh pemahaman yang objektif mengenai berbagai aspek yang sedang berlangsung, sehingga perencanaan dapat disusun berdasarkan data dan fakta yang falid.

Menurut Raweyai dkk (2024), kondisi eksisting adalah keadaan nyata fasilitas dan prasarana yang sedang digunakan saat ini, yang mencerminkan aspek fisik, fungsional, dan teknis sebelum dilakukan perencanaan atau interfensi pembangunan: sementaraitu, Syahiral dan Khairunnisa (2023) menambahkan bahwa kondisi eksisting juga mencakup fungsi dan penggunaan lahan yang sedang berlangsung sebagai dasar evaluasi kesesuaian terhadap tata ruang.

Menurut Dewi (2021), Kondisi eksisting lingkungan perkotaan merupakan gambaran umum keadaan lingkungan perkotaan pada saat sekarang. Ini mencakup berbagai aspek, dan detailnya akan sangat bervariasi tergantung kota yang dibicarakan. Secara umum, kondisi eksisting lingkungan perkotaan meliputi:

a. Fisik dan Sosial
    1) Tata Ruang dan Infrastruktur: Ini mencakup kepadatan bangunan, pola penggunaan lahan (permukiman, komersial, industri), ketersediaan dan kualitas infrastruktur (jalan, transportasi umum, drainase, air bersih, listrik), serta aksesibilitas antar wilayah. Apakah tata ruang sudah terencana dengan baik atau cenderung acak? Apakah infrastruktur memadai untuk menampung jumlah penduduk dan aktivitas ekonomi?
    2) Kualitas Udara: Tingkat polusi udara, sumber pencemaran (kendaraan bermotor, industri), dan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat. Apakah kualitas udara sudah memenuhi standar baku mutu?

3) Kualitas Air: Kualitas air sungai, danau, atau badan air lainnya di perkotaan, serta sumber pencemaran dan dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan.
4) Kualitas Tanah: Kondisi tanah, tingkat pencemaran, dan kemampuannya untuk menyerap air hujan.
5) Kebersihan dan Keindahan: Tingkat kebersihan lingkungan, pengelolaan sampah, dan estetika perkotaan. Apakah terdapat banyak sampah berserakan? Apakah kota terlihat bersih dan terawat? Apakahadaruangterbukahijau yang cukup?
6) Ketahanan Bencana: Kerentanan terhadap bencana alam (banjir, gempa bumi, kebakaran) dan kesiapan infrastruktur dan masyarakat dalam menghadapi bencana.

b. Sosial dan Ekonomi:
1) Kepadatan Penduduk: Jumlah penduduk dan kepadatannya di berbagai wilayah kota. Apakah kepadatan penduduk sudah melebihi kapasitas daya dukung lingkungan?
2) Kemiskinan dan Ketimpangan: Tingkat kemiskinan dan ketimpangan sosial ekonomi di perkotaan.
3) Kesehatan Masyarakat: Tingkat kesehatan masyarakat, akses terhadap layanan kesehatan, dan penyebaran penyakit.
4) Pendidikan: Akses terhadap pendidikan dan kualitas pendidikan di perkotaan.
5) Lapangan Kerja: Ketersediaan lapangan kerja dan tingkat pengangguran.
6) Aktivitas Ekonomi: Jenis dan skala aktivitas ekonomi di perkotaan.

c. Infrastruktur

Menilai ketersediaan dan kualitas infrastruktur dasar:

1) Jaringan Jalan dan Transportasi

Jenis dan kondisi jalan, kepadatan lalu lintas, ketersediaan angkutan umum.

2) Drainase dan Pengendalian Banjir

Kondisi dan cakupan sistem drainase, daerah rawan genangan.

3) Air Bersih dan Sanitasi

Cakupan layanan air minum, sistem pembuangan limbah cair dan padat.

4) Listrik dan Telekomunikasi

Persentase penduduk yang memiliki akses listrik dan jaringan komunikasi.

d. Aspek Tata Guna Lahan

1) Pola Pemanfaatan Lahan

Persentase lahan untuk permukiman, perdagangan, industri, ruang hijau, dan fasilitas umum.

2) Perubahan Lahan

Laju perubahan dari lahan terbuka menjadi terbangun (urban sprawl).

3) Kesesuaian Fungsi Lahan

Apakah pemanfaatan lahan sesuai dengan rencana tata ruang yang berlaku.

e. Kondisi Eksisting Lingkungan Perkotaan di Oesapa

Di wilayah Kelurahan Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima, Kota Kupang, sering terjadi genangan serta banjir lokal di sepanjang Jalan Jati rosa, terutama pada saat hujan lebat. Kondisi ini disebabkan oleh sistem drainase yang buruk, tidak terkoneksi dengan baik, dan sering tersumbat oleh sampah serta batang kayu, sehingga saluran tidak mampu menampung limpasan air sehingga meluap hingga ke jalan dan perumahan warga. Studi teknis berbasis konservasi terhadap sistem drainase Oesapa–Lasiana menggunakan pemodelan *Storm Water Management Model* (SWMM) menunjukkan bahwa drainase eksisting tidak mampu menampung hujan dengan kala ulang 5 tahun, mengakibatkan banjir di 18 titik sepanjang jaringan. Simulasi merekomendasikan penerapan kombinasi alternatif konservasi, yaitu kolam retensi berukuran besar**,** sumur resapan berdiameter 1 m dan kedalaman 3 m**,** serta pelebaran saluran drainase pemasangan 587 unitsepanjang 706 m dengan dimensi 1,60 m × 0,80 m untuk menekan volume genangan secara signifikan.

