

TUGAS AKHIR

**PEMANFAATAN *RAINWATER HARVESTING* SEBAGAI
UPAYA UNTUK KONSERVASI AIR PADA BANGUNAN
HOTEL DAN APARTEMEN DI KOTA SEMARANG**

Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan dalam Menyelesaikan

Program Sarjana Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung



Disusun Oleh :

Rizqi Maulana Deta Putra

NIM : 30202000178

Yafie Tsani

NIM : 30202000207

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

2023

i

LEMBAR PENGESAHAN

PEMANFAATAN *RAINWATER HARVESTING* SEBAGAI UPAYA UNTUK
KONSERVASI AIR PADA BANGUNAN HOTEL DAN APARTEMEN DI
KOTA SEMARANG



Rizqi Maulana Deta Putra
NIM : 30202000178

Yafie Tsani
NIM : 30202000207

Telah disetujui dan disahkan di Semarang, 4 Desember 2023

Tim Penguji

Tanda Tangan

1. **Benny Syahputra, ST, MSi**
NIDN: 0607027203
2. **Ir. Gata Dia Asfari, MT**
NIDN: 0628055801
3. **Ari Sentani, ST., M.Sc**
NIDN: 0604028502

Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik

Universitas Islam Sultan Agung

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

NIDN: 0625059102

BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR

Nomor: 06 / A.2 / SA – T / X / 2023

Pada hari ini tanggal 4 Desember 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,MSi.
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Utama
2. Nama : Ir. Gata Dian Asfari ,MT
Jabatan Akademik : Lektor
Jabatan : Dosen Pembimbing Pendamping

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

Rizqi Maulana Deta Putra
NIM : 30202000178

Yafie Tsani
NIM : 30202000207

Judul : Pemanfaatan *RainWater Harvesting* Sebagai Upaya Untuk Konservasi Air Air Pada Bangunan Hotel Dan Apartemen Di Kota Semarang

Dengan tahapan sebagai berikut :

No	Tahapan	Tanggal	Keterangan
1	Penunjukan dosen pembimbing	11/09/2023	
2	Seminar Proposal	11/10/2023	ACC
3	Pengumpulan data	19/09/2023	
4	Analisis data	12/10/2023	
5	Penyusunan laporan	14/09/2023	
6	Selesai laporan	04/12/2023	ACC

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

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Pendamping

Benny Syahputra ,ST,MSi.

Ir. Gata Dian Asfari ,MT

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Sipil

Muhamad Rusli Ahyar, ST., M.Eng.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : RIZQI MAULANA DETA PUTRA

NIM : 30202000178

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

“PEMANFAATAN RAINWATER HARVESTING SEBAGAI UPAYA UNTUK KONSERVASI AIR PADA BANGUNAN HOTEL DAN APARTEMEN DI KOTA SEMARANG”

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Semarang, 4 Desember 2023

g membuat pernyataan,



Rizqi Maulana Deta Putra

NIM : 30202000178



PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

NAMA : YAFIE TSANI

NIM : 30202000207

dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir yang berjudul :

“PEMANFAATAN *RAINWATER HARVESTING* SEBAGAI UPAYA UNTUK KONSERVASI AIR PADA BANGUNAN HOTEL DAN APARTEMEN DI KOTA SEMARANG”

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

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.



PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : RIZQI MAULANA DETA PUTRA

NIM : 30202000178

JUDUL TUGAS AKHIR : PEMANFATAN *RAINWATER HARVESTING*
SEBAGAI UPAYA UNTUK KONSERVASI AIR
PADA BANGUNAN HOTEL DAN
APARTEMEN DI KOTA SEMARANG

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya 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 saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 4 Desember 2023

Yang membuat pernyataan,


Maulana Deta Putra

NIM : 30202000178

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

NAMA : Yafie Tsani

NIM : 30202000207

JUDUL TUGAS AKHIR : PEMANFATAN *RAINWATER HARVESTING* SEBAGAI UPAYA UNTUK KONSERVASI AIR PADA BANGUNAN HOTEL DAN APARTEMEN DI KOTA SEMARANG

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli saya sendiri. Saya 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 saya bersedia menerima sanksi akademik sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Demikian pernyataan ini saya buat.

Semarang, 4 Desember 2023

Yang membuat pernyataan,


Yafie Tsani

NIM : 30202000207

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)

“Sesungguhnya Allah tidak akan merubah keadaan suatu kaum sehingga mereka merubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri”

(QS. Ar Ra’ad Ayat 11)

“Dan bahwasannya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang telah diusahakannya”

(QS. AN Najm Ayat 39)

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

(Umar bin Khattab)

Rizqi Maulana Deta Putra

NIM : 30202000178

MOTTO

“Kami wasiatkan kepada manusia agar berbuat baik kepada kedua orang tuanya. Ibunya telah mengandungnya dengan susah payah dan melahirkannya dengan susah payah (pula). Mengandung sampai menyapihnya itu selama tiga puluh bulan. Sehingga, apabila telah dewasa dan umurnya mencapai empat puluh tahun, dia (anak itu) berkata, "Wahai Tuhanku, berilah petunjuk agar aku dapat mensyukuri nikmat-Mu yang telah Engkau anugerahkan kepadaku dan kepada kedua orang tuaku, dapat beramal saleh yang Engkau ridai, dan berikanlah kesalehan kepadaku hingga kepada anak cucuku. Sesungguhnya aku bertobat kepada-Mu dan sesungguhnya aku termasuk orang-orang muslim”

(Q.S. Al-Ahqaf ayat 15)



Yafie Tsani
NIM: 30202000207

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, Bapak Takhriuddin, SE dan Ibu Deni Saryem Neno, serta kedua adik saya Zalfa Zain Deta Putra dan Dzakir Khafadi Deta Putra dan keluarga besar saya yang sudah memberikan semangat, motivasi, dukungan materi, pendidikan mental, dan doa disetiap langkah yang saya lewati, sehingga saya bisa menyelesaikan Tugas Akhir ini.
2. Bapak Benny Syhaputra, ST, Msi dan Ibu Ir. Gata Dian Asfari, MT. selaku dosen pembimbing saya yang telah sabar memberikan saya ilmu dalam pembuatan laporan ini.
3. Dosen dan Staf Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang yang telah memberi ilmu serta arahan kepada saya.
4. Yafie Tsani selaku rekan saya yang telah berjuang, bekerja keras bersama dan sabar dalam menyusun Tugas Akhir ini.
5. Teman istimewa saya Vebri Anindiya Putri Dewi, terimakasih selama ini selalu menemani, memberikan motivasi, dukungan serta memberikan hal-hal positif kepada saya.
6. Teman-teman seperjuangan saya khususnya teman teman HMJ*S Agil, Santoso, Vebri, Dwi, Yoga, Yafi, Alfin, Kevin, Adam, M dan Barra yang selalu memberikan semangat, motivasi serta dukungannya.
7. Teman-teman dekat saya, penghuni Kontrakan Brodie House Krisna Majid Bisri, M. Azrul Ifani, Dedy Prasetyo, Adam Jafar Saputra, M. Yusran, Seftian Wira, Yoga Wahyu Pratama, dan Guspriyadi Agil Sabara yang sudah menemani dan mendengar keluh kesah saya.
8. Teman-teman Angkatan 2020 Fakultas Teknik khususnya kelas Sipil B dan seluruh keluarga besar Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Rizqi Maulana Deta Putra

NIM: 30202000178

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. Ibu, Ibu, Ibu dan Ayah saya (Ibu Tri Umiyati dan Bapak Edi Susanto) yang selalu mendukung saya dalam kondisi dan keadaan apapun. Yang selalu mendoakan saya setiap waktu. Yang selalu memberikan kasih dan sayangnya setiap hari. Yang selalu menemani saya di setiap langkah. Dan yang selalu memberikan saya arahan ketika tersat pada jalan yang salah.
2. Bapak Benny Syhaputra, ST, Msi dan Ibu Ir. Gata Dian Asfari, MT. selaku dosen pembimbing saya yang telah sabar memberikan saya ilmu dalam pembuatan laporan ini.
3. Rekan tugas akhir saya, Rizqi Maulana Deta Putra, terimakasih telah bekerja sama dengan baik untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Teman dekat saya Oji, Piki, Poke D, Ayas, T dan Kahim yang selalu mendukung saya.
5. Teman - teman dari HMJ*S periode 2021 – 2022 dan 2022 – 2023 yang selalu memberikan hiburan dan menemani saya.
6. Mahasiswi bernama Wiwit Wahyuningrum dengan NIM 30202000206 yang selalu kebersamai saya ketika mengerjakan tugas akhir ini. Trimakasih sudah menjadi rumah kedua saya setelah orang tua saya. Terimakasih untuk segala bentuk pemberian yang telah diberikan.
7. Teman-teman semua dari Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil angkatan 2020 yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Terakhir untuk diri saya sendiri Yafie Tsani yang sudah jauh melangkah sampai sejauh ini.

Yafie Tsani

NIM: 30202000207

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 “Pemanfaatan *RainWater Harvesting* sebagai upaya untuk Konservasi Air pada Bangunan Hotel dan Apartemen 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 Dr. Abdul Rochim, ST., MT., 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, MSi., selaku Dosen Pembimbing utama yang telah memberikan arahan, ilmu serta bimbingan dalam pembuatan Laporan Tugas Akhir ini;
4. Ibu Ir. Gata Dian Asfari, 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 2020 Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Islam Sultan Agung Semarang;
7. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyesuaian Tugas Akhir ini.

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, 4 Desember 2023

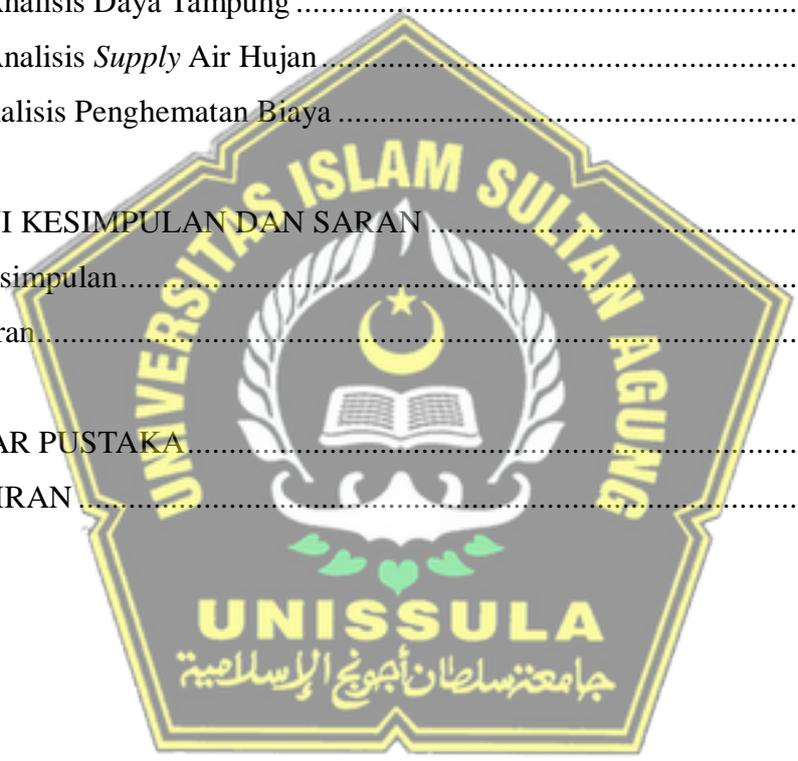
Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
USULAN TUGAS AKHIR	iii
BERITA ACARA BIMBINGAN TUGAS AKHIR	iv
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	v
PERNYATAAN KEASLIAN	vii
MOTTO.....	ix
PERSEMBAHAN.....	xi
KATA PENGANTAR.....	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xix
ABSTRAK	xx
ABSTRACT	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	2
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Tujuan Masalah.....	2
1.4. Manfaat Penelitian.....	2
1.5. Batasan Masalah	2
1.6. Keaslian Penelitian.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1. Hujan	6
2.2. Manfaat Hujan	7
2.3. <i>Rainwater Harvesting</i>	9
2.3.1. <i>Roof Top Rainwater Harvesting</i>	9
2.3.2. Sistem Permukaan Tanah (<i>Land Cathmennt Area</i>).....	10
2.4. Peraturan Pengelolaan Air Hujan.....	10

2.5. Penerapan Sistem <i>Rainwater Harvesting</i>	12
2.6. Analisis hidrologi.....	14
2.6.1. Curah Hujan Daerah Rata – Rata	15
2.6.2. Perhitungan Waktu Konsentrasi	17
2.6.3. Intensitas Curah Hujan.....	17
2.6.4. Perhitungan Nilai Koefisien Limpasan Menggunakan Metode Hassing ..	18
2.6.5. Perhitung Debit Limpasan (<i>Runoff</i>).....	19
2.6.6. Dimensi <i>Rainwater Harvesting</i>	19
2.6.7. Kebutuhan Air pada bangunan	20
2.6.8. <i>Supply</i> Air Hujan	21
2.6.9. Pembiayaan PERUMDA AIR MINUM.....	22
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1. Lokasi Penelitian.....	24
3.2. Metode Pengumpulan Data	24
3.3. Tahapan Penelitian	25
3.3.1 Tahap I Penelitian	26
3.3.2 Tahap II Penelitian.....	26
3.3.3 Tahap III Analisis Data	26
3.3.3.1. Analisis Kebutuhan Air Baku	27
3.3.3.2. Analisis Air Hujan Untuk Sumber Air Baku	27
3.3.3.3. Analisis Penghematan Biaya	29
3.4. Alur Penelitian.....	30
BAB IV GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN	31
4.1 Tinjauan Umum	31
4.1.1 Kondisi Geografis	31
4.1.2 Kondisi Hidrologi	32
4.1.3 Kondisi Topografi.....	33
4.2 Analisis Curah Hujan	35

BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	39
5.1 Analisis Kebutuhan Air Baku pada Hotel Dan Apartemen	39
5.3.1. Analisis Jumlah Penghuni	39
5.3.2. Analisis Kebutuhan Air	40
5.2 Analisis Air Hujan untuk Sumber Air Baku	41
5.2.1. Waktu Konsentrasi	41
5.2.2. Analisis Intensitas Curah Hujan Menggunakan Metode Mononobe	41
5.2.3. Analisis Nilai Koefisien Limpasan Menggunakan Metode Hassing	44
5.2.4. Analisis Debit Limpasan (<i>Runoff</i>)	46
5.2.5. Analisis Daya Tampung	47
5.2.6. Analisis <i>Supply</i> Air Hujan	48
5.3 Analisis Penghematan Biaya	50
 BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	 53
6.1 Kesimpulan	53
6.2 Saran	54
 DAFTAR PUSTAKA	 55
LAMPIRAN	58



DAFTAR TABEL

Tabel 1.1. Keaslian Penelitian.....	4
Tabel 2.1 Tingkat hujan berdasarkan intensitasnya	7
Tabel 2.2 Skala prioritas pengelolaan air hujan.....	11
Tabel 2.3 Tabel kelebidahn dan kekurangan tangki penyimpanan	13
Tabel 2.4 Nilai koefisien limpasan metode hassing	18
Tabel 2.5 Kebutuhan air pada bangunan	21
Tabel 2.6 Tarif air minum perumda air minum Kota Semarang tahun 2019.....	23
Tabel 3.1. Sampel penelitian hotel dan apartemen di Kota Semarang.....	25
Tabel 4.1 Data curah hujan tahun 2012 – 2022	36
Tabel 4.2 Rekapitulasi perhitungan curah hujan rata – rata kota semarang	37
Tabel 4.3 Rekapitulasi perhitungan curah hujan rata – rata per hari.....	38
Tabel 5.1 Rekapitulasi jumlah penghuni (orang)	39
Tabel 5.2 Rekapitulasi kebutuhan air pada bangunan (liter)	40
Tabel 5.3 Rekapitulasi intensitas curah hujan (t = 1 – 24 jam).....	43
Tabel 5.4 Nilai koefisien limpasan metode hassing	45
Tabel 5.5 Rekapitulasi perhitungan debit limpasan (Qr).....	46
Tabel 5.6 Rekapitulasi dimensi RWH	47
Tabel 5.7 Rekapitulasi <i>supply</i> air hujan.....	49
Tabel 5.8 Rekapitulasi penghematan biaya	51
Tabel 6.1. Rekapitulasi kebutuhan air pada bangunan (liter)	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Roof top rainwater harvesting</i>	9
Gambar 2.2 <i>Land cathment area</i>	10
Gambar 2.3 Metode poligon theissen	16
Gambar 2.4 Metode garis isohyet.....	16
Gambar 3.1 Peta Lokasi Bangunan.....	24b
Gambar 3.2 Alur penelitian	30
Gambar 4.1 Peta hidrologi Kota Semarang	33
Gambar 4.2 Peta topografi Kota Semarang.....	34



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	58
Lampiran 1 : Perhitungan jumlah penghuni	69
Lampiran 2 : Perhitungan kebutuhan air	60
Lampiran 3 : Perhitungan debit limpasan (<i>Runoff</i>).....	61
Lampiran 4 : Perhitungan ukuran RWH	62
Lampiran 5 : Perhitungan <i>supply</i> air hujan	63
Lampiran 6 : Perhitungan penghematan biaya	67
Lampiran 7 : Gambar Bangunan Sampel	72



PEMANFAATAN *RAINWATER HARVESTING* SEBAGAI UPAYA UNTUK KONSERVASI AIR PADA BANGUNAN HOTEL DAN APARTEMEN DI KOTA SEMARANG

Abstrak

Konservasi air telah menjadi kebutuhan mendesak di tengah meningkatnya kebutuhan akan air bersih. Penelitian ini mengusulkan penerapan sistem Rainwater Harvesting (RWH) sebagai solusi untuk mengurangi tekanan terhadap pasokan air bersih di bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penghematan biaya dengan menerapkan sistem RWH dalam mengumpulkan, menyimpan, dan memanfaatkan air hujan untuk kebutuhan air baku dalam bangunan. Metode penelitian ini menggunakan analisis kuantitatif dengan mengumpulkan data curah hujan dalam waktu 10 tahun, perhitungan intensitas curah hujan yang menggunakan metode mononobe, dan data satuan harga perliter pada PERUMDA AIR MINUM. Dengan hasil analisis yang kami perhitungkan dalam pemanfaatan RWH kami mengambil 10 sampel bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang. Hasil menunjukkan bahwa RWH yang memiliki potensi ideal pada Hotel Ciputra yaitu dengan tingkat presentase 23,9% untuk konservasi air baku. Sedangkan, pada 9 hotel dan apartemen lainnya hanya mampu menggantikan kebutuhan air baku sebesar kurang dari 10%. Hal ini membuat penerapan sistem pemanenan air hujan kurang efektif. Sedangkan untuk penghematan biaya terbesar terjadi pada Hotel Ciputra yang mampu menekan biaya penggunaan PERUMDA AIR MINUM sebesar Rp.56.752.859 dari pembiayaan PERUMDA AIR MINUM sebesar Rp 237,535,200. Penelitian ini mengusulkan agar Hotel Ciputra bisa menerapkan sistem ini dikarenakan akan sangat membantu dalam mencukupi kebutuhan air yang harus disediakan. Sedangkan untuk 9 hotel dan apartemen lainnya bisa mempertimbangkan sistem RWH dengan mempertimbangkan luasan RWT yang dibuat.

Kata Kunci: *Konservasi Air; RainWater Harvesting; Mononobe; Hotel; Apartemen; Kota Semarang.*

USE OF RAINWATER HARVESTING AS AN EFFORT FOR WATER CONSERVATION IN HOTEL AND APARTMENT BUILDINGS IN THE CITY OF SEMARANG

Abstract

Water conservation has become an urgent need amidst the increasing need for clean water. This research proposes the application of a Rainwater Harvesting (RWH) system as a solution to reduce pressure on clean water supplies in hotel and apartment buildings in Semarang City. The aim of this research is to determine cost savings by implementing the RWH system in collecting, storing and utilizing rainwater for raw water needs in buildings. This research method uses quantitative analysis by collecting rainfall data within 10 years, calculating rainfall intensity using the mononobe method, and unit price data per liter at PERUMDA AIR MINUM. With the results of the analysis that we took into account in the use of RWH, we took 10 samples of hotel and apartment buildings in Semarang City. The results show that RWH has ideal potential at the Ciputra Hotel, namely with a percentage level of 23.9% for raw water conservation. Meanwhile, 9 other hotels and apartments were only able to replace raw water needs by less than 10%. This makes the implementation of a rainwater harvesting system less effective. Meanwhile, the biggest cost savings occurred at the Ciputra Hotel which was able to reduce the cost of using PERUMDA AIR MINUM by IDR 56,752,859 from PERUMDA AIR MINUM financing of IDR 237,535,200. This research proposes that the Ciputra Hotel can implement this system because it will be very helpful in meeting the water needs that must be provided. Meanwhile, for the other 9 hotels and apartments, you can consider the RWH system by considering the area of the RWT being created.

Keyword: Rainwater; Water Conservation; RainWater Harvesting; Mononobe; Hotel; Apartment; Semarang city.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kota Semarang adalah salah satu kota metropolitan terbesar di Indonesia. Sebagai salah satu kota metropolitan terbesar di Indonesia, Kota Semarang menerima banyak sekali wisatawan atau pun pelajar yang datang dari berbagai daerah di Indonesia. Adanya wisatawan ataupun pelajar yang datang, banyak fasilitas – fasilitas penunjang yang ada di Kota Semarang seperti hotel dan apartemen.

Menurut Pemkot Semarang (2023) Banyaknya hotel dan apartemen di Kota Semarang menjadikan tingkat penurunan tanah di Kota Semarang mencapai 10 Cm/Tahun. Hal ini disebabkan karena banyaknya air tanah yang digunakan untuk mencukupi kebutuhan sehari – hari. Maka dari