

TUGAS AKHIR

**POTENSI SUMUR RESAPAN DALAM MENGURANGI *RUN OFF* PADA BANGUNAN HOTEL DAN APARTEMENT DI
KOTA SEMARANG**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan
Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh :

Tomy Aziz Nuswantoro Adi

Vinno Aqshal Rahmaddiansyah

NIM : 30201900207

NIM : 30201900211

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

POTENSI SUMUR RESAPAN DALAM MENGURANGI *RUN OFF* PADA
BANGUNAN HOTEL DAN APARTEMENT DI KOTA SEMARANG.



Tomy Aziz Nuswantoro Adi
NIM : 30201900207



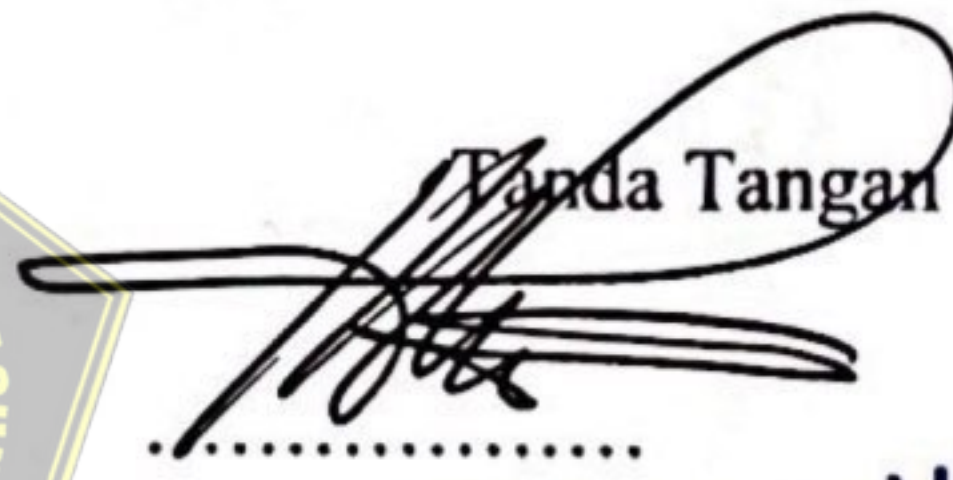
Vinno Aqshal Rahmaddiansyah
NIM : 30201900211

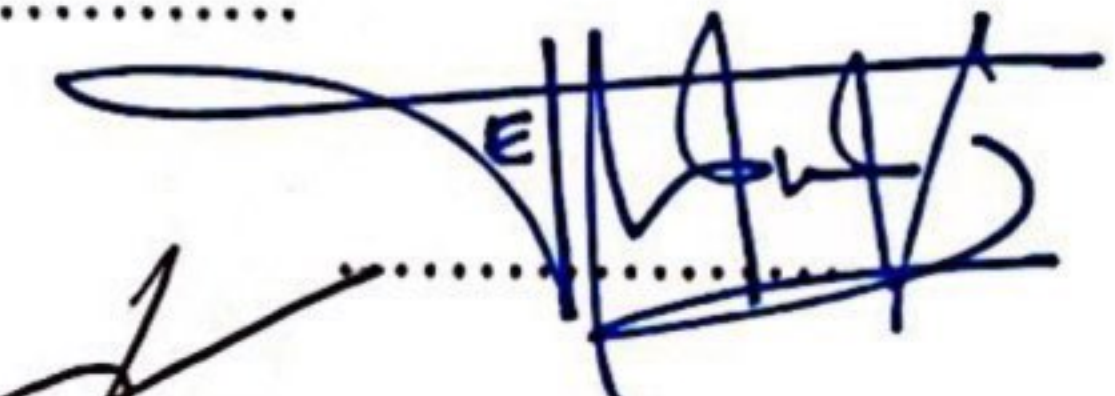
Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 1 Agustus 2023

Tim Penguji

1. **Benny Syahputra, ST., M.Si**
NIDN: 0607027203
2. **Eko Muliawan Satrio, ST., MT**
NIDN: 0610118101
3. **Ari Sentani, ST., M.Sc**
NIDN: 0604028502



Panda Tangan





Ketua Program Studi

Teknik Sipil Fakultas

Teknik

Universitas Islam Sultan Agung



Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

NIDN: 062505910

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

No: 56 / A.2 / SA – T / III / 2023

Pada hari ini tanggal 1 Agustus 2023 berdasarkan surat keputusan Dekan Fakultas Teknik, Universitas Islam Sultan Agung perihal penunjukan Dosen Pembimbing Utama dan Dosen Pembimbing Pendamping:

1. Nama : Benny Syahputra, ST.,M.Si
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Eko Muliawan Satrio, ST., MT
Jabatan Akademik : Asisten Ahli
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

Dengan ini menyatakan bahwa mahasiswa yang tersebut di bawah ini telah menyelesaikan bimbingan Tugas Akhir:

Tomy Aziz Nuswantoro Adi

Vinno Aqshal Rahmaddiansyah

NIM : 30201900207

NIM : 30201900211

Judul : Potensi Sumur Resapan Dalam Mengurangi *Run Off* Pada Bangunan

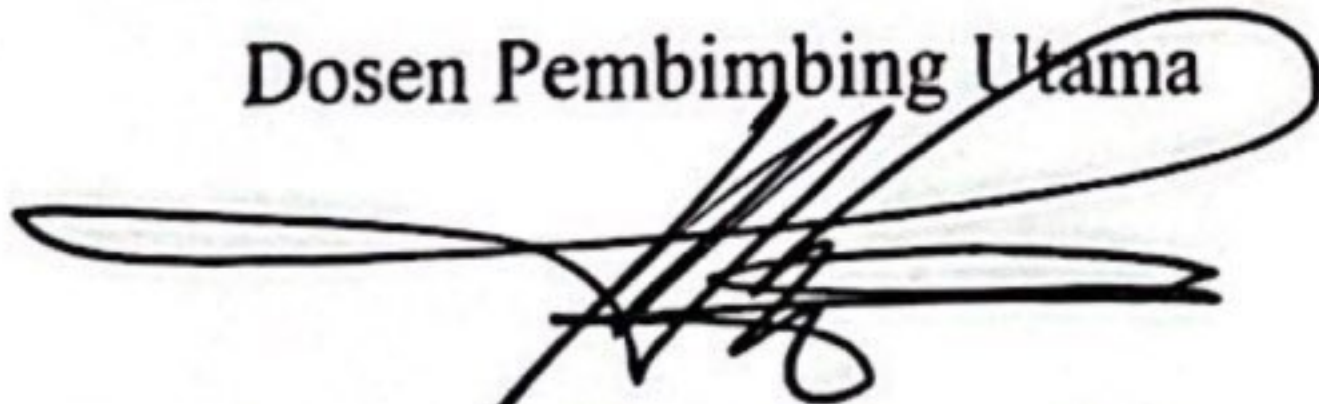
Hotel Dan Apartement Di Kota Semarang

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	20/03/2023	ACC
2	Seminar Proposal Pengumpulan	14/06/2023	
3	data	25/06/2023	
4	Analisis data	03/07/2023	
5	Penyusunan laporan	21/07/2023	ACC
6	Selesai laporan	02/08/2023	

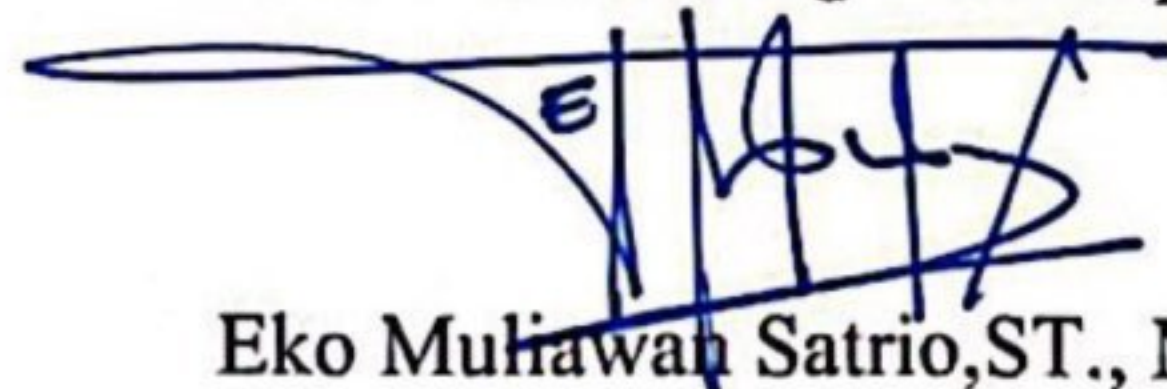
Demikian Berita Acara Bimbingan Tugas Akhir / Skripsi ini dibuat untuk diketahui dan dipergunakan seperlunya oleh pihak-pihak yang berkepentingan

Dosen Pembimbing Utama



Benny Syahputra, ST., M.Si

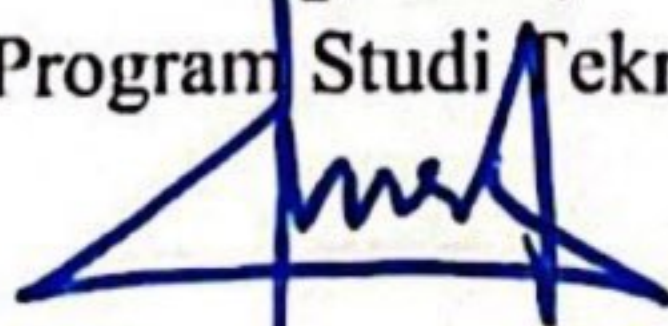
Dosen Pembimbing Pendamping



Eko Muliawan Satrio, ST., MT

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Kami yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : Tomy Aziz Nuswantoro Adi

NIM : 30201900207

NAMA : Vinno Aqshal Rahmaddiansyah

NIM : 30201900211

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

“POTENSI SUMUR RESAPAN DALAM MENGURANGI *RUN OFF* PADA BANGUNAN HOTEL DAN APARTEMENT DI KOTA SEMARANG”

benar bebas dari plagiat, dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka kami bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini kami buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



Semarang, 1 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,


Tomy Aziz Nuswantoro Adi

NIM : 30201900207


Vinno Aqshal Rahmaddiansyah

NIM : 30201900211

PERNYATAAN KEASLIAN

Kami yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Tomy Aziz Nuswantoro Adi

NIM : 30201900207

NAMA : Vinno Aqshal Rahmaddiansyah

NIM : 30201900211

JUDUL TUGAS AKHIR : POTENSI SUMUR RESAPAN DALAM MENGURANGI *RUN OFF* PADA BANGUNAN HOTEL DAN APARTEMEN DI KOTA SEMARANG

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Kami tidak mencantumkan tanpa pengakuan bahan - bahan yang telah dipublikasikan sebelumnya atau ditulis oleh orang lain, atau sebagai bahan yang pernah diajukan untuk gelar atau ijazah pada Universitas Islam Sultan Agung Semarang atau perguruan tinggi lainnya.

Apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka kami bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang

Semarang, 1 Agustus 2023

Yang membuat pernyataan,



Tomy Aziz Nuswantoro Adi

NIM : 30201900207



Vinno Aqshal Rahmaddiansyah

NIM : 30201900211

MOTTO

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia, (karena kamu) menyuruh (berbuat) yang makruf, dan mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Sekiranya Ahli Kitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman, namun kebanyakan mereka adalah orang – orang fasik”

(Q.S. Ali 'Imran Ayat 110)

“Dan janganlah kamu (merasa) lemah, dan jangan (pula) bersedih hati, sebab kamu paling tinggi (derajatnya), jika kamu orang beriman.”

(Q.S. Ali 'Imran Ayat 138)

"Jangan menunda pekerjaan hari ini sampai besok, jangan sampai pekerjaan menumpuk dan kamu tidak akan mencapai apa-apa."

(Umar bin Khattab)

“Ada beberapa hal yang semakin didekati semakin menjauh. Yang semakin dipertahankan semakin berantakan. Yang semakin dibangun semakin runtuh. Kenapa? Karena rencana dirancang bukan cuma untuk diwujudkan, tapi juga untuk didewasakan.”

(Rintik Sedu)

“Hadiah terbaik adalah apa yang kamu miliki dan takdir terbaik adalah apa yang sedang kamu jalani”

(Agam Fachrul)

"Jangan menunda pekerjaan hari ini sampai besok, jangan sampai pekerjaan menumpuk dan kamu tidak akan mencapai apa-apa."

(Umar bin Khattab)

PERSEMBAHAN

Dengan demikian rasa puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan berkah dan rahmat-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan akhir ini saya dedikasikan untuk:

1. Kedua orang tua yang saya cintai Papa Sunarno dan Bunda Titin serta kakak saya Anisa Nindya Risnawati dan Arinda Kusuma Risnaningtyas, S.K.M yang senantiasa memberikan dukungan, doa, biaya, hingga kasih sayang yang menjadi peneguh hati dalam menyelesaikan tugas akhir.
2. Dosen pembimbing Tugas Akhir saya Bapak Benny Syahputra, ST., M.Si dan Bapak Eko Muliawan Satrio, ST., MT yang telah membimbing kami sepenuh hati dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Saudara Vinno Aqshal Rahmaddiansyah rekan Tugas Akhir rekan seperjuangan sejak menjadi mahasiswa baru selama menimba ilmu di UNISSULA, yang sudah bersama melewati rintangan hingga titik akhir perjuangan mendapatkan gelar Sarjana Teknik, dan saudara seiman,
4. Untuk barisan teman terbaik penulis yaitu Ipo, Bayu, Apip, Nabil, Ricky, Ahox, Viky dan *Uhuyyy gang* yaitu Kur, Alviano, Fai serta *Manuk Skuad*.
5. Serta kepada teman-teman KMFT & BEM Fakultas Teknik Angkatan 2018, 2019 dan 2020 yang memberikan berbagai kritik dan usulan yang bisa menjadikan laporan ini menjadi lebih baik.
6. *Last but not least*, untuk wanita hebat setelah Bunda saya, wanita terindah yang tidak pernah bosan untuk saya lihat, mahasiswi Undip dengan Nim 40011321650161 jurusan Manajemen Administrasi Logistik yang selalu sabar menghadapi saya hingga memberikan doa dan dukungan meskipun dari jauh. Terima kasih selalu memberikan kata semangat untuk setiap langkah saya. Terimakasih sudah mau menemani dalam keadaan terpuruk. Terima kasih sudah mau menerima ketika banyak yang mengabaikan dan terima kasih untuk semuanya cantik.

Tomy Aziz Nuswantoro Adi

NIM : 30201900207

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji Syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyelesaikan Laporan Tugas Akhir ini. Laporan Tugas Akhir ini penulis persembahkan untuk:

1. Kedua orang tua saya, (Alm) Ayah Sukarmin, A.Md. dan (Alm) Ibu Ari Setiyati, Saat terindah adalah bisa berkumpul dan bercanda tawa dengan ayah dan ibu, namun saat ini saya hanya bisa bertemu melalui do'a dan mimpi terimakasih kepada orang tua saya yang telah membesarkan saya, mendidik saya, dan memberikan pengalaman sehingga saya menyelesaikan Skripsi ini.
2. Bapak Benny Syahputra, ST., M.Si. dan Bapak Eko Muliawan Satrio, ST., MT selaku dosen pembimbing saya yang telah sabar mengajarkan saya dalam pembuatan laporan ini.
3. Kedua adik saya Haykal Twinan Juniansyah dan Gisa Riztwojanantrie yang saya cintai dan selalu memberikan dukungan kepada saya .
4. Elva Kumalasari Sholichah wanita tercantik dan penyabar kedua setelah ibu saya. Terimakasih telah berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini, yang rela menemani dan memberikan semangat agar terus terus maju tak kenal lelah dan kata menyerah dalam segala hal untuk mencapai impian saya. Terimakasih yang telah memberikan semangat dan doa di setiap langkah perjalanan di hidup saya. Terimakasih sudah menjadi sosok rumah yang selalu ada dalam setiap perjalanan hidup ku.
5. Saudara Tomy Aziz Nuswantoro Adi my best partner, best friend, brother, teman yang sangat baik dan teman yang selalu mengerti dan sampai sekarang kami bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Teman dekat saya Ipo, Bayu, Nabil, Apip, Ricky, Bima dan geng Kyai Jinten yang selalu ada dan bersedia mendengarkan keluh kesah saya.

Vinno Aqshal Rahmaddiansyah

NIM: 30201900211

KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan segala rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Potensi Sumur Resapan Dalam Mengurangi Run Off Pada Bangunan Hotel Dan Apartement Di Kota Semarang” guna memenuhi salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil pada Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan skripsi ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. H. Rachmat Mudiyo, MT., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
2. Bapak Muhammad Rusli Ahyar, ST., M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
3. Bapak Benny Syahputra, ST., M.Si selaku Dosen Pembimbing utama yang telah memberikan arahan, ilmu serta bimbingan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini;
4. Bapak Eko Muliawan Satrio, ST., MT selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan arahan, ilmu serta bimbingan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini;
5. Kakak tingkat yang telah memberikan referensi Laporan Tugas Akhir;
6. Teman-teman angkatan 2019 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang;

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Semarang, 1 Agustus 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL i

LEMBAR PENGESAHAN ii

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR iii

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI iv

PERNYATAAN KEASLIAN v

MOTTO vi

PERSEMBAHAN vii

KATA PENGANTAR ix

DAFTAR ISI x

DAFTAR TABEL xiii

DAFTAR GAMBAR xiv

ABSTRAK..... xv

ABSTRACT..... xvi

BAB I PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Rumusan Masalah 2

1.3. Maksud dan Tujuan 2

1.4. Batasan Masalah 2

1.5. Manfaat Penelitian 3

1.6. Sistematika Penulisan 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4

2.1. Sumur Resapan 4

2.1.1. Kelebihan dan Kekurangan Sumur Resapan 4

2.1.2. Syarat Mutu Sumur Resapan 5

2.1.3. Persyaratan Umum Sumur Resapan..... 5



2.1.4. Persyaratan Teknis Sumur Resapan.....	6
2.1.5. Jenis-jenis Sumur Resapan.....	7
2.1.6. Manfaat Sumur Resapan	8
2.2. Metode Perhitungan	9
2.3. Definisi Tanah	11
2.3.1. Klasifikasi Tanah	14
2.4. Permeabilitas	14
2.4.1 Koefisien Permeabilitas	15
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	 16
3.1. Lokasi Penelitian	16
3.2. Metode Pengumpulan Data	18
3.3. Tahap Penelitian	19
3.3.1. Tahap I Persiapan	19
3.3.2. Tahap II Pengumpulan Data.....	19
3.3.3. Tahap III Analisis Data.....	21
3.4. Analisis Data.....	21
3.4.1 Analisis Curah Hujan	21
3.4.2 Analisis Uji Daya Resap Tanah	21
3.4.3 Analisis Sumur Resapan	22
 BAB IV GAMBARAN UMUM LOKASI.....	 23
4.1. Tinjauan Umum	23
4.1.1 Kondisi Hidrologi	23
4.1.2 Kondisi Geografis	24
4.1.3. Kondisi Topografi	25
4.2. Curah Air Hujan Rata-Rata.....	26

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN..... 29

5.1. Analisis Intensitas Hujan menggunakan metode Mononobe 29

5.2. Kedalaman Air Tanah..... 31

5.3. Analisis Permeabilitas 34

5.4. Analisis Debit Limpasan 37

5.5. Analisis Debit Air Sumur Resapan 41

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN..... 43

6.1. Kesimpulan43

6.2. Saran44

DAFTAR PUSTAKA.....45

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jarak minimum sumur resapan air hujan terhadap bangunan	5
Tabel 3.1 Sampel penelitian pada hotel dan apartemen di Kota Semarang.....	18
Tabel 4.1 Curah Hujan Rata-Rata Kota Semarang Tahun 2020-2022	26
Tabel 4.2 Rekapitulasi Curah Hujan Maksimum Rata-Rata Per Tahun.....	27
Tabel 4.3 Rekapitulasi Curah Hujan Maksimum Harian Rata-Rata.....	27
Tabel 4.4 Rekapitulasi Curah Hujan Maksimum Rata-Rata Perjam.....	28
Tabel 5.1 Rekapitulasi Curah Hujan Dalam 1-24 Jam Harian 2020-2022.....	31
Tabel 5.2 Kedalaman Air Tanah Hotel Dan Apartement Di Kota Semarang.....	32
Tabel 5.3 Permeabilitas Tanah di Kota Semarang	35
Tabel 5.4 Klasifikasi Permeabilitas Tanah Menurut Uhland & O'Neil	36
Tabel 5.5 Nilai Koefisien Limpasan Metode Hassing.....	38
Tabel 5.6 Luas Daerah Pengairan Hotel Dan Apartement Di Kota Semarang	39
Tabel 5.7 Rekapitulasi Hotel Dan Apartement yang Layak dan Tidak Layak.....	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Skema Teknis Sumur Resapan 6

Gambar 2.2. Sumur Resapan Buis Beton 7

Gambar 2.3. Peta Kedalaman Air Tanah di Kota Semarang..... 13

Gambar 3.1. Peta Lokasi Penelitian 17

Gambar 3.2. Diagram Alir Penelitian..... 20

Gambar 5.1. Peta Jenis Tanah di Kota Semarang.....33



POTENSI SUMUR RESAPAN DALAM MENGURANGI *RUN OFF* PADA BANGUNAN HOTEL DAN *APARTEMENT* DI KOTA SEMARANG

ABSTRAK

Semakin banyak perubahan yang terjadi di Kota Semarang menyebabkan peningkatan pembangunan, yang mengakibatkan peningkatan limpasan dan buangan air limbah. Pemerintah Kota Semarang memutuskan untuk menggunakan sumur resapan sebagai sistem pembuangan air untuk mengurangi dan mengetahui jumlah limpasan (*run off*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan besaran laju *run off* dan laju debit air dalam kasus di mana bangunan layak menggunakan sumur resapan.

Data tentang curah hujan, permeabilitas tanah, dan kedalaman air tanah akan diterapkan dalam penelitian ini adalah metode yang digunakan untuk mengevaluasi kekuatan presipitasi adalah metode Mononobe. Nilai koefisien aliran dihitung dengan metode Hassing. Selain itu, nilai koefisien limpasan, intensitas curah hujan, luas daerah pengairan digunakan untuk menghitung debit *run off*, dan nilai permeabilitas tanah digunakan untuk menganalisis laju air yang meresap melalui sumur resapan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 10 gedung hotel dan apartemen terdapat 7 gedung hotel dan apartemen yang tidak layak untuk membuang air limbahnya ke sumur resapan, sehingga harus membuang air limbahnya ke *RWH* (*rain water harvesting*). Sementara itu, 3 gedung hotel dan apartemen lainnya layak membuang air limbahnya ke sumur resapan. Besaran laju debit air yang meresap pada bangunan yang layak menggunakan sumur resapan dengan nilai permeabilitas 0,168 m/jam sebesar 1,71 m³/jam dan nilai permeabilitas 5,833 m³/jam sebesar 51,94 m³/jam.

Kata Kunci: *Debit; Run Off; RWH; Sumur Resapan*

THE POTENTIAL OF ABSORPTION WELLS IN REDUCE RUN OFF IN HOTEL AND APARTMENT BUILDINGS IN THE CITY OF SEMARANG

ABSTRACT

An increasing number of changes are occurring in the City of Semarang, causing an increase in development, which results in an increase in runoff and waste water discharge. Semarang City Government decided to use infiltration wells as a water disposal system to reduce and determine the amount of run off. The purpose of this study is to determine the magnitude of the flow off rate and water discharge rate in cases where the building is feasible to use infiltration wells.

Data on rainfall, soil permeability, and groundwater depth will be used in this study. The method used to evaluate rainfall intensity is the Mononobe Method. The runoff coefficient value was calculated using the Hasing Method. Furthermore, the runoff coefficient, rainfall intensity, irrigation area are used to calculate the run-off discharge, and the soil permeability value is used to analyze the rate of water seeping through the infiltration wells

The results show that out of 10 hotels and apartments there are 7 hotels hotel and apartment buildings that were not suitable for disposing of their wastewater into infiltration wells, so they had to dispose of their wastewater to RWH (rain water harvesting). Meanwhile, 3 other hotel and apartment buildings are eligible to dispose of their wastewater into infiltration wells. The rate of discharge of water that seeps into buildings that are feasible to use infiltration wells with a permeability value of 0.168 m/hour is 1.71 m³/hour and a permeability value of 5.833 m³/hour is 51.94 m³/hour.

Keywords: *Discharge; Run Off; RWH; Infiltration Wells*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Semarang sedang dalam pengembangan dengan meningkatnya jumlah penduduk dan peningkatan pembangunan menunjukkan perubahan tersebut. Fungsi tata guna lahan telah berubah sebagai akibat dari perubahan pembangunan tersebut. Fungsi dari lahan terbuka telah beralih ke lahan hotel atau apartemen, sehingga mengurangi air hujan yang tidak tertampung dan dimanfaatkan menggunakan *sewage treatment plant (STP)* yang dimasukkan ke dalam sumur resapan merupakan strategi pembangunan berdampak rendah (*Low Impact Development*) yang dapat digunakan di perkotaan untuk menunjang pembangunan keberlanjutan. Meningkatnya pembangunan di Kota Semarang menyebabkan meningkatnya *run off* dan buangan air limbah. Untuk mengurangi besarnya *run off* dan buangan air limbah, maka Pemerintah Kota Semarang mengatur tentang sistem pembuangan air hujan dan limbah. Namun demikian sistem pembuangan harus memperhatikan beberapa aspek teknis seperti kedalaman air tanah dan permeabilitas.

Air hujan jatuh ke tanah akan didistribusikan melampaui berbagai cara, termasuk evapotranspirasi, infiltrasi, dan sebagian besar kembali ke permukaan untuk air permukaan, sesuai dengan siklus hidrologi. Hotel dan fasilitas lain telah mengakibatkan banyak lahan kosong, sehingga debit limpasan dan infiltrasi meningkat seiring dengan luas permukaan tanah yang tertutupi oleh bangunan..

Sistem pembuangan air pada bangunan gedung di Kota Semarang terutama pada bangunan hotel dan apartement seringkali melakukan kesalahan dalam desainnya. Kesalahan yang sering terjadi adalah tidak membedakan mana lokasi yang layak untuk sumur resapan maupun pembuangan ke drainase perkotaan, seringkali bangunan gedung hotel dan apartement tidak memperhatikan permeabilitas tanah dan kedalaman air tanah dalam sistem pembuangannya.

Sistem pembuangan air dalam perencanaan bangunan gedung perlu memperhatikan prinsip bangunan hijau, dimana dilakukan upaya konservasi air berupa pemakaian air kembali (*reuse*), pemakaian air hujan (*rain water harvesting*)

untuk operasional bangunan gedung, serta melakukan pembuangan air limbah ke tempat yang lebih aman dan tidak mencemari lingkungan. Pembuangan air hujan, *grey water*, dan air limbah bertuju pada SNI 03-2453-2002 tentang sumur resapan. Sistem pembuangan air yang ramah lingkungan akan mendorong terciptanya strategi pembangunan berdampak rendah (*Low Impact Development*).

Berdasarkan latar belakang sebelumnya, penelitian Tugas Akhir ini berfokus pada Potensi Sumur Resapan dalam mengurangi *Run Off* pada bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang. Hal ini ditinjau untuk mengetahui apakah potensi sumur resapan dapat mengurangi *run off* pada bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang.

1.2. Rumusan Masalah

Berangkat dari konteks yang telah diuraikan, maka dapat dirumuskan pertanyaan pokok sebagai berikut: Apakah potensi sumur resapan berpengaruh dalam mengurangi *run off* pada bangunan hotel dan apartemen di Semarang

1.3. Maksud dan Tujuan

Maksud penelitian ini adalah memanfaatkan potensi sumur resapan agar mengurangi *run off* pada bangunan di Kota Semarang.

Tujuan yang dimaksudkan untuk dicapai dari potensi sumur resapan dalam mengurangi *run off* pada bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang ini adalah sebagai berikut :

- a. Menganalisis laju debit limpasan atau *run off* apabila bangunan hotel dan apartement di Kota Semarang yang layak menggunakan sumur resapan.
- b. Menganalisis laju debit air yg meresap pada sumur resapan dengan mengacu pada nilai permeabilitas tanah di Kota Semarang

1.4. Batasan Masalah

Untuk menjaga supaya pembahasan lebih terarah, maka permasalahan harus dibatasi. Batasan masalah ini adalah untuk mengetahui laju *run off* apabila bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang dengan adanya sumur resapan.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapatkan dari penelitian sumur resapan ini untuk mengurangi *run off* sehingga di saat terjadinya hujan sumur resapan dapat meminimalisir limpasan di sekitar bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang.

1.6. Sistematika Tugas Akhir

Struktur dalam penulisan Laporan Tugas Akhir ini terdiri dari enam bagian yang disusun sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

BAB ini mendeskripsikan tentang latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah dan sistematika Tugas Akhir.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

BAB ini menjelaskan tentang potensi sumur resapan.

BAB III METODE PENELITIAN

BAB ini menjelaskan tentang pengumpulan data, tahap penelitian, pelaksanaan penelitian.

BAB IV GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN

BAB ini menjelaskan tentang kondisi di lokasi penelitian.

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN

BAB ini menjelaskan hasil penelitian dan membahas penelitian yang telah dilakukan

BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN

BAB ini berisi kesimpulan dari Potensi Sumur Resapan serta saran ataupun kritik dari Penyusun.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Sumur Resapan

Sumur resapan merupakan struktur berbentuk sumur yang berperan sebagai reservoir air di dalam tanah. Sumur permeabel ini berfungsi untuk menampung dan menyimpan air hujan yang meresap melalui atap atau mengalir langsung ke tanah, sehingga air tidak langsung mengalir ke pekarangan. Sebagai gantinya, air tersebut akan mengisi air tanah dangkal yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber air bersih.

2.1.1. Kelebihan dan Kekurangan Sumur Resapan

Sumur berpori memiliki kegunaan yang besar bagi kehidupan manusia dan lingkungan sekitarnya. Berbagai keuntungan dari sumur permeabel adalah:

- a. Dapat mereduksi aliran permukaan dan mampu menanggulangi perihal gangguan atau *run off*

Sumur resapan menyerap air dari permukaan tanah, mengurangi aliran permukaan sehingga tidak terjadi genangan air yang berlebihan.

- b. Mempertahankan kuantitas air tanah

Kuantitas air tanah didefinisikan sebagai jumlah air bersih yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari.

- c. Mengurangi limpasan yang terjadi akibat air hujan

Air hujan yang berlebih jika dikelola menggunakan cara yang benar dengan cara ditampung, diolah, dan dimanfaatkan menggunakan sumur resapan.

- d. Memberikan cadangan air untuk waktu yang lama

Tanah di sekitar sumur resapan ini secara terus menerus menyerap air di dalamnya. Tanah memiliki cadangan air yang dapat digunakan di masa depan dan air tersebut dapat digunakan untuk kebutuhan sehari-hari.

Sedangkan kekurangan dari sumur resapan adalah sebagai berikut:

- a. Air Sumur resapan cepat penuh karena tidak memiliki bak penampung.
- b. Air permukaan kotor ikut masuk ke dalamnya
Sumur resapan sebagai tempat menampungnya air yang seharusnya terisi air bersih, agar air tersebut dapat digunakan lagi.
- c. Waktu pengerjaan lama
Sumur resapan membutuhkan banyak buis beton, bata, dan batu karena dibangun di berbagai tempat..

2.1.2. Syarat Mutu Sumur Resapan (*Infiltration Wells*)

Adapun persyaratan mutu kualitas pembuatan sumur resapan yang disesuaikan dengan SNI 03-2453-2002 dibawah ini sebagai berikut :

- a. Jarak antara muka air tanah dengan muka tanah 1,50m pada saat musim hujan.
- b. Struktur tanah wajib memiliki nilai permeabilitas tanah $\geq 2,0$ cm/jam
- c. Jarak penemparan sumur resapan pada bangunan memiliki jarak minimum seperti yang terlihat pada table 2.1.

Tabel 2.1. Jarak minimum sumur resapan air hujan terhadap bangunan

No	Bangunan	Jarak minimum dari sumur resapan air hujan (m)
1	Sumur resapan air hujan/ sumur air bersih	3
2	Pondasi bangunan	1
3	Bidang resapan /sumur resapan tangki septik	5

Sumber: *Standar Nasional Indonesia Badan Standardisasi Nasional 03-2453-2002*

2.1.3. Persyaratan Umum Sumur Resapan

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 03-2453-2002, persyaratan umum untuk sumur resapan adalah sebagai berikut:

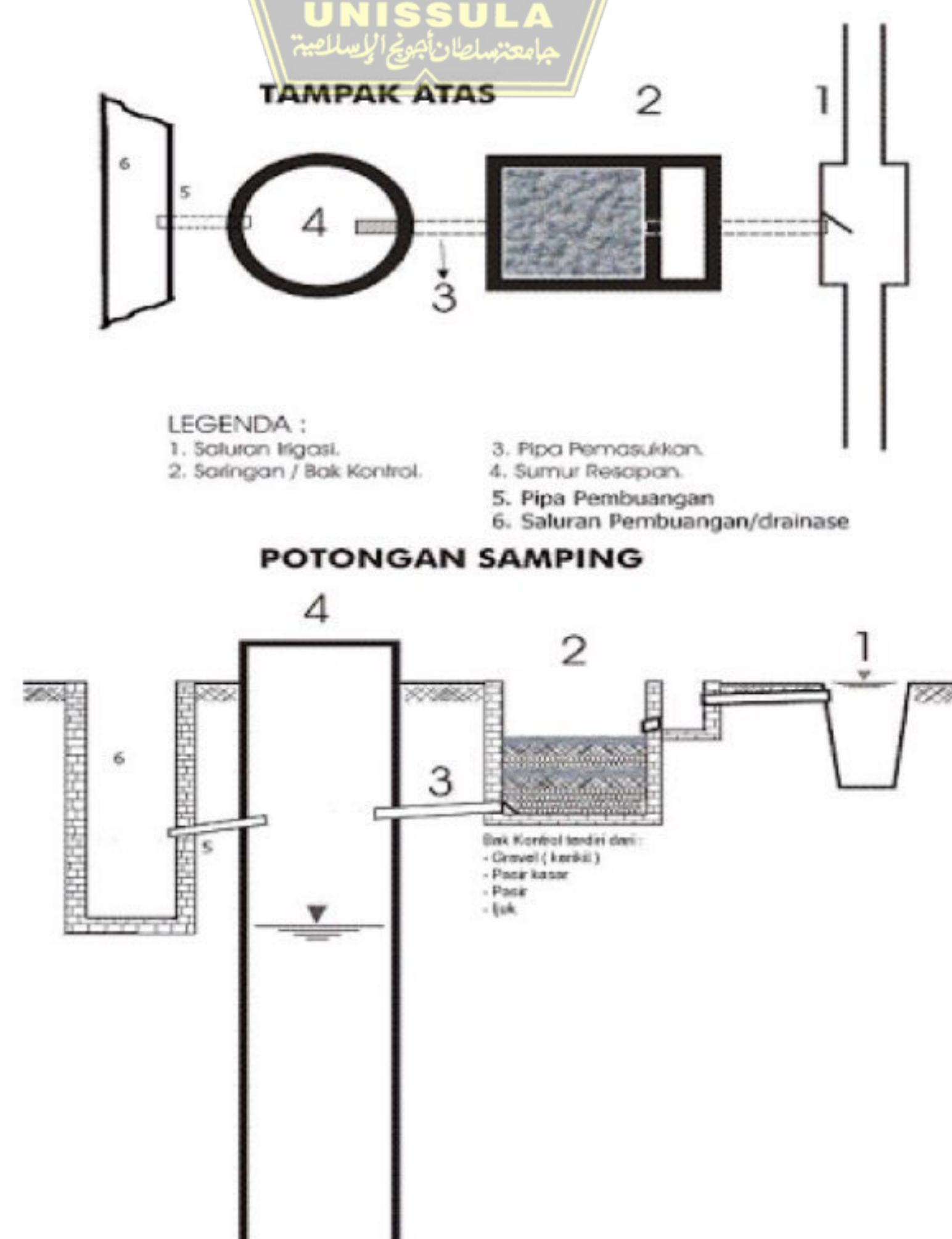
- a. Sumur air hujan terletak di medan yang relatif datar.
- b. Air yang masuk ke sumur rembesan adalah air hujan yang tidak tercemar.

- c. dibandingkan dengan Penetapan tersebut harus mempertimbangkan keamanan bangunan di sekitarnya.
- d. Peraturan daerah harus diperhatikan.
- e. Perubahan yang tidak memenuhi persyaratan harus mendapat persetujuan dari pejabat yang berwenang.

2.1.4. Persyaratan Teknis Sumur Resapan

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 03-2453-2002, terlihat bahwa syarat teknis yang harus dipenuhi oleh suatu sumur rembesan adalah sebagai berikut:

- a. Lubang rembesan terbuat dari batuan yang stabil, berpori/permeable
- b. Lubang rembesan tidak dibangun di lereng atau lereng depan
- c. Sumber air dapat berupa air hujan maupun limpasan/air permukaan
- d. Kedalaman sumur rembesan harus mencapai lapisan permeabel/lewat
- e. Rembesan dapat dibangun di dataran dan/atau perbukitan
- f. Lokasi sumur rembesan jauh dari sumber pencemaran
- g. Bentuk, ukuran dan struktur lubang tergantung pada kondisi lokasi
- h. Kedalaman sumur rembesan harus lebih tinggi dari muka air tanah.
- i. Manhole harus disegel (untuk memastikan keselamatan dan keamanan)



Gambar 2.1 Skema Teknis Sumur Resapan

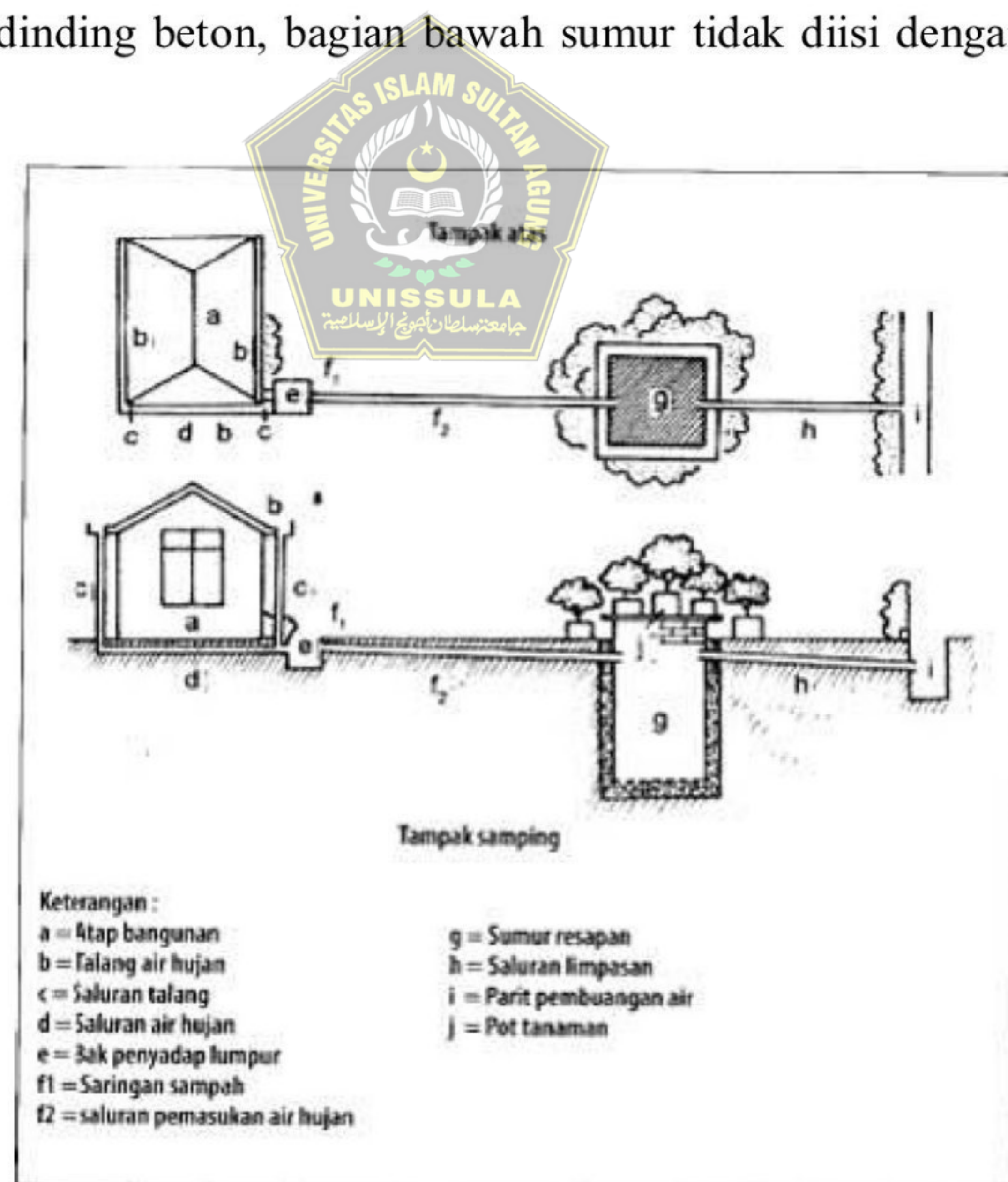
Sumber: Home Design and Ideas, (2009)

2.1.5. Jenis Jenis Sumur Resapan

Bangunan seperti Sumur resapan dibuat untuk tujuan tertentu. Struktur ini dirancang untuk memungkinkan a

\;/ir yang berada di atas permukaan tanah akan masuk ke sumur tangkapan dan kemudian cepat diserap oleh tanah di sekitarnya. Agar berfungsi secara efektif, struktur sumur permeabel harus disesuaikan dengan kondisi tanah dan lingkungan di sekitarnya. Bentuk dan karakteristik konstruksi sumur permeabel haruslah mempertimbangkan sifat-sifat tanah serta faktor lingkungan yang ada. dan klasifikasi sumur rembesan adalah sebagai berikut:

- Sumur tersebut memiliki susunan batu bata atau batu kali pada dindingnya, dasar sumur diisi dengan batu belah dan ijuk. Sumur tidak menumpuk batu pada dinding, dasar sumur tidak ditata dengan batu belah atau ijuk.
- Dibandingkan dengan sumur berdinding beton, dasar sumur tidak diisi dengan batu belah atau ijuk.
- Sumur berdinding beton, bagian bawah sumur tidak diisi dengan batu belah dan ijuk.



Gambar 2.2 Sumur Resapan

Sumber: Kusnaedi, (2011)

2.1.6. Manfaat Sumur Resapan

Sumur resapan memiliki banyak manfaat bagi kehidupan manusia dan lingkungan sekitarnya. Beberapa manfaat tersebut adalah:

a. Mencegah adanya banjir

Saat curah hujan meningkat, volume air di atas tanah meningkat. Jika tidak memungkinkan untuk mengambil air langsung dari tanah, air akan menggenang dan dapat menyebabkan banjir. Sumur berpori memungkinkan air masuk ke dalam sumur, yang kemudian akan ditelan oleh tanah.

b. Mencegah Penurunan Tanah:

Kadar air tanah yang Muka air tanah yang rendah dan air tanah yang rendah membuat tanah bagian atas tandus dan keropos. Setelah pemampatan ke bawah, tanah mengalami penurunan. Kadar air dalam tanah dapat dipertahankan dengan menggunakan sumur resapan.

c. Menaikkan dan mempertahankan muka air tanah

Air tidak dapat meresap ke dalam tanah karena banyaknya bangunan, infrastuktur, dan bangunan yang mengeringkan jalan. Dengan menggunakan sumur resapan, air dapat mengalir langsung ke sungai kemudian ke laut, dengan cara ini air tidak langsung mengalir ke sungai tetapi masuk ke dalam sumur, yang kemudian diserap oleh tanah di sekitarnya. Dengan cara ini, ketinggian permukaan air di bawah tanah dapat tetap dipertahankan.

d. Mencegah sedimentasi dan erosi

Jika aliran Air di atas tanah tidak dapat menembus dengan cepat ke dalam tanah, air akan mengalir ke daerah yang lebih rendah, menyebabkan erosi. Erosi dapat terjadi dengan kecepatan aliran air ini. Kehadiran sumur permeabel mengurangi aliran air ini, yang mengurangi kemungkinan terjadinya erosi.

e. Memberikan cadangan air yang berkelanjutan

Tanah di sekitar sumur resapan ini akan secara terus menerus menyerap air yang ada di dalamnya. Tanah memiliki cadangan air untuk masa depan. Saat itu tiba, air ini dapat digunakan untuk manusia dan makhluk hidup lainnya.

f. Mengurangi konsentrasi pencemaran air tanah

Adanya Sumur perembesan membantu menjaga air tanah tetap bersih karena air tanah dapat mengurangi pencemaran air tanah.

2.2 Metode Perhitungan

Dalam menganalisis debit limpasan (*run off*) dan debit air hujan yang meresap melalui sumur resapan maka diperlukan beberapa tahap dalam menganalisis nya menggunakan perhitungan sebagai berikut :

a. Perhitungan waktu konsentrasi

Untuk menganalisis debit limpasan diperlukan data curah hujan dari rentang tahun 2020-2022. Selain data curah hujan diperlukan menghitung konsentrasi waktu (*tc*) sesuai dengan persamaan berikut:

$$tc = \left(\frac{0,87 \cdot L^2}{1000 \cdot S} \right)^{0,385} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana :

tc = Waktu konsentrasi (jam)

*L*² = Panjang Lereng

S = Kemiringan Lereng



b. Perhitungan intensitas curah hujan dengan metode Mononobe

Selanjutnya untuk menentukan debit limpasan (*run off*) dengan cara menghitung intensitas curah hujan dengan metode Mononobe. Data yang digunakan yaitu curah hujan selama 2 tahun terakhir selama 24 jam yaitu *R24*. Berikut adalah metode Mononobe untuk menghitung intensitas curah hujan:

$$I = \frac{R24}{24} \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

I = Intensitas curah hujan

R24 = Rata rata curah hujan

tc = Waktu konsentrasi (jam)

c. Perhitungan nilai koefisien limpasan menggunakan metode Hassing

Data selanjutnya dengan menentukan koefisien limpasan menggunakan metode Hassing. Pemilihan metode Hassing ini berdasarkan lokasi yang berada di dataran rendah Kota Semarang dengan persamaan sebagai berikut:

$$C = CT + CS + CV \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana :

C = Koefisien limpasan

CT = Nilai topografi

CS = Tanah

CV = Vegetasi

d. Perhitungan debit limpasan (*run off*)

Setelah menghitung perhitungan di atas kemudian dapat menentukan debit limpasan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Q_r = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (2.4)$$

Dimana :

Q_r = Debit limpasan (m³/detik)

C = Koefisien pengairan

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km²)

e. Debit air hujan yang meresap di sumur resapan dengan rumus mononobe

Debit air yang dapat diresapkan melalui sumur resapan dapat dihitung dengan mengalika luas permukaan dengan koefisien permeabilitas. Dengan mengacu pada SNI 03-2453-2002 bahwa luas permukaan sumur dengan diameter 1m adalah sebesar 10,21m². Maka perhitungan analisis debit yang meresap pada sumur resapan sebagai berikut:

$$Q = A \times V \dots\dots\dots (2.5)$$

Dimana :

Q = Debit air hujan yang meresap (m²).

A = Luas dinding permukaan sumur (m²).

V = Koefesien permeabilitas tanah (m/jam)

2.3 Definisi Tanah

Definisi tanah adalah komposisi fisik bumi yang terutama terdiri dari batuan, air, cairan dan gas, dan berbagai jenis senyawa kimia yang menyusunnya. Teknik sipil mempelajari sifat-sifat tanah dan batuan untuk digunakan dalam desain bangunan dan tanggul, dll. Komposisi utama batuan mencakup beberapa mineral. Setiap mineral adalah senyawa kimia anorganik alami. metode utama membangun bumi berasal dari membangun batu, yang memiliki butiran besar dan berdiameter kurang dari 30 mm hingga beberapa meter. Karena sejumlah faktor, termasuk namun tidak terbatas pada cuaca, organisme (tanaman, mikroorganisme/mikroorganisme), jaringan inang, topografi, topografi, dan waktu, batuan ini akan menyusut. kembali dan menjadi lebih kecil dan bahkan mungkin mulus. Beberapa literatur geologi menyatakan bahwa tanah adalah suatu kelokan yang terbuka pada dasar bonggol dan terbentuk dari komponen utama seperti bahan organik atau bahan mineral yang terbentuk dari proses pembentukan tanah dari interaksi 8 faktor termasuk iklim dan topografi. /bentuk bumi, organisme (makro/mikro), cuaca dan gas. Hal ini juga dikatakan mampu menyebabkan tanaman tumult. Udara adalah batas depan, sedangkan batas depan, atau singkapan batuan, adalah batas belakang. Menurut Hardiyatmo (2001), Tanah adalah campuran mineral, bahan organik, dan sedimen yang relatif longgar yang bertumpu pada batuan dasar. Tanah terdiri dari agregat padat (butiran) yang mengikat (ikatan kimia) bersama dan memecah bahan organik. (partikel padat). Cairan dan gas mengisi ruang antara partikel padat (Das, 1988).

Sebagaimana dinyatakan oleh Bowles (1991), tanah dapat didefinisikan sebagai campuran partikel yang terdiri dari salah satu atau semua jenis berikut:

- a. Batuan, yang merupakan bongkahan batu besar, biasanya lebih besar dari 250 mm hingga 300 mm; Potongan-potongan batuan ini dikenal sebagai batu bulat dengan ukuran berkisar antara 150 mm hingga 250 mm.
- b. Kerikil, juga dikenal sebagai kerikil, terdiri dari partikel batuan dengan ukuran dari 5mm hingga 150mm.
- c. Sand (pasir), batuan, dari ukuran 0,074 mm hingga 5 mm, dengan ketebalan dari kasar (3 mm hingga 5 mm) hingga halus (< 1 mm).
- d. Lumpur (pasir), partikel batuan dengan ukuran dari 0,002 mm sampai 0,074 mm.
- e. Lempung, yaitu sumber konsolidasi dalam tanah adalah lempung, yaitu partikel mineral yang berukuran kurang dari 0,002 mm.

Menurut E. Saifudin Syarif (1986), tanah adalah komponen alami yang terdapat di permukaan bumi dan terbentuk melalui proses pelapukan batuan yang menghasilkan bahan mineral dan pelapukan tumbuhan serta hewan yang mati menghasilkan bahan organik. Tanah berfungsi sebagai media pertumbuhan tanaman yang dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti iklim, sumber bahan, keberadaan organisme hidup, bentuk wilayah, dan lama waktu pembentukan.





2.3.1 Klasifikasi Tanah

Klasifikasi tanah merupakan suatu proses pengelompokan tanah berdasarkan perilaku normalnya dalam kondisi fisik tertentu. Tujuan dari klasifikasi tanah adalah untuk mengidentifikasi dan menggambarkan jenis tanah, menilai kesesuaian penggunaan tertentu, serta menyediakan informasi tentang kondisi tanah dari satu daerah ke daerah lainnya dalam bentuk data serta menyediakan data latar belakang mengenai kondisi tanah dari satu wilayah ke wilayah lainnya. Hal ini dilakukan dalam bentuk data yang dijelaskan oleh Bowles (1991).

2.4 Permeabilitas

Permeabilitas adalah spesifikasi yang memungkinkan cairan mengalir melalui media berpori (Bowles, 1991). Permeabilitas merupakan sifat dari sebuah material yang memungkinkan cairan untuk menembus pori-pori dalamnya. (Hardiyatmo, 2001). Permeabilitas per unit adalah m^2 . Pada reservoir panas bumi, permeabilitas vertikal biasanya berada dalam kisaran 10 hingga 14 m^2 , sementara permeabilitas horizontal bisa hingga 10 kali lebih besar (10 hingga 13 m^2). Dalam industri minyak dan gas, satuan permeabilitas Darcy sering digunakan, di mana 1 Darcy setara dengan 10 sampai 12 meter persegi. Permeabilitas tanah dipengaruhi oleh ukuran partikel tanah, dimana partikel tanah liat dengan ukuran lebih kecil cenderung memiliki sifat kedap air. Di sisi lain, tanah granular memiliki tingkat permeabilitas yang tinggi dan sering digunakan sebagai lapisan filter. Namun, kelebihan permeabilitas ini juga dapat menyebabkan kelemahan pada tebing yang dipahat sehingga menjadi rentan terhadap longsor. Limpasan air yang berlebihan juga bisa merusak struktur tanah dengan membentuk lubang-lubang yang berpotensi menyebabkan runtuhnya pondasi (Hardiyatmo, 2001). Karena itu, permeabilitas yang dibutuhkan dari massa tanah harus diperhatikan dengan cermat. Dengan cara sebagai berikut:

- a. Menghitung volume rembesan yang mengalir masuk ke sumur air dari bendungan dan tanggul.
- b. Mengevaluasi gaya angkat atau tekanan rembesan di bawah struktur hidrolik untuk menganalisis stabilitasnya.

- c. Mengendalikan kecepatan rembesan agar partikel tanah berukuran halus tidak terpengaruh oleh pergerakan massa tanah.
- d. Meneliti laju penurunan volume tanah (konsolidasi) ketika air terdorong keluar dari rongga-rongga tanah pada gradien energi tertentu.
- e. Mengurangi rembesan dari tempat penimbunan limbah dan cairan sisa yang berpotensi berbahaya bagi kesehatan manusia.

2.4.1 Koefisien Permeabilitas

Koefisien permeabilitas tanah ditentukan menurut hukum Darcy yang menunjukkan bahwa banyak faktor yang mempengaruhi Permeabilitas tanah dipengaruhi oleh setidaknya enam faktor utama, yakni:

- a. Viskositas cairan berkorelasi dengan viskositas sol,
- b. Semakin seragam distribusi ukuran pori, maka koefisien permeabilitas tanah akan semakin rendah.
- c. Jika distribusi ukuran partikel semakin seragam, maka koefisien permeabilitas tanah akan semakin rendah. Selain itu, ketika rasio pori semakin tinggi, koefisien permeabilitas tanah juga akan meningkat.
- d. Permeabilitas tanah lebih tinggi dengan jumlah partikel mineral yang lebih besar dan lebih kasar.
- e. Derajat kejenuhan tanah berkorelasi langsung dengan koefisien permeabilitas tanah.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Lokasi Penelitian

Bangunan gedung hotel dan apartement di Kota Semarang terletak pada tempat yang strategis di pusat kota, hal ini karena murni pertimbangan ekonomis. Namun letak yang berada di tengah kota akan menambah debit buangan air limbah akan semakin besar, sehingga sistem pembuangan airnya menjadi masalah yang sangat penting. Bangunan gedung hotel dan apartement di Kota Semarang berada pada kedalaman air tanah antara $< 2 \text{ m} - 10 \text{ m}$. Kedalaman air tanah kurang dari $< 2 \text{ m}$ akan sangat sulit menerapkan sistem pembuangan dengan cara sumur resapan. Ada tiga sistem pembuangan air buangan yaitu dibuang ke saluran drainase kota, air permukaan, dan sumur resapan.

Bangunan gedung hotel dan apartement di Kota Semarang berada pada dataran alluvial yang merupakan daerah discharge area dimana jenis tanah yang terbentuk karena hasil endapan.





3.2. Metode Pengumpulan Data

Populasi yang diamati dalam penelitian ini adalah 10 bangunan gedung hotel dan apartement yang ada di Kota Semarang terutama bangunan gedung hotel dan apartement yang memiliki ukuran minimal 5.000 m² termasuk ruang bawah tanah. Sementara itu untuk sampel dilakukan secara *purposive*, yaitu dengan cara memilih dengan sengaja pada bangunan gedung hotel dan apartement yang telah dilakukan penilaian oleh tim ahli bangunan gedung (TABG) dan telah menerima sertifikat laik fungsi (SLF). Bangunan gedung hotel dan apartement tersebut yaitu :

Tabel 3.1. Sampel penelitian pada hotel dan apartemen di Kota Semarang

No	Nama Bangunan	Kegunaan	Jumlah Lantai	Alamat
1	The Pinnacle Louis Kienne	Hotel & Apartement	22 + 1 basement	Jl. Pandanaran No. 18
2	Gumaya Tower Hotel	Hotel	14	Jl. Gajah Mada No.. 59 - 61
3	Holiday Inn Express	Hotel	16 + 1 basement	Jl. Ahmad Yani No. 145
4	Hotel Santika Premiere	Hotel	12	Jl. Pandanaran No. 116-120
5	Ciputra	Hotel & Mall	12	Jl. Simpang Lima No. 1
6	Sentraland	Mixed used & Apatement	19 + 1 basement	Jl. Kimangunsarkoro No. 36
7	Hotel Horison Nindya	Hotel	11 + 1 basement	Jl. Brigjend Sudiarto No. 496
8.	Hotel HA-KA	Hotel	9	Jl. Ahmad Yani No. 173
9.	Star Hotel	Hotel & Apartement	31	Jl. MT. Haryono No. 972
10.	Marquis De Lafayette	Hotel & Mall	21	Jl. Pemuda No. 45-51

Sumber: Syahputra, *et al.*(2021), Syahputra, *et al.*(2023)

3.3. Tahap Penelitian

Penelitian ini berlangsung dalam beberapa tahapan untuk mencapai tujuan dan arahnya. Selain itu, penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran mendalam tentang apa yang perlu dilakukan untuk mencapai tujuan dan hasil penelitian.

3.3.1. Tahap I Persiapan

Salah satu langkah penting yang harus dilakukan oleh peneliti dalam penelitian ini adalah tahapan persiapan. Tahapan ini melibatkan persiapan untuk mencari referensi yang relevan dengan judul penelitian serta menentukan lokasi penelitian.

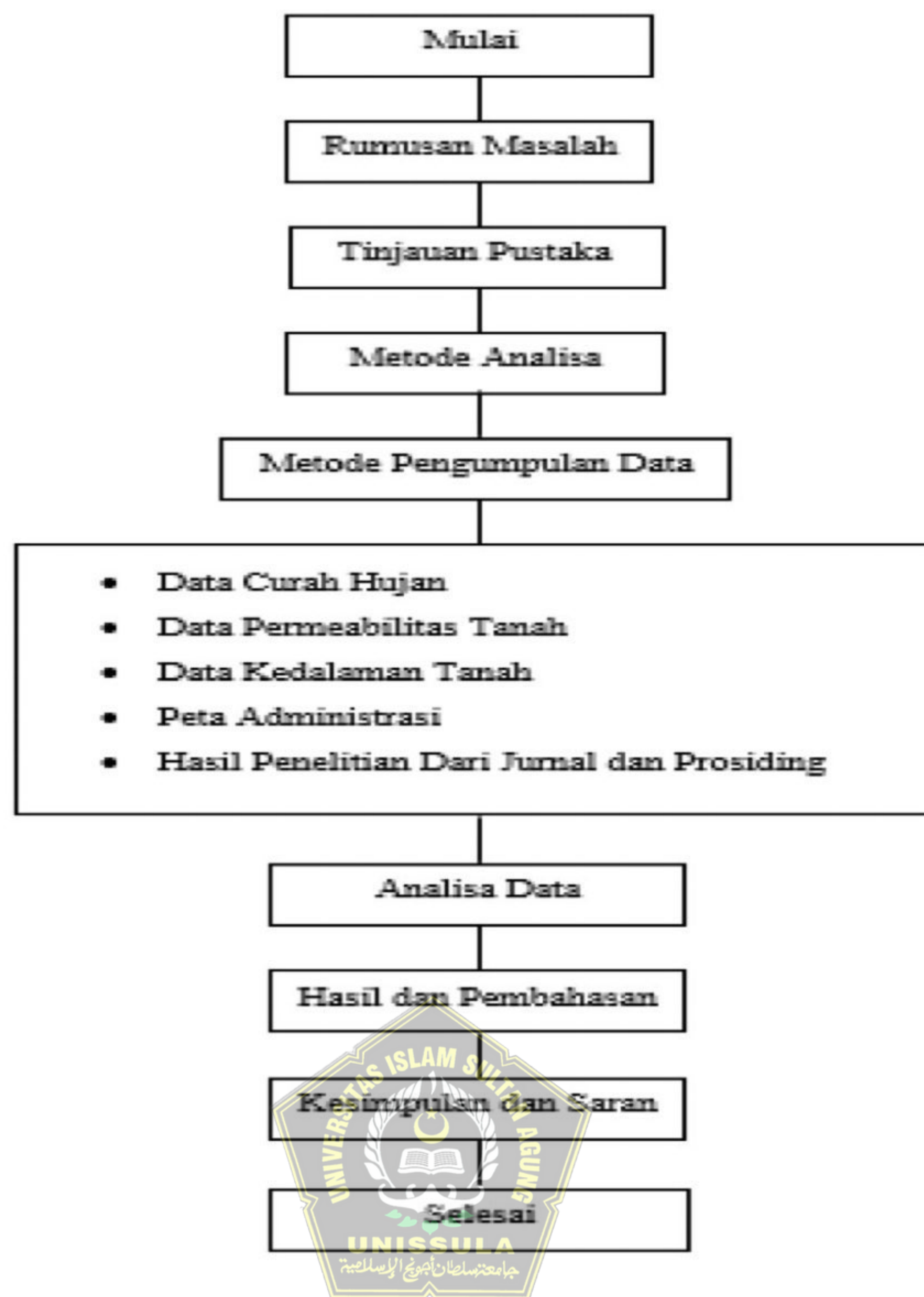
3.3.2. Tahap II Pengumpulan data

Di tahap pengumpulan data ini, data sekunder diperlukan untuk menyelesaikan penelitian ini karena literatur dan data diperlukan.

3.3.3. Tahap III Analisis data

Setelah data dikumpulkan, pengolahan dan analisis data dilakukan. Tahap-tahap analisis perhitungan adalah sebagai berikut:

- a. Menganalisis intensitas curah air hujan.
- b. Menganalisis uji daya serap tanah (*coefisien permeabilitas*).
- c. Menganalisis debit laju air yang meresap melalui sumur resapan
- d. Menganalisis debit limpasan atau *run off*.



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

3.4. Analisis Data

Para peneliti melakukan analisis yang baik terhadap intrusi ini melalui tahapan analisis komputasi.

3.4.1 Analisis Curah Hujan

Untuk mengidentifikasi sifat-sifat curah hujan, analisis data hujan dilakukan dengan mempertimbangkan hal-hal berikut:

- a. Untuk menganalisis frekuensi curah hujan, metode yang digunakan adalah analisis frekuensi. Dalam analisis ini, koefisien puncak, kemiringan, koefisien variasi, rata-rata dan standar deviasi dihitung sebagai statistik.
- b. Analisis presipitasi desain dalam analisis ini menghitung pengulangan presipitasi atau siklus berulang untuk suatu wilayah. Ini dilakukan dengan menggunakan metode distribusi terbaik yang ditemukan dalam analisis frekuensi.
- c. Dibandingkan dengan Analisis Intensitas Hujan Analisis ini digunakan sebagai data primer untuk analisis sumur rembesan. Data tersebut berasal dari rangkaian data curah hujan harian dan digunakan sebagai rumus umum untuk menghitung intensitas curah hujan (Suripin, 2004).

3.4.2 Analisis Uji Daya Resap Tanah (Koefisien Permeabilitas)

Analisis uji absorbansi tanah dilakukan dengan melakukan uji permeabilitas lapangan menggunakan bor uji. Sampel diambil baik dari daerah banjir maupun genangan saat hujan, dan nilai koefisien permeabilitas tanah digunakan sebagai parameter untuk menghitung infiltrasi. Anda dapat melakukan uji lapangan dengan beberapa cara:

- a. Tentukan lokasi, titik uji.
- b. Masukkan tester ke dalam tanah sedalam 20 cm dengan tabung berdiameter 2,5 inci atau 6,35 cm dengan tinggi tabung 50 cm.
- c. dibandingkan dengan jumlah air yang masuk ke dalam sumur uji untuk tujuan mengukur jumlah air yang meresap ke dalam tanah.
- d. Kemudian gunakan stopwatch untuk mengatur waktu aliran dan catat penurunannya.

- e. Kemudian ulangi langkah ini sebanyak mungkin hingga waktu penurunan muka air tanah mendekati konstan.

3.4.3 Analisis Sumur Resapan

Setelah mempelajari hasil analisis hidrologi dan pengecekan absorbansi tanah, langkah selanjutnya adalah menghitung debit laju *run off* dan jumlah laju debit air yang meresap menggunakan sumur resapan. Dengan menggunakan perhitungan sebagai berikut:

- a. Hitung volume fraksi banjir yang dapat disuplai oleh sumur resapan.
- b. Hitung jumlah air hujan yang merembes melalui sumur resapan.
- c. Memperhitungkan kedalaman sumur resapan



BAB IV

GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN

4.1. Tinjauan Umum

Dalam menganalisis data dan perhitungan, penulis sudah mendapatkan data untuk menghitung potensi sumur resapan dalam mengurangi *run off* pada bangunan hotel dan apartement di Kota Semarang. Dalam tugas akhir ini penulis akan membahas tentang perbandingan hotel dan apartement yang bisa menggunakan sumur resapan atau tidak serta menghitung *run off* pada bangunan hotel dan apartement yang bisa menggunakan sumur resapan dalam mengurangi limpasan air yang terjadi akibat air hujan.

Dalam perhitungan daya dukung ini dilakukan dengan metode perhitungan Mononobe dan perhitungan pada SNI 03-2453-2002. Data yang akan dipakai dalam analisa ini yaitu data hidrologi meliputi: data curah hujan tahunan, data curah hujan maksimum harian rata-rata, kondisi hidrologi, kondisi geografis, kondisi topografi, peta kedalaman air tanah di Kota Semarang serta data koefisien permeabilitas.



4.1.1. Kondisi Hidrologi

Di Kota Semarang, terdapat beberapa sungai yang mengalir, seperti Kali Garang, Kali Pengkol, Kali Kreo, Kanal Banjir Timur, Kali Babon, Kali Sringin, Kali Kripik, dan Kali Dungadem, yang merupakan sumber potensial air bagi kota tersebut. Sumber air utama Kota Semarang berasal dari Gunung Ungaran yang menyediakan air untuk Kali Garang. Sungai-sungai tersebut bermuara di Pegandan, terutama di tugu Suharto, setelah mengalir ke utara dan bergabung dengan sungai Kreo dan Kripik. Kali Garang adalah sungai utama yang membentuk kota dan mengalir melalui lembah Gunung Ungaran dengan aliran yang deras. Kali Garang menyumbang 53,0% dari total debit air di kota, diikuti oleh Kali Kreo dengan 34,7% dan Kali Kripik dengan 12,3%. Kali Garang juga digunakan sebagai sumber air minum bagi penduduk Kota Semarang.

Kota Semarang juga memiliki air tanah bebas, yang berada di atas atau di bawah akuifer dan tidak tertutup oleh lapisan kedap air. Tinggi muka air tanah dapat dipengaruhi oleh musim dan kondisi lingkungan. Penduduk di dataran rendah Kota Semarang banyak menggunakan air tanah dengan cara menggali sumur dangkal dengan kedalaman rata-rata antara 3 hingga 18 meter. Sementara itu, di dataran tinggi, sumur harus digali lebih dalam, antara 20 hingga 40 meter pada musim hujan. Di wilayah Kota Semarang, ada juga air tanah terbatas yang terletak di antara dua lapisan batuan kedap air. Aliran air tanah terbatas hampir konstan dan memiliki kualitas yang cukup untuk dianggap sebagai air bersih.

Karakteristik iklim Kota Semarang adalah basah, dengan rata-rata curah hujan tahunan sekitar 2.780 mm dan variasi yang signifikan. Curah hujan di daerah dataran tinggi mencapai sekitar 3.000 mm, sementara daerah lain memiliki curah hujan rata-rata sekitar 2.500 mm. Variasi ini disebabkan oleh pengaruh topografi. Suhu rata-rata Kota Semarang sepanjang tahun adalah sekitar 28 °C, dengan sedikit variasi sepanjang tahun. Suhu tertinggi mencapai 39 °C, sementara suhu terendah mencapai 18 °C.



4.1.2. Kondisi Geografis

Dikarenakan lokasinya yang berada di wilayah tropis dan dipengaruhi oleh angin muson, Kota Semarang memiliki dua musim utama yaitu musim kemarau yang berlangsung dari April hingga September, dan musim penghujan dari Oktober hingga Maret. Suhu udara rata-ratanya berkisar antara 23 hingga 34 °C, dengan curah hujan rata-rata mencapai 2.790 mm dan tingkat kelembaban udara tahunan sekitar 77%.

Kota Semarang terbagi menjadi dua wilayah geografis yaitu Semarang Bawah dan Semarang Atas. Wilayah Semarang Bawah masih mengalami pemampatan karena tanahnya terdiri dari tanah aluvial yang lembut. Pada bagian bawah kota, terjadi penurunan tanah yang menyebabkan kerusakan lingkungan yang signifikan. Banjir sering terjadi di kawasan bagian bawah Semarang, dan sebagian wilayah mengalami rob akibat luapan air laut.

Fenomena rob terjadi ketika wilayah yang lebih rendah tergenang oleh pasang air laut. Amblesan tanah juga merupakan masalah yang muncul di kota ini, dimana salah satu penyebabnya adalah pengambilan air tanah secara berlebihan yang menyebabkan pembentukan rongga di bawah tanah dan akhirnya menyebabkan amblesan tanah.

Mayoritas wilayah Kota Semarang adalah dataran aluvial, yang merupakan dataran rendah dengan ketinggian yang relatif rendah. Proses pembentukan dataran aluvial melibatkan tenaga endogen dan eksogen, sehingga daerah ini sering mengalami bencana alam. Sedimentasi sungai menjadi penyebab terbentuknya dataran aluvial, dan karena dekat dengan pantai dan hilir sungai, daerah ini rentan terhadap genangan air dan banjir. Tanah aluvial adalah hasil dari endapan sungai, danau, atau air hujan yang biasanya sedikit menggenang di cekungan, sehingga mudah ditemukan di dataran rendah. Secara bertahap, unsur hara di dalam air terserap oleh tanah aluvial sehingga tanah ini menjadi subur ketika air mulai surut. Jenis tanah aluvial ini lebih sering ditemukan di daerah yang masih cukup alami, dan jarang ditemukan di daerah perkotaan yang terpapar tingkat polusi tinggi.

4.1.3. Kondisi Topografi

Kota Semarang memiliki topografi yang beragam, meliputi daerah perbukitan, dataran rendah, dan pantai. Kemiringan tanah di kota ini bervariasi antara 0% hingga 40%, dengan ketinggian kawasan yang mencakup kisaran 0,75 hingga 348,00 meter di atas permukaan laut. Wilayah pesisir menempati sekitar 65,22% dari total wilayah kota, dengan kemiringan berkisar antara 25% hingga 37,78%.

Dalam wilayah Kota Semarang, terdapat berbagai jenis kelerengan. Lereng I memiliki kemiringan 0–2% dan mencakup Kecamatan Genuk, Pedurungan, Gayamsari, Semarang Timur, Semarang Utara, dan Tugu, serta sebagian wilayah Kecamatan Tembalang, Banyumanik, dan Mijen. Lereng II memiliki kemiringan 2-5% dan mencakup Kecamatan Semarang Barat, Semarang Selatan, Candisari, Gajahmungkur, Gunungpati, dan Ngaliyan. Sementara Lereng III memiliki kemiringan 15–40% dan terdapat di wilayah Kecamatan Gunungpati. Selanjutnya, Lereng IV memiliki kemiringan lebih dari 50% dan mencakup sebagian wilayah Kecamatan Banyumanik di sebelah tenggara, sebagian wilayah Kecamatan

Gunungpati di sekitar Kali Garang dan Kali Kripik, serta sebagian wilayah Kecamatan Mijen (daerah Wonoplumbon).

Kota Semarang juga terdiri dari daerah pantai, dataran rendah, dan perbukitan sehingga dapat dibagi menjadi kota bawah dan kota atas. Bagian pegunungan memiliki ketinggian berkisar antara 90,56 hingga 348 meter di atas permukaan laut, dengan titik tertinggi terletak di Jatingaleh dan Gombel, Semarang Selatan, Tugu, Mijen, dan Gunungpati. Sementara itu, daerah dataran rendah memiliki ketinggian sekitar 0,75 meter di atas permukaan laut. Kawasan bagian bawah kota ini terdiri dari daerah pantai dan dataran rendah dengan kemiringan yang berkisar antara 0% hingga 5%, sedangkan bagian selatan merupakan wilayah dataran tinggi dengan kemiringan yang bervariasi dari 5% hingga 40%.

4.2. Curah Air Hujan Rata-Rata

Dalam menganalisa potensi sumur resapan dalam mengurangi run off sangat penting untuk menghitung curah hujan rata-rata di suatu wilayah. Curah hujan ini disebut curah hujan rata rata daerah, dan dihitung dengan mengukur atau menakar curah hujan di suatu stasiun hujan. Jika ada penakar curah hujan di suatu daerah, nilai rata-ratanya dihitung, yang ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 4.1 Curah Hujan Rata-rata Kota Semarang tahun 2020-2022

Bulan	Curah Hujan Rata - Rata Kota Semarang (Mm)		
	2020	2021	2022
Januari	301,30	273,00	329,00
Februari	393,20	694,00	337,00
Maret	231,80	122,00	165,00
April	291,60	131,00	134,00
Mei	267,40	205,00	191,00
Juni	22,10	134,00	231,00
Juli	71,80	15,00	126,00
Agustus	56,40	65,00	82,00
September	90,80	199,00	121,00
Oktober	160,80	119,00	307,00
November	240,40	349,00	284,00
Desember	380,10	173,00	357,00

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Semarang, (2023)

Tabel 4.2 Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Maksimum Rata-rata per Tahun

Bulan	Curah Hujan Rata - Rata Kota Semarang (Mm)		
	2020	2021	2022
Januari	301,30	273,00	329,00
Februari	393,20	694,00	337,00
Maret	231,80	122,00	165,00
April	291,60	131,00	134,00
Mei	267,40	205,00	191,00
Juni	22,10	134,00	231,00
Juli	71,80	15,00	126,00
Agustus	56,40	65,00	82,00
September	90,80	199,00	121,00
Oktober	160,80	119,00	307,00
November	240,40	349,00	284,00
Desember	380,10	173,00	357,00
Total	2507,7	2479,00	2664
Rata-rata	208,975	206,58	222,00

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Semarang, (2023)

Tabel 4.3 Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Maksimum Harian Rata-rata

Bulan	Curah Hujan Rata - Rata Kota Semarang (Mm)		
	2020	2021	2022
Januari	9,71	8,80	10,61
Februari	13,55	24,78	12,03
Maret	7,47	3,93	5,32
April	9,72	4,36	4,46
Mei	8,62	6,61	6,16
Juni	0,73	4,46	7,70
Juli	2,31	0,48	4,06
Agustus	1,81	2,09	2,64
September	3,02	6,63	4,03
Oktober	5,18	3,83	9,90
November	8,01	11,63	9,46
Desember	12,26	5,58	11,51
Total	82,39	83,18	87,88
Rata-rata	6.86	6,93	7,32

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Semarang, (2023)

Tabel 4.4 Rekapitulasi Perhitungan Curah Hujan Maksimum Rata-rata Perjam

Bulan	Curah Hujan Rata - Rata Kota Semarang (Mm)		
	2020	2021	2022
Januari	9,71	8,80	10,61
Februari	13,55	24,78	12,03
Maret	7,47	3,93	5,32
April	9,72	4,36	4,46
Mei	8,62	6,61	6,16
Juni	0,73	4,46	7,70
Juli	2,31	0,48	4,06
Agustus	1,81	2,09	2,64
September	3,02	6,63	4,03
Oktober	5,18	3,83	9,90
November	8,01	11,63	9,46
Desember	12,26	5,58	11,51
Total	82,39	83,18	87,88
Rata-rata	6.86	6,93	7,32

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Semarang, (2023)



BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Intensitas Hujan Maksimum Rata-Rata Menggunakan Metode Mononobe

Dalam perhitungan intensitas curah hujan rata-rata di suatu wilayah, metode yang digunakan adalah Metode Mononobe. Untuk mendapatkan nilai intensitas curah hujan, digunakan data rata-rata hujan per detik, yang merupakan jumlah hujan pada bulan tertentu untuk tahun tertentu, yang juga disebut sebagai curah hujan rata-rata maksimum harian. Nilai intensitas ini dapat diperoleh dengan menghitung parameter faktor, seperti curah hujan maksimum harian dalam 24 jam (R24) dan lama curah hujan (t). Berikut ini adalah perhitungan intensitas curah hujan dengan menggunakan Metode Mononobe:

a. Intensitas Curah Hujan 2020 (I)

Sesuai dengan hasil perhitungan curah hujan rata-rata perjam pada tabel 4.4 diatas maka nilai rata-rata curah hujan perjam tahun 2020 adalah $R_{24} = 0,281$. Selanjutnya untuk menghitung intensitas curah hujan tahun 2020 dengan metode Mononobe sesuai persamaan (2.2) sebagai berikut:

Untuk $t = 1$

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

$$I = \frac{0,281 \cdot 24}{24} \left(\frac{24}{1} \right)^{2/3}$$

$$I = 2,34 \text{ mm/jam}$$

b. Intensitas Curah Hujan 2021 (I)

Sesuai dengan hasil perhitungan curah hujan rata-rata perjam pada tabel 4.4 diatas maka nilai rata-rata curah hujan perjam tahun 2021 adalah $R_{24} = 0,284$

Selanjutnya untuk menghitung intensitas curah hujan tahun 2021 dengan metode Mononobe sesuai persamaan (2.2) sebagai berikut:

Untuk $t = 1$

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

$$I = \frac{0,284 \cdot 24}{24} \left(\frac{24}{1} \right)^{2/3}$$

$$I = 2,36 \text{ mm/jam}$$

c. Intensitas Curah Hujan 2022 (I)

Sesuai dengan hasil perhitungan curah hujan rata-rata perjam pada tabel 4.4 diatas maka nilai rata-rata curah hujan perjam tahun 2023 adalah $R_{24} = 0,300$

Selanjutnya untuk menghitung intensitas curah hujan tahun 2023 dengan metode Mononobe sesuai persamaan (2.2) sebagai berikut:

Untuk $t = 1$

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

$$I = \frac{0,300 \cdot 24}{24} \left(\frac{24}{1} \right)^{2/3}$$

$$I = 2,50 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan intensitas curah hujan tahun 2020-2022 tersebut hanya dalam waktu $t = 1$ jam saja, selanjutnya untuk mengetahui perhitungan intensitas curah hujan dalam waktu (t) 1-24 jam dapat dilihat pada tabel 5.1

Tabel 5.1 Rekapitulasi Intensitas Curah Hujan dalam 1-24 jam periode 2020-2022

Lama hujan t (jam)	Intensitas Curah Hujan (mm/jam) periode 2020-2022		
	2020	2021	2022
1	2,34	2,36	2,50
2	1,47	1,49	1,57
3	1,12	1,14	1,20
4	0,93	0,94	1,00
5	0,80	0,81	0,85
6	0,70	0,71	0,76
7	0,64	0,66	0,68
8	0,59	0,60	0,62
9	0,54	0,55	0,58
10	0,50	0,51	0,54
11	0,47	0,48	0,50
12	0,45	0,45	0,48
13	0,42	0,43	0,45
14	0,40	0,41	0,43
15	0,38	0,39	0,41
16	0,37	0,37	0,39
17	0,35	0,36	0,38
18	0,34	0,35	0,36
19	0,33	0,33	0,35
20	0,32	0,32	0,34
21	0,31	0,31	0,33
22	0,30	0,30	0,32
23	0,29	0,29	0,31
24	0,28	0,28	0,30

Sumber: Hasil analisis, (2023)

5.2. Kedalaman Air Tanah

Kedalaman air tanah di Kota Semarang berbeda-beda di setiap lokasi. Berdasarkan tabel 2.1 menunjukkan adanya kecenderungan semakin ke utara maka kedalaman air tanah semakin dangkal, hal ini terjadi karena pada bagian utara berdekatan dengan laut. Di Kota Semarang terdapat lima kelas kedalaman air tanah. Lima kelas memiliki kedalaman kurang dari 2 m, 2-5 m, 5-10 m, 10-20 m, dan lebih dari 20 m. Kedalaman airtanah rata-rata terletak di pusat wilayah Semarang yaitu 5-10 m. Berdasarkan hasil pengukuran resistivitas yang dilakukan oleh Putranto et al (2018)

menunjukkan bahwa di bawah permukaan terdiri dari material/aluvium seperti lempung sampai pasir, batuan sedimen (batupasir, batugamping, dan batulempung) dan produk vulkanik (breksi, breksi tufa, tuf, batupasir tufaan, dan lava). Aluvium terutama terletak di utara dan timur Semarang sedangkan batuan sedimen dan vulkanik, terdapat di bagian tengah dan selatan Semarang. Jadi, konduktivitas hidrolik adalah kisaran 10 m/d. Konduktivitas hidrolik tertinggi menunjukkan permeabilitas yang sangat baik, yaitu kerikil ke pasir.

Tabel 5.2 Kedalaman air tanah hotel dan apartemen di Kota Semarang

No	Nama Bangunan	Kedalaman Air Tanah (m)
1	The Pinnacle Louise Kienne	1.75
2	Gumaya Tower Hotel	0.50
3	Holiday Inn Express	1.50
4	Hotel Santika Premiere	0.75
5	Ciputra	0.50
6	Sentraland	1.25
7	Hotel Horison Nindya	7.50
8	Hotel HA-KA	1.50
9	Star Hotel	5.30
10	Marquis De Lafayette	1.20

Sumber: Syahputra, *et al.*(2021), Syahputra, *et al.* (2023)



Tabel 5.2 di atas menunjukkan kondisi muka air tanah saat tidak terjadi hujan, padahal berdasarkan SNI 03-2453-2002 disyaratkan tinggi muka Ketinggian air tanah minimal 1,50 meter pada musim hujan. ini artinya ada tujuh bangunan gedung hotel dan apartement di atas yang tidak memenuhi syarat untuk melakukan pembuangan pada sumur resapan yaitu Beberapa hotel di daerah tersebut termasuk Gumaya Tower Hotel, Holiday Inn Express, Hotel Santika Premiere, Ciputra, dan Sentraland Hotel.HA-KA, dan Marquis De Lafayette. Ada tiga bangunan yang bisa menerapkan system pembuangan dengan sumur resapan yaitu The Pinnacle Louis Kienne, Hotel Horison Nindya dan Star Hotel. Namun demikian satu diantaranya yaitu The Pinnacle Louis Kienne harus melakukan kombinasi antara sumur resapan dengan membuang ke saluran drainase kota, teknisnya adalah semua jenis air buangan baik yang berasal dari greywater dan blackwater yang keluar dari STP ataupun air buangan yang berasal dari air hujan dimasukkan ke dalam sumur resapan dan sisanya yang tidak bisa tertampung di sumur resapan maka overflow ke saluran drainase kota. Selain kedalaman muka air tanah minimal 1,50 m pada musin hujan sebagai syarat membuat sumur resapan, nilai permeabilitas tanah juga menjadi pertimbangan, nilai permeabilitas tanah dianjurkan

Kecepatan cairan dalam media berpori ini mencapai nilai setidaknya 2,0 cm/jam. Permeabilitas tanah bervariasi di berbagai lokasi dan menunjukkan kemampuan yang berbeda dalam kondisi jenuh.. Sebagian besar tanah di utara kota Semarang merupakan tanah alluvial, yang berasal dari alluvium yang diendapkan oleh aliran sungai. Tanah aluvial umumnya subur karena memiliki cukup air. Tanah ini biasanya ditemukan di hilir karena diangkut dari hulu. Tanah alluvial yang tersebar di bagian utara Kota semarang memiliki permeabilitas yang cukup baik.

5.3. Analisis Permeabilitas Tanah

Permeabilitas tanah di kota Semarang sangat berbeda-beda, setiap lokasi memiliki permeabilitas yang berbeda-beda tergantung dari faktor yang mempengaruhi. Kandungan komponen tekstur (pasir, debu dan liat), bahan organik dan penggunaan tanah berpengaruh terhadap permeabilitas tanah.

Daerah Kota Semarang merupakan daerah dataran rendah sehingga terdapat tanah berupa struktur pelapukan, sedimen dan alluvium yang dalam. Kondisi geologi Kota Semarang ditentukan berdasarkan satuan litologi sebagai berikut:

Bagian utara sebagian besar tertutup oleh endapan permukaan aluvial akibat terbentuknya Dataran Kaligarang. Termasuk lapisan pasir, tanah liat dan kerikil.

- a. Bagian selatan mengalami breksiasi lapisan litologi dan lava andesit, termasuk endapan vulkanik.
- b. Daerah perbukitan di sekitar Srandol Wetan dan Banyumanik terdiri dari berbagai lapisan batu vulkanik. diselingi lahar, tuf, batupasir dan tanah merah dengan ketebalan 50 sampai 200 meter.

Tabel 5.3 Permeabilitas Tanah di Kota Semarang

No	Lokasi	Permeabilitas Tanah (cm/jam)
1	Sebagian wilayah Kecamatan Semarang Selatan, Semarang Barat, Gunungpati, dan Mijen	< 0,36
2	Sebagian wilayah Tugu, Mijen, Semarang Timur dan Genuk	0,02 – 8,49
3	Sebagian wilayah Genuk, Semarang Tengah, Semarang Utara, Semarang Barat dan Tugu	16,82 – 508,33
4	Wilayah Kecamatan Mijen, Gunungpati dan Semarang Selatan	33,95 – 848,89

Sumber: Syahputra, *et al.*(2021), Syahputra, *et al.* (2023)

Berdasarkan data yang di dapat bangunan gedung hotel dan apartement semuanya berada pada daratan alluvial dengan tingkat permeabilitas tanah diatas 16,82 cm/jam. Pada tabel 5.4 dapat dilihat bahwa permeabilitas tanah diatas 16,82 cm/jam termasuk dalam katagori kelas cepat, artinya kemampuan tanah dalam melewati air termasuk cepat, namun demikian tujuh bangunan gedung hotel dan apartement

berada pada kedalaman muka air tanah yang kurang mendukung, sehingga tidak bisa diterapkan sistem pembuangan dengan sumur resapan.

Tabel 5.4 Klasifikasi permeabilitas tanah menurut Uhland dan O'Neil

No	Kelas	Permeabilitas (cm/ jam)
1	Sangat lambat	< 0,125
2	Lambat	0,125-0,50
3	Agak Lambat	0,50-2,00
4	Sedang	2,00-6,25
5	Agak Cepat	6,25-12,5
6	Cepat	12,5-25,00
7	Sangat Cepat	>25,00

Sumber: Uhland & O'Neil, (1951)

Sistem pembuangan air pada bangunan gedung hotel dan apartement tidak hanya memperhatikan kedalaman muka airtanah namun juga permeabilitas tanah juga mendapat perhatian. Kedua variable bebas (independent variable) ini memberikan kontribusi terhadap kebijakan didalam pengambilan keputusan. Menurut Syahputra *et.al* (2023) kebijakan sistem pembuangan air pada bangunan gedung hotel dan apartement terdiri dari beberapa kemungkinan :

- bangunan gedung hotel dan apartement dapat membuang air buangnya ke sumur resapan apabila terpenuhi syarat minimum kedalaman airtanah dan permeabilitasnya
- bangunan gedung hotel dan apartement dapat membuang air buangnya ke sumur resapan dan saluran drainase kota apabila syarat minimum kedalaman airtanah terpenuhi tetapi permeabilitas tanah tidak terpenuhi
- bangunan gedung hotel dan apartement dapat membuang air buangnya ke sumur resapan dan saluran drainase kota apabila kedalaman airtanah tidak memenuhi tetapi permeabilitas tanah terpenuhi

- d. bangunan gedung hotel dan apartement hanya dapat membuang air buangan ke saluran drainase kota apabila kedalaman air tanah dan permeabilitas tanah tidak memenuhi;
- e. bangunan gedung hotel dan apartement dapat membuang air buangnya ke badan air penerima (air permukaan) apabila kedalaman air tanah dan permeabilitas tanah tidak memenuhi, fungsi badan air penerima ini sebagai retensi untuk menambah cadangan air tanah.

5.4. Analisis Debit Limpasan (*Run Off*)

Analisis debit limpasan dilakukan dengan mengolah data hujan dari tahun 2020–2022. Ini didasarkan pada data curah hujan selama tiga tahun yang tidak terputus, yang memenuhi hasil analisis frekuensi dan dapat digunakan untuk analisis minimal. Selain data curah hujan, kami membutuhkan data topografi untuk menentukan luas area yang diteliti, serta panjang lereng (L) dan kemiringan lereng (S). Kami menemukan bahwa semua bangunan hotel dan apartemen berada di area penelitian, dengan panjang lereng 0,245 km dan kemiringan lereng 0,5%. Data ini digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi (t_c) sesuai dengan persamaan (2.1) berikut:

$$t_c = \left(\frac{0,87 \cdot L^2}{1000 \cdot S} \right)^{0,385}$$

$$t_c = \left(\frac{0,87 \cdot 0,245^2}{1000 \cdot 0,5} \right)^{0,385}$$

$$t_c = 0,02 \text{ jam}$$

Dengan menggunakan siklus berulang dua tahun, curah hujan 24 jam tertinggi adalah 82,76 mm. Nilai ini kemudian digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan dengan menggunakan metode Mononobe. Hasil untuk periode dua tahun yang lalu dengan menggunakan persamaan (2.2) sebagai berikut:

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

$$I = \frac{82,76}{24} \left(\frac{24}{0,22} \right)^{2/3}$$

$$= 389,40 \text{ mm/jam}$$

Data selanjutnya untuk menentukan besaran *run off* pada bangunan hotel dan apartemen yang menggunakan sumur resapan adalah dengan menentukan koefisien limpasan (C) . Metode yang di lakukan dengan metode Hassing. Pemilihan metode ini berdasarkan lokasi penelitian yang berada di dataran rendah Kota Semarang sehingga metode yang cocok di gunakan adalah metode Hassing.

Tabel 5.5 Nilai Koefisien Limpasan Metode Hassing

No	Topografi (Ct)	C	Ct	C = Ct+Cs+Cv	
1	Datar (<1%)	0,03	0,3	0,47	
2	Bergelombang (1-10%)	0,08			
3	Perbukitan (10-20%)	0,16			
4	Pegunungan (>20%)	0,26			
	Tanah (Cs)	C			
1	Pasir dan Kerikil	0,04	0,16		
2	Lempung berpasir	0,08			
3	Lempung dan lanau	0,16			
4	Lapisan batu	0,26			
	Vegetasi (Cv)	C			
1	Hutan	0,04	0,28		
2	Pertanian	0,11			
3	Rerumputan	0,21			
4	Tanpa Tanaman	0,28			

Sumber: Hassing, (1995)

Karena kondisi topografi didominasi oleh bentuk dataran rendah, faktor topografi berkontribusi terbesar pada hasil koefisien limpasan metode Hassing dengan Ct 0,03. Nilai koefisien limpasan dapat dihitung dengan metode Hassing dengan menjumlahkan nilai Ct, Cs, dan Cv sesuai dengan kondisi lokasi penelitian.

Nilai koefisien aliran (C) yang digunakan dalam analisis berdasarkan metode Hassing disajikan pada Tabel 5.5. Berdasarkan data yang di dapat bangunan

gedung hotel dan apartement semuanya berada pada lokasi penelitian area dengan kondisi topografi datar, kondisi tanah lempung dan vegetasi tanpa tanaman sehingga koefisien limpasan (C) dengan persamaan (2.3) $C_t + C_s + C_v$ diperoleh $0,03 + 0,16 + 0,28 = 0,47$

Tabel 5.6 Luas Daerah Pengairan bangunan hotel dan apartement

No	Nama Bangunan	Kegunaan	Jumlah Lantai	Luas Daerah Pengairan A (km ²)
1	The Pinnacle Louis Kienne	Hotel & Apartement	22 + 1 basement	0,0026
2	Gumaya Tower Hotel	Hotel	14	0,0038
3	Holiday Inn Express	Hotel	16 + 1 basement	0,0011
4	Hotel Santika Premiere	Hotel	12	0,012
5	Ciputra	Hotel & Mall	12	0,090
6	Sentraland	Mixed used & Apartement	19 + 1 basement	0,0065
7	Hotel Horison Nindya	Hotel	11 + 1 basement	0,0037
8.	Hotel HA-KA	Hotel	9	0,0008
9.	Star Hotel	Hotel & Apartement	31	0,0020
10.	Marquis De Lafayette	Hotel & Mall	21	0,0036

Sumber: Hasil Pengumpulan Data, (2021)

Nilai C, I dan A yang sudah diperoleh kemudian digunakan untuk menghitung debit limpasan yang ada di bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang dengan persamaan (2.4) sebagai berikut:

a) The Pinnacle Louis Kienne

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

$$Q_r = 0,278 \times 0,47 \times 389,40 \times 0,0026$$

$$Q_r = 0,13 \text{ m}^3/\text{det}$$

b) Gumaya Tower Hotel

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

$$Q_r = 0,278 \times 0,47 \times 389,40 \times 0,0038$$

$$Q_r = 0,19 \text{ m}^3/\text{det}$$

c) Holiday Inn Express

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

$$Q_r = 0,278 \times 0,47 \times 389,40 \times 0,0011$$

$$Q_r = 0,05 \text{ m}^3/\text{det}$$

d) Hotel Santika Premiere

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

$$Q_r = 0,278 \times 0,47 \times 389,40 \times 0,012$$

$$Q_r = 0,61 \text{ m}^3/\text{det}$$

e) Ciputra

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

$$Q_r = 0,278 \times 0,47 \times 389,40 \times 0,090$$

$$Q_r = 4,57 \text{ m}^3/\text{det}$$

f) Sentraland

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

$$Q_r = 0,278 \times 0,47 \times 389,40 \times 0,0065$$

$$Q_r = 0,33 \text{ m}^3/\text{det}$$

g) Hotel Horison Nindya

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

$$Q_r = 0,278 \times 0,47 \times 389,40 \times 0,0037$$

$$Q_r = 0,18 \text{ m}^3/\text{det}$$

h) Hotel HA-KA

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

$$Q_r = 0,278 \times 0,47 \times 389,40 \times 0,0008$$

$$Q_r = 0,40 \text{ m}^3/\text{det}$$

i) Star Hotel

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

$$Q_r = 0,278 \times 0,47 \times 389,40 \times 0,0020$$

$$Q_r = 0,10 \text{ m}^3/\text{det}$$



j) Marquis De Lafayette

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

$$Q_r = 0,278 \times 0,47 \times 389,40 \times 0,0036$$

$$Q_r = 0,18 \text{ m}^3/\text{det}$$

5.5. Analisis Potensi Debit Air Sumur Resapan

Jumlah air limbah yang dapat diserap oleh sumur rembesan di wilayah studi dapat dihitung berdasarkan jumlah limpasan dan kondisi tanah yang dianalisis. Luas sumur dengan diameter 1 m adalah 10,21 m², menurut SNI 03-2453-2002. Koefisien permeabilitas berkisar antara 16,82 dan 508,33 cm/jam, jadi koefisien terbesar dapat digunakan untuk menghitung jumlah sumur minimal dan koefisien terkecil dapat digunakan untuk menghitung jumlah air yang dapat diresapkan melalui sumur resapan. Luas permukaan (A) (m²) dan koefisien permeabilitas (v) (m/jam) dapat digunakan untuk menghitung jumlah air yang dapat diserap oleh tanah. Bandingkan analisis potensi debit air sumur resapan dengan persamaan (2.5) sebagai berikut:

$$Q = A \cdot v$$

Debit dengan permeabilitas tanah 16,82 cm/jam = 0,168 m/jam

$$Q = A \cdot v$$

$$Q = 10,21 \times 0,168$$

$$Q = 1,71 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Debit dengan permeabilitas tanah 508,33 cm/jam = 5,0833 m/jam

$$Q = A \cdot v$$

$$Q = 10,21 \times 5,083$$

$$Q = 51,89 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Berdasarkan SNI 03-2453-2002 dan pengumpulan data yang di dapat, Dari 10 bangunan hotel dan apartement di Kota Semarang hanya terdapat 3 bangunan hotel dan apartement yang memenuhi syarat untuk pembuangan menggunakan sumur resapan. 7 hotel dan apartement yang tidak memenuhi persyaratan untuk

pembuangan menggunakan sumur resapan selanjutnya akan menggunakan sistem pembuangan melalui drainase Kota Semarang. Rekapitulasi hotel dan apartement yang layak atau tidak layak menggunakan sumur resapan dapat dilihat pada tabel 5.7 berikut:

Tabel 5.7 Rekapitulasi hotel dan apartement yang layak atau tidak layak menggunakan sumur resapan

No	Nama Bangunan	Layak	Tidak Layak
1	The Pinnacle Louise Kienne	✓	
2	Gumaya Tower Hotel		✓
3	Holiday Inn Express		✓
4	Hotel Santrika Premiere		✓
5	Ciputra		✓
6	Sentraland		✓
7	Hotel Horison Nindya	✓	
8	Hotel HA-KA		✓
9	Star Hotel	✓	
10	Marquis De Lafayette		✓

Sumber: Hasil Pengolahan Data, (2023)

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Berikut adalah kesimpulan yang diperoleh dari hasil analisis, pembahasan, dan data yang telah diperoleh:

- a. Berdasarkan syarat kedalaman air tanah dan permeabilitas tanah terdapat tujuh bangunan gedung hotel dan apartement yang tidak layak melakukan sistem pembuangan air dengan sumur resapan. Beberapa hotel di daerah tersebut termasuk Gumaya Tower Hotel, Holiday Inn Express, Hotel Santika Premiere, Ciputra, dan Sentraland Hotel. HA-KA, dan Marquis De Lafayette sedangkan sisanya sebanyak tiga gedung adalah layak yaitu: The Pinnacle Louis Kienne, Hotel Horison Nindya dan Star Hotel.

Nilai debit limpasan (*run off*) pada bangunan hotel dan apartement di Kota Semarang yang layak menggunakan sumur resapan adalah The Pinnacle Louis Kienne $0,13 \text{ m}^3/\text{det}$, Hotel Horison Nindya $0,18 \text{ m}^3/\text{det}$, serta Hotel Star $0,10 \text{ m}^3/\text{det}$.

- b. Berdasarkan debit limpasan dan kondisi tanah yang sudah di analisis maka diperoleh nilai debit air yang meresap melalui sumur resapan dengan permeabilitas minimum $0,168 \text{ m/jam}$ sebesar $1,71 \text{ m}^3/\text{jam}$ dan nilai debit air yang meresap melalui sumur resapan dengan permeabilitas maksimum $5,083 \text{ m/jam}$ sebesar $51,89 \text{ m}^3/\text{jam}$

6.2. Saran

Dari hasil perhitungan dan pembahasan, penulis ingin memberikan beberapa saran kepada pembaca sebagai berikut:

- a. Sebaiknya di tambahkan Membangun kolam di lahan kosong untuk mendukung sumur rembesan lebih maksimal dalam mengurangi limpasan (*run off*). Berdasarkan data kedalaman tanah dan nilai permeabilitas 7 bangunan yang tidak layak menggunakan sumur resapan dianjurkan untuk menggunakan rain water harvesting untuk mengurangi limpasan yang berada di sekitar bangunan tersebut.
- b. Karena nilai permeabilitas sangat mempengaruhi penyerapan air, sebaiknya dibuat sumur retensi pada daerah dengan nilai permeabilitas 2 cm/jam



DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. (2002). Standar Nasional Indonesia Nomor 03-2453- 2002.
- Bahunta, L., Waspodo, R. S. B. (2019). Rancangan Sumur Resapan Air Hujan Sebagai Upaya Pengurangan Limpasan di Kampung Babakan, Cibinong, Kabupaten Bogor.
- Bowles, J.S. (1991). Sifat-Sifat Fisis dan Geoteknik Tanah (Mekanika Tanah), edisi kedua, Erlangga, Jakarta.
- Dirman, E. N. (2018). Studi Rancangan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Mengatasi Genangan Air Pada Perumahan Moncongloe Kabupaten Maros.
- Duppa, H. (2017). Sumur Resapan Untuk Mengurangi Genangan Air dan Banjir.
- Hardiyatmo, H. C. (2001). Prinsip-prinsip Mekanika Tanah dan Soal Penyelesaian I. Yogyakarta : Beta Offset.
- Herwindo, W., Bumi, I. S., Suhardi., Bahri, S., Patiroid, A. (2023). Pengendalian Limpasan Air Hujan di Rusun Mahasiswa Kampus 2 Politeknik PU Semarang.
- Home Design and Ideas.* (2009). *Design dan Potongan-Potongan Sumur Resapan.*
<https://www.hdesignideas.com/2009/12/sumur-resapan.html>.

Imamuddin, M., & Hanif, B. A. (2017). Penggunaan Metode Falling Head Dalam Menentukan Daya Serap Air Untuk Mereduksi Genangan Di Kampus Ft-UMJ.

Indramaya, E. A., Purnama, Ig. L. S. (2013). Perancangan Sumur Resapan Air Hujan Sebagai Salah Satu Usaha Konserfasi Air Tanah di Perumahan Dayu Baru Kabupaten Sleman DIY.

Iriani, K., & Gunawan, A. (2013). Perencanaan Sumur Resapan Air Hujan Untuk Konservasi Air Tanah Di Daerah Permukiman (STUDI KASUS DI PERUMAHAN RT. II, III, DAN IV PERUMNAS LINGKAR TIMUR BENGKULU)

Kusnaedi. (2007). Sumur Resapan untuk pemukiman perkotaan dan pedesaan. Jakarta: Penebar Swadaya.

Muchtar, H. (2019). Karakteristik Fisik Kota Semarang. <https://hardiwinoto.com/karakteristik-kota-semarang/>



Muharomah, R., & Putranto, D. D. A. (2021). Analisis Run Off Sebagai Dampak Perubahan Lahan Sekitar Pembangunan Underpass Simpang Patal Palembang Dengan Memanfaatkan Teknik GIS.

Penhen, N., Hartati, T. M., Ladjinga, E. (2022). Penentuan Laju Infiltrasi dan Permeabilitas Tanah Pada Beberapa Penggunaan Lahan di Kelurahan Jambula. Prosiding Seminar Nasional Agribisnis vol. 2, no. 1, 2022.

Pewedhi. (2017). Menghitung Debit Puncak (Q) dan Koefisien Run off (C). <https://pewedhi.wordpress.com/2017/02/28/menghitung-debit-puncak-q-dan-koefisien-run-off-c/>

Putranto, et al. (2018). Hasil Pengukuran Resistivitas Kedalaman Air Tanah di Kota Semarang.

Samaawa, A., & Hadi, M. P. (2016). Estimasi Debit Puncak Berdasarkan Beberapa Metode Penentuan Koefisien Limpasan Di Sub Das Kedung Gong, Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta.

Syahputra, B., Kiono, B. F. T., Sudarno, (2021). *The effect of land subsidence on the selection of raw water sources in hotel and apartment buildings in Semarang city*. IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 896 012033. DOI 10.1088/1755-1315/896/1/012033

Syahputra, B., Kiono, B. F. T., Sudarno, (2023). *The Influence of Groundwater Level on Water Disposal Systems in Hotels and Apartments in Semarang City*. AIP Converrence Proceedings 2 June 2023; 2738 (1): 030042. <https://doi.org/10.1063/5.0140140>