Dalam konteks Kota Kupang, penerapan sumur resapan dan kolam retensi merupakan strategi konservasi mitigasi banjir dan peningkatan *recharge* air tanah. Meski program pembangunan empat titik sumur resapan diprakarsai Pemkot Kupang sebagai langkah awal, cakupan dan jumlahnya masih sangat terbatas dibandingkan rekomendasi simulasi teknis. Oleh karena itu, pendekatan sistemik

yang mengintegrasikan peningkatan kapasitas drainase, pengembangan kolam retensi, serta skala luas pemasangan sumur resapan sangat diperlukan untuk mereduksi risiko banjir dan memperbaiki kualitas serta kuantitas air tanah di Oesapa.

2. Debit Air Limpasan

Debit air limpasan adalah volume aliran air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah persatuan waktu karena tidak dapat diserap sepenuhnya oleh tanah. Debit ini merupakan salah satu komponen penting dalam siklus hidrologi, terutama dalam konteks pengelolaan air hujan, konservasi air tanah, dan pengendalian banjir (Subagyo, 2007).

Menurut Arsyad (2010), limpasan permukaan terjadi ketika intensitas hujan melebihi kapasitas infiltrasi tanah, terutama pada lahan yang telah mengalami perubahan tutupan lahan dari vegetatif menjadi kedap air (impervious), seperti aspal, beton, dan atap bangunan. Hal ini menyebabkan air hujan yang seharusnya meresap ke dalam tanah justru menjadi aliran permukaan.

Limpasan dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti: (1) jenis tanah dan struktur tanah. Tanah liat yang padat akan menghasilkan limpasan lebih besar dibanding tanah berpasir; (2) kondisi tutupan lahan. Area yang ditutupi bangunan atau permukaan keras akan menghasilkan koefisien limpasan tinggi (C = 0,7-0,95) dibandingkan dengan lahan vegetatif (C=0,1-0,4) (Triatmodjo, 2008); (3) kemiringan lahan. Semakin curam, semakin maka besar potensi aliran permukaan; (4) curah hujan dan durasinya: hujan deras dalam waktu singkat lebih memicu limpasan dari pada hujan ringan berdurasi panjang.

Di daerah semi-arid, meskipun curah hujan tahunan rendah, limpasan bisa sangat tinggi karena: (1) curah hujan cenderung jatuh dalam bentuk hujan sesaat yang (intens); (2) tanah yang keras, kering, dan kurang organik membuat kemampuan infiltrasi rendah (Purnomo, 2012); dan (3) vegetasi jarang atau tidak ada, mempercepat aliran air di permukaan.

Menurut Ward dan Trimble (2004), limpasan yang tidak dikelola dapat mengakibatkan kerusakan lingkungan seperti erosi tanah, sedimentasi badan air,

genangan, dan banjir. Oleh karena itu, pemahaman dan pengendalian debit limpasan menjadi penting dalam perencanaan tata air wilayah.

a. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Debit Air Limpasan di Permukaan Jalan

Air limpasan (*runoff)* di jalan raya merupakan salah satu sumber utama genangan dan kerusakan infrastruktur jalan, terutama saat hujan deras. Debit air limpasan pada permukaan jalan dipengaruhi oleh kombinasi faktor alamiah dan teknis sebagai berikut:

1) Curah Hujan (Intensitas dan Durasi): (1) semakin tinggi intensitas cahaya hujan, maka semakin besar volume limpasan yang berbentuk; dan (2) durasi hujan pendek namun intens (hujan deras sesaat) menghasilkan limpasanlebih tinggi dibanding hujan ringan yang berlangsung lama (Arsyad, 2010).
2) Kemiringan Jalan: (1) jalan dengan kemiringan lebih curam aka mempercepat laju aliran permukaan dan (2) semakin curam permukaan, semakin sedikit air yang sempat meresap menuju limpasan (Ward & Trimble, 2004).
3) Jenis Permukaan Jalan: (1) aspal dan beton adalah permukaan kedap air (impervious) hampir tidak ada infiltasi, semua air menjadi limpasaan; dan (2) permukaan yang rusak (retak, berlubang) bisa meningkatkan volume genangan (Suripin, 2004).
4) Kondisi Sistem Drainase Jalan: (1) jalan dengan saluran drainase tidak optimal (tersumbat, kecil, rusak) akan menyebabkan air tergenang dan menaikkan debit limpasan secara lokal; dan (2) drainase permukaan seperti selokan, *gutter, inlet box* sangat mempengaruhi kecepatan pembuangan limpasan Direktorat Bina Teknik Jalan (PUPR, 2015).
5) Luas Area Tangkapan (*Catchment Area*). Semakin besar area jalan dan sekitarnya yang mengarahkan air ke satu titik, maka semakin besar pula debit limpasan di area itu (Subagyo, 2007).
6) Keadaan Sekitar Jalan (Vegetasi & Bangunan) (1) jalan yang diapit oleh bangunan tanpa ruang terbuka hijau (ROH), tidak ada peresapan, semua air menuju; dan (2) pohon atau vegetasi di sisi jalan bisa membantu mengurangi volume limpasan melalui proses intersepsi dan infiltrasi (Arsyad, 2010).

7) Jenis & Struktur Lapisan Jalan: (1) material jalan (*hotmix, paving block,* beton) memengaruhi kemampuan air untuk mengalir atau meresap; (2) jalan *paving block* dengan celah terbuka memiliki kemampuan air resapan lebih baik dibanding jalan aspal. Purnomo (2012); (2) keberadaan sumur resapan atau drainase infiltratif; dan (3) adanya sumur resapan ditepi jalan atau saluran resapan dapat secara signifikan debit limpasan, terutama saat hujan singkat dengan intensitas tinggi.

3. Analisis Hidrologi

Analisis hidrologi merupakan salah satu tahapan penting dalam perencanaan bangunan konservasi air, drainase, dan pengendalian banjir. Menurut Soemarto (1987), analisis hidrologi adalah kajian yang mempelajari karakteristik curah hujan, aliran permukaan, infiltrasi, dan berbagai proses yang terjadi dalam siklus hidrologi untuk memperoleh informasi yang diperlukan dalam perencanaan teknik sumber daya air. Dalam penelitian ini, analisis hidrologi dilakukan untuk mengetahui besarnya curah hujan rencana, intensitas hujan, debit limpasan, serta kapasitas sumur resapan yang diperlukan untuk mengurangi genangan air di wilayah penelitian.

1) Curah Hujan Maksimum Tahunan

Curah hujan maksimum tahunan merupakan data curah hujan harian tertinggi yang terjadi setiap tahun selama periode pengamatan. Data ini digunakan sebagai dasar dalam analisis frekuensi hidrologi untuk memperoleh curah hujan rencana pada kala ulang tertentu. Menurut Sri Harto (1993), penggunaan data curah hujan maksimum tahunan bertujuan untuk memprediksi kemungkinan terjadinya hujan ekstrem di masa mendatang berdasarkan kejadian hujan yang pernah terjadi sebelumnya. Semakin panjang data pengamatan yang tersedia, maka tingkat ketelitian hasil analisis akan semakin baik.

2) Curah Hujan Rata-Rata

Setelah data curah hujan maksimum tahunan terkumpul, langkah berikutnya adalah menghitung nilai rata-rata curah hujan. Nilai rata-rata digunakan sebagai parameter dasar dalam analisis statistik hidrologi. Menurut Soewarno (1995), rata-rata hitung (mean) merupakan ukuran pemusatan data yang diperoleh dengan

membagi jumlah seluruh data dengan banyaknya data pengamatan. Nilai rata-rata curah hujan dihitung menggunakan persamaan:

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

Di mana $\bar{X}$ adalah curah hujan rata-rata (mm), X_i adalah data curah hujan ke-i, dan n adalah jumlah data pengamatan.

3) Standar Deviasi

Standar deviasi merupakan parameter statistik yang digunakan untuk mengetahui tingkat penyebaran data terhadap nilai rata-ratanya. Dalam analisis hidrologi, standar deviasi digunakan untuk mengetahui variasi data curah hujan yang terjadi selama periode pengamatan. Menurut Soewarno (1995), semakin besar nilai standar deviasi maka semakin besar pula penyimpangan data terhadap nilai rata-ratanya. Standar deviasi dihitung dengan persamaan:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n-1}}$$

di mana Sadalah standar deviasi, X_i adalah data curah hujan ke-i, $\bar{X}$ adalah curah hujan rata-rata, dan n adalah jumlah data pengamatan.

4) Analisis Frekuensi Distribusi Gumbel

Analisis frekuensi merupakan metode statistik yang digunakan untuk memperkirakan besarnya curah hujan yang mungkin terjadi pada periode ulang tertentu. Salah satu metode yang sering digunakan dalam analisis hidrologi adalah Distribusi Gumbel. Menurut Gumbel (1958), distribusi ini dikembangkan untuk menganalisis data ekstrem seperti curah hujan maksimum dan debit banjir maksimum. Distribusi Gumbel mampu memberikan estimasi yang cukup baik terhadap kejadian hidrologi yang memiliki peluang terjadinya relatif kecil tetapi memiliki dampak yang besar.

Curah hujan rencana dengan metode Gumbel dihitung menggunakan persamaan:

$$X_T = \bar{X} + \frac{S}{S_n}(Y_T - Y_n)$$

di mana X_T adalah curah hujan rencana (mm), $\bar{X}$ adalah curah hujan rata-rata, S adalah standar deviasi, Y_T adalah reduced variate, Y_n adalah reduced mean, dan S_n adalah reduced standard deviation.

Nilai reduced variate (Y_T) dihitung menggunakan persamaan:

$$Y_T = -\ln\left[-\ln\left(\frac{T-1}{T}\right)\right]$$

dengan T adalah kala ulang (tahun). Sedangkan nilai Y_n dan S_n diperoleh dari tabel reduksi rata-rata dan reduksi standar deviasi Gumbel berdasarkan jumlah data pengamatan yang digunakan. Menurut Soewarno (1995), penggunaan tabel reduksi tersebut bertujuan untuk meningkatkan ketelitian hasil analisis frekuensi terutama pada jumlah data yang relatif sedikit.

5) Intensitas Curah Hujan

Intensitas hujan merupakan besarnya curah hujan yang terjadi dalam satu satuan waktu tertentu dan dinyatakan dalam mm/jam. Intensitas hujan sangat diperlukan dalam perhitungan debit limpasan karena menunjukkan tingkat kecepatan hujan yang jatuh ke permukaan bumi. Menurut Suripin (2004), pada umumnya data yang tersedia di Indonesia berupa data curah hujan harian maksimum sehingga untuk memperoleh intensitas hujan digunakan persamaan Mononobe.

Persamaan Mononobe dinyatakan sebagai berikut:

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

di mana I adalah intensitas hujan (mm/jam), R_{24} adalah curah hujan maksimum selama 24 jam (mm), dan t adalah durasi hujan atau waktu konsentrasi (jam). Menurut Suripin (2004), persamaan ini banyak digunakan dalam

perencanaan drainase dan pengendalian banjir di Indonesia karena dianggap sesuai dengan karakteristik data hujan yang tersedia.

6) Debit Limpasan

Debit limpasan merupakan volume air hujan yang mengalir di atas permukaan tanah dalam satu satuan waktu akibat tidak seluruh air hujan dapat meresap ke dalam tanah. Menurut Triatmodjo (2008), limpasan permukaan dipengaruhi oleh intensitas hujan, kemiringan lahan, jenis tanah, kondisi penutup lahan, dan sistem drainase yang tersedia. Pada daerah perkotaan yang sebagian besar permukaannya telah tertutup bangunan dan perkerasan, nilai limpasan umumnya lebih besar dibandingkan daerah yang masih memiliki banyak ruang terbuka hijau.

Perhitungan debit limpasan pada penelitian ini menggunakan Metode Rasional yang dirumuskan sebagai berikut:

$$Q = 0{,}278CIA$$

Di mana Q adalah debit limpasan (m³/detik), C adalah koefisien limpasan, I adalah intensitas hujan (mm/jam), dan A adalah luas daerah tangkapan hujan (km²). Menurut Triatmodjo (2008), Metode Rasional sangat sesuai digunakan untuk daerah tangkapan yang relatif kecil seperti kawasan permukiman dan lingkungan perkotaan.

7) Andil Banjir (Vab)

Volume andil banjir merupakan volume air hujan yang berasal dari permukaan atap bangunan dan berpotensi menjadi limpasan permukaan. Menurut SNI 03-2453-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan untuk Lahan Pekarangan, volume andil banjir digunakan sebagai dasar dalam menentukan kapasitas sumur resapan yang akan dibangun. Besarnya volume andil banjir dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$Vab = 0{,}855 \times C \times A \times R$$

di mana $V\ ab$ adalah volume andil banjir (m³), C adalah koefisien limpasan, A adalah luas atap bangunan (m²), dan R adalah curah hujan rencana (m).

8) Perencanaan Sumur Resapan

Sumur resapan merupakan bangunan konservasi air yang berfungsi menampung dan meresapkan air hujan ke dalam tanah sehingga dapat mengurangi limpasan permukaan dan meningkatkan cadangan air tanah. Menurut SNI 03-2453-2002, dimensi sumur resapan harus direncanakan berdasarkan volume limpasan yang akan ditampung, kondisi tanah, dan ketersediaan lahan.

Untuk sumur berbentuk silinder, volume sumur dihitung menggunakan persamaan:

$$V = \pi r^2 h$$

Di mana V adalah volume sumur (m^3), r adalah jari-jari sumur (m), dan h adalah kedalaman sumur (m). Selanjutnya jumlah sumur yang dibutuhkan dapat dihitung dengan membagi total volume limpasan dengan volume satu sumur resapan yang direncanakan. Dengan demikian, perencanaan sumur resapan dapat dilakukan secara efektif untuk mengurangi genangan air sekaligus meningkatkan pengisian kembali air tanah di wilayah penelitian.

4. Model Sumur Resapan

Menurut Permen PUPR No. 12 Tahun 2014**,** sumur resapan adalah bangunan teknik berbentuk sumur tegak yang berfungsi menampung air hujan untuk kemudian meresap ke dalam tanah. Sumur ini bekerja dengan prinsip mengalirkan air hujan dari permukaan ke bawah permukaan tanah sehingga air dapat diserap secara perlahan oleh lapisan tanah.

a. Fungsi Sumur Resapan

Sumur resapan tidak hanya berfungsi sebagai penampung sementara air hujan, tetapi juga sebagai elemen penting dalam pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. Menurut Suripin (2004), sumur resapan berperan strategis dalam menurunkan limpasan permukaan dan meningkatkan potensi infiltrasi ke dalam tanah, yang sangat penting bagi konservasi air tanah dan pengendalian banjir lokal. Berikut adalah fungsi utama sumur resapan yang didukung oleh berbagai literatur ilmiah dan pendapat ahli: (1) mengurangi limpasan permukaan (*Runoff Reduction*). Sumur resapan secara langsung mengurangi volme air hujan air hujan yang mengalir di atas permukaan kedap air, seperti aspal dan beton. Dengan demikian,

jumlah air yang masuk ke sistem drainase kota menjadi lebih kecil, yang berdampak pada berkurangnya risiko genangan air dan banjir. Sumur resapan secara langsung mengurangi volume air hujan yang mengalir di atas permukaan kedap air, seperti aspal dan beton. Dengan demikian, jumlah air yang masuk ke sistem drainase kota menjadi lebih kecil, yang berdampak pada berkurangnya risiko genangan dan banjir. Menurut Arsyad (2010), limpasan permukaan akan meningkat jika kemampuan tanah untuk menyerap air menurun. Oleh karena itu, sumur resapan sangat efektif dalam menurunkan koefisien limpasan, terutama di daerah urban. Purnomo (2012), penerapan sumur resapan di lingkungan permukiman dapat menurunkan limpasan permukaan hingga 40%, tergantung dari jenis tanah dan model sumur yang digunakan; (2) menambah debit dan muka air tanah (*Groundwater Recharge).* Air hujan yang masuk ke dalam sumur resapan akan meresap ke dalam lapisan tanah dan mengisi kembali akuifer dangkal. Proses ini disebut *recharge* atau pengisian ulang air tanah. Fungsi ini sangat penting di daerah yang mengalami penurunan muka air tanah atau krisis air bersih. Menurut Ward & Trimble (2004), salah satu metode paling efektif untuk meningkatkan *recharge* air tanah di kawasan urban adalah dengan menangkap air hujan langsung di titik jatuhnya melalui sumur resapan. Suripin (2004), menambahkan pembangunan sumur resapan secara terstruktur dapat meningkatkan volume air tanah sebesar 20–50% dari total curah hujan yang jatuh, tergantung kondisi geologis wilayah; (3) mengurangi risiko genangan dan banjir lokal. Dengan mengalirkan air hujan langsung ke dalam tanah, sumur resapan mencegah akumulasi air di permukaan yang bisa menyebabkan genangan, terutama di daerah dataran rendah atau cekungan. Triatmodjo (2008), sistem resapan yang dirancang dengan baik akan mengurangi durasi dan tinggi genangan hingga di bawah ambang kritis, khususnya saat kejadian hujan ekstrem. Dalam studi Bappenas (2020), disebutkan bahwa penerapan 1.000 unit sumur resapan di Jakarta Timur berhasil menurunkan intensitas genangan sebesar 30% dalam 1 musim hujan; (4) meningkatkan kualitas air tanah. Air hujan yang meresap melalui media tanah akan mengalami proses filtrasi alami, sehingga kualitas air tanah yang terbentuk umumnya lebih baik. Tanah berpasir dan berhumus mampu menyaring partikel padat tersuspensi dan

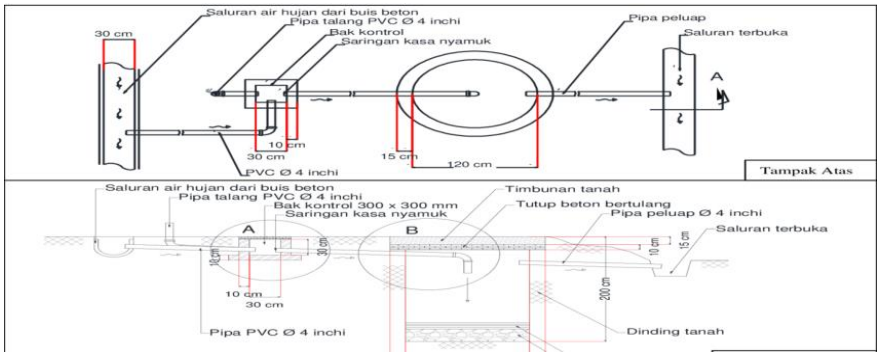
sebagian kontaminan. Menurut Dikin & Sumaryono (2011), infiltrasi air melalui sumur resapan yang dilengkapi media saringan (kerikil dan pasir) terbukti menurunkan kadar TSS, BOD, dan logam berat pada air yang akhirnya masuk ke akuifer dangkal; (5) menyokong infrastruktur drainase dan sistem tata air. Sumur resapan adalah bentuk infrastruktur hijau (*green infrastructure*) yang mendukung infrastruktur abu-abu (saluran drainase). Dengan sumur resapan, beban sistem drainase menjadi lebih ringan, dan kebutuhan pembangunan saluran besar bisa ditekan. Bappenas (2020), penggunaan sumur resapan dalam sistem tata air kota dapat menurunkan kebutuhan dimensi saluran drainase utama hingga 25%, dan mendorong efisiensi biaya pembangunan sistem air perkotaan; dan (6) mendukung ketahanan air dan lingkungan. Dalam jangka panjang, sumur resapan berperan dalam ketahanan air lokal dan pelestarian lingkungan. Hal ini selaras dengan prinsip pembangunan berkelanjutan yang mengintegrasikan konservasi sumber daya alam ke dalam sistem perkotaan. Pengelolaan air hujan berbasis alam, seperti sumur resapan dan taman hujan, terbukti meningkatkan ketahanan masyarakat terhadap perubahan iklim dan krisis air (UNESCO, 2018).

b. Model dan Desain Sumur Resapan

Sumur resapan merupakan salah satu bentuk teknologi konservasi air yang dirancang untuk meningkatkan kemampuan lahan menyerap air hujan dan menurunkan potensi genangan. Model dan desain sumur resapan sangat bergantung pada kondisi hidrologis dan fisik wilayah, seperti curah hujan, jenis tanah, kedalaman muka air tanah, serta luas daerah tangkapan.

Menurut Suripin (2004), desain sumur resapan harus memenuhi prinsip-prinsip hidrologi, efisiensi ruang, serta keberlanjutan teknis agar bisa berfungsi optimal dalam menanggulangi limpasan dan meningkatkan cadangan air tanah.

1) Model Sederhana (Konvensional)



Gambar 2.1. model konvensional

Sumur resapan adalah salah satu teknologi konservasi air yang dirancang untuk menampung dan meresapkan air hujan ke dalam tanah. Berdasarkan gambar teknis yang disediakan, sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama, yaitu talang air hujan, bak kontrol, pipa saluran, sumur resapan, dan pipa pelepas (peluap). Air hujan dari atap bangunan dialirkan melalui talang yang terbuat dari pipa PVC berdiameter 4 inci menuju bak kontrol berukuran 30 × 30 cm. Di dalam bak kontrol ini terdapat saringan kasa nyamuk yang berfungsi untuk menyaring kotoran dan mencegah serangga masuk ke dalam sistem. Dari bak kontrol, air dialirkan melalui pipa horizontal PVC menuju sumur resapan yang terletak sekitar 120–150 cm dari titik awal.

Sumur resapan berbentuk silinder vertikal dengan diameter 120 cm dan kedalaman 200 cm. Bagian dinding sumur biasanya menggunakan buis beton berlubang atau pasangan batu, sedangkan dasar sumur dibiarkan terbuka agar air dapat meresap langsung ke dalam tanah. Bagian atas sumur ditutup menggunakan pelat beton bertulang agar aman dan kuat menahan beban dari atas permukaan tanah. Selain itu, sistem ini juga dilengkapi dengan pipa pelepas (*overflow*) berdiameter 4 inci yang dipasang sekitar 15 cm dari permukaan tanah. Pipa ini berfungsi sebagai saluran darurat apabila kapasitas sumur penuh, dengan mengalirkan kelebihan air menuju saluran terbuka di sekitarnya.

Dari sisi teknis, sistem ini dirancang dengan perhitungan jarak dan kedalaman yang efisien untuk memaksimalkan proses infiltrasi air ke dalam tanah sekaligus mencegah genangan dan banjir lokal. Pipa-pipa dan komponen lainnya

dipasang pada kedalaman antara 10–30 cm di bawah permukaan tanah untuk memastikan aliran gravitasi berjalan optimal. Sumur resapan ini ideal diterapkan di wilayah perumahan, perkantoran, maupun fasilitas umum yang memiliki permukaan kedap air seperti jalan atau halaman beton. Dengan adanya sistem ini, air hujan yang seharusnya menjadi limpasan dapat dimanfaatkan untuk menambah cadangan air tanah sekaligus mengurangi beban sistem drainase kota.

Gambar dan sistem yang dijelaskan mengacu pada standar nasional dan regulasi resmi, seperti SNI 03-2453-2002 tentang tata cara perencanaan sumur resapan, serta Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 Tahun 2009 mengenai pemanfaatan air hujan dan sumur resapan. Selain itu, panduan teknis dari Direktorat Jenderal Sumber Daya Air, Kementerian PUPR juga dijadikan acuan dalam penerapan sistem ini di berbagai kawasan. Dengan penerapan sumur resapan yang tepat dan terstandarisasi, upaya konservasi air dan pengendalian banjir dapat berjalan lebih efektif dan berkelanjutan.

2) Model Modular (*Modern Urban System*)



Gambar 2.2. Model Modular

Sumur resapan modular adalah sebuah sistem yang dirancang untuk menampung dan meresapkan air hujan langsung kedalam tanah, dengan tujuan utama mengurangi limpasan permukaan dan meningkatkan cadangan air tanah. Berbeda dengan sumur resapan konvensional yang biasanya dibangundari batu kali dan semen, sumur resapan modular menggunakan modul berbahan plastik berkekuatan tinggi seperti *High-Density Polyethylene* **(**HDPE) yang memiliki struktur berongga. Modul-modul ini disusun secara modular di bawah tanah dan dilapisi oleh geotekstil non-woven untuk menyaring partikel halus agar tidak menyumbat sistem. Air hujan dialirkan ke dalam modul melalui saluran masuk dari

atap, jalan, atau area terbuka, lalu ditampung dan secara perlahan diserap ke tanah sekitarnya. Jika kapasitas modul sudah penuh, air akan mengalir melalui saluran *overflow* ke drainase lain. Sistem ini memiliki banyak keunggulan, seperti bobot ringan, kemudahan pemasangan, efisiensi ruang, kapasitas yang dapat ditingkatkan, serta umur pakai yang lebih lama dibanding sistem konvensional. Selain itu, sumur resapan modular berperan penting dalam mengurangi risiko banjir, memperbaiki kualitas air tanah, dan menjaga keseimbangan ekosistem di lingkungan urban. Sistem ini telah diatur dalam beberapa regulasi nasional, seperti SNI 03-2453-2002 tentang sumur resapan air hujan dan Permen PUPR No. 14/PRT/M/2010 tentang sistem drainase perkotaan. Penggunaan sumur resapan modular kini semakin luas diterapkan di kawasan perumahan, gedung komersial, fasilitas umum, hingga jalan perkotaan sebagai bagian dari strategi pembangunan berkelanjutan dan pengelolaan air hujan terpadu.

c. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Sumur Resapan

1) Jenis Tanah

Tanah dengan permeabilitas tinggi seperti pasir lebih efektif dalam menyerap air dibandingkan tanah liat yang memiliki daya serap rendah (Suripin, 2004). Oleh karena itu, efektivitas sumur resapan sangat tergantung pada karakteristik tanah setempat.

2) Curah Hujan dan Volume Air

Curah hujan yang tinggi berpengaruh terhadap volume air yang dapat masuk kedalam sumur resapan. Jika curah hujan tinggi tetapi sistem drainase buruk, maka sumur resapan bisa mengalami kelebihan kapasitas (Paimin, 2017).

3) Perawatan dan Pemeliharaan

Menurut Kusumawardhana et al. (2019), pemeliharaan rutin sangat penting dalam menjaga efektivitas sumur resapan. Penyumbatan akibat sedimentasi dan sampah dapat menurunkan daya serap, sehingga diperlukan pembersihan berkala.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa efektivitas sumur resapan di perkotaan cenderung menurun akibat urbanisasi yang menyebabkan penurunan daya serap tanah serta tingginya beban polutan dalam air hujan (Sagala et al., 2021).

Selain itu, banyak sumur resapan yang tidak berfungsi optimal karena kurangnya perawatan atau desain yang tidak sesuai dengan kondisi geologi setempat (Yulianto et al., 2020).

B. Penelitian Sejenis

Sebagai bahan perbandingan, dan menghindari kemungkinan adanya plagiasi dalam penelitian ini di sajikan hasil penelitian yang sejenis sebagai berikut:

Tabel 2.1 Penelitian yang Relevan

No	Nama	Judul	Hasil Penelitian
1	Asdak (2010)	Efektivitas Sumur Resapan dalam Konservasi Air Tanah dan Pengendalian Banjir di Wilayah Perkotaan	Hasil penelitian menunjukan bahwa bahwa sumur resapan memiliki peran penting dalam mengurangi limpasan air permukaan, yang dapat berkontribusi terhadap pengendalian banjir di perkotaan. Berdasarkan hasil uji coba di beberapa area perkotaan, sumur resapan mampu mengurangi aliran permukaan hingga 20-30% pada musim hujan.selain itu, sumur resapan berfungsi sebagai penyimpan air bawah tanah yang membantu mengurangi tekanan pada sumber air tanah, terutama di wilayah dengan penurunan muka air tanah. Asdak juga menemukan bahwa efektivitas sumur bergantung pada kondisi tanah, kapasitas sumur, dan pola curah hujan.
2	Siti (2015)	Efektivitas Sumur Resapan dalam Mengurangi Genangan di Perumahan Bukit Indah, Bekasi	Hasil penelitian menunjukan bahwa penerapan sumur resapan di area ini berhasil menurunkan tinggi genangan air hingga 50%. Efektivitasnya tercapai ketika sumur resapan ditempatkan pada lokasi-lokasi strategis yang rentan genangan dan pada area dengan kemampuan resapan tanah yang baik. Penelitian ini juga menggarisbawahi bahwa jumlah dan kedalaman sumur harus sesuai dengan volume air hujan agar sumur dapat berfungsi optimal.
3	Santoso (2017)	Pemanfaatan Sumur Resapan untuk Mengatasi Banjir dan Menambah Cadangan Air Tanah di Kawasan Urban Semarang	Hasil penelitian menunjukkan bahwa sumur resapan dapat mengurangi volume aliran air permukaan hingga 25% pada saat hujan deras. Sumur resapan terbukti meningkatkan kadar air tanah di sekitar sumur, yang berperan penting dalam menjaga keseimbangan hidrologis kawasan. Hasil penelitian juga menegaskan pentingnya ukuran sumur resapan yang memadai danjenis material yang sesuai agar sumur dapat menyerap air lebih cepat dan efektif.
4	Purwanto, (2019)	Pengaruh Sumur Resapan Terhadap Pengurangan Risiko Banjir di Kawasan Perumahan Citra Raya Tangerang	Dalam penelitian ini, penerapan sumur resapan di perumahan Citra Raya Tangerang berhasil mengurangi risiko genangan hingga 40%. Observasi lapangan menunjukkan bahwa penempatan sumur resapan di area yang lebih rendah dan dekat dengan saluran drainase membuatnya lebih efektif dalam menyerap air hujan yang terkumpul. Penelitian ini juga menemukan bahwa jenis tanah berpasir cenderung mempercepat penyerapan air ke dalam tanah, sehingga meningkatkan efektivitas sumur dalam menurunkan volume air permukaan.

C. Kerangka Berpikir

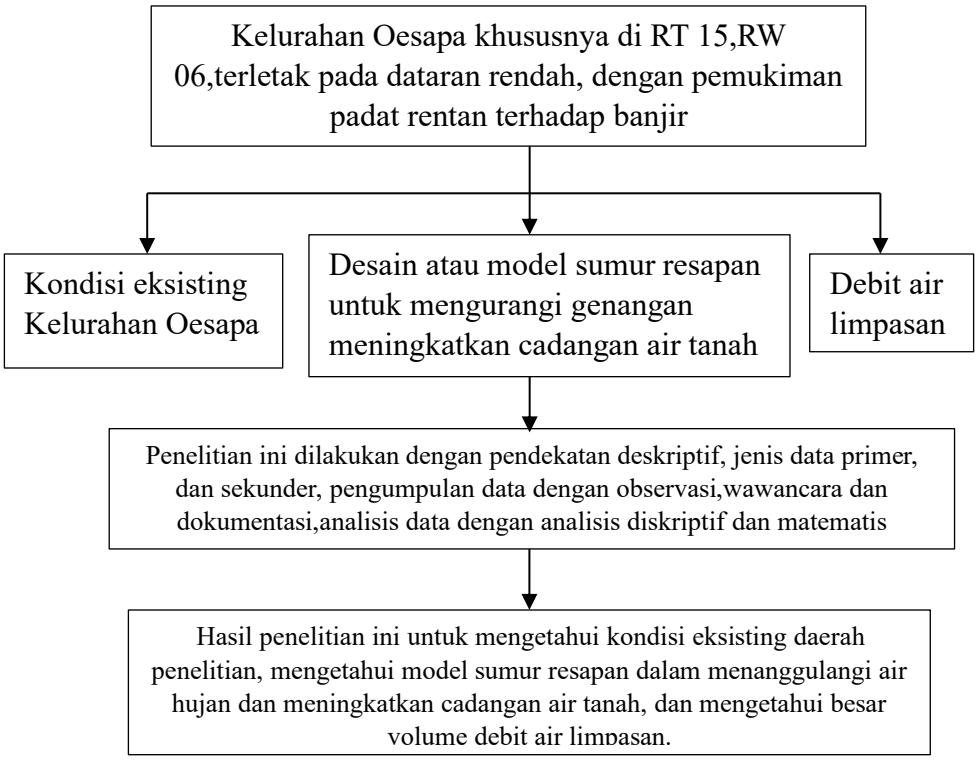
Kota Kupang dengan iklim semi-arid menghadapi tantangan pengelolaan air yang berbeda dari daerah beriklim lembab. Topografi berbukit dan tanah berkapur berdaya serap rendah memerlukan teknik pengelolaan air khusus, termasuk tata letak dan pemeliharaan sumur resapan. Pertumbuhan penduduk alih fungsi lahan mengurangi area hijau, yang menurunkan efektvitas sumur resapan

dalam menyerap air hujan. RT 15/RW 06, Kelurahan Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima berada di dataran rendah dan sering mengalami genangan saat hujan. Diduga, penyebab utama adalah tersumbatnya saluran drainase oleh sampah, rendahnya infiltrasi tanah berkapur, dan padatnya pemukiman, sehingga menggenang lebih lama, menimbulkan keresahan warga maupun pengguna jalan dan menghambat aktivitas warga sekitar.

Permasalahan ini mencerminkan ketidakefisienan sistem drainase dalam mengelola limpasan air hujan dan air limbah rumah tangga. Tanpa sistem pembuangan yang memadai sumur resapan tidak mampu menyerap air dengan optimal, terutama saat curah hujan tinggi. Oleh karena itu, perlu kajian dan solusi teknis yang tepat guna meningkatkan sistem resapan dan mencegah terjadinya banjir lokal di RT 15/RW 06 Kelurahan Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima.

Penelitian ini dilakukan dengan pendekatan diskriptif, untuk mengungkapkan berbagai permasalahan ini menggunakan data kuantitatif untuk mengukur efektivitas sumur resapan dalam mereduksi genangan dan meningkatkan cadangan air tanah, serta data kualitatif untuk menggambarkan kondisi Kelurahan dan faktor penghambat optimalisasi sumur resapan. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan, wawancara dengan warga dan pengelola, serta pengukuran tinggi muka air tanah sebelum dan sesudah hujan. Data sekunder mencakup dokumen teknis, peta topografi, serta data curah hujan dan geologi dari BMKG. Teknik pengumpulan data meliputi observasi, kuesioner, wawancara, serta pengukuran dan monitoring. Analisis data dilakukan dengan metode deskriptif statistik dan komparasi kondisi sebelum dan sesudah hujan untuk mengukur efektivitas sumur resapan.

Hasil yang hendak dicapai dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kondisi eksisting RT 15/ RW 06, Kelurahan Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima. Untuk mendesain atau merancang sumur resapan di RT 15/ RW 06, Kelurahan Oesapa, Kecamatan Kelapa Lima. Lebih lengkap paparan kerangka berpikir penelitian disajikan seperti bagian di bawah ini.



Gambar 2.3 Bagan Kerangka Berpikir Penelitian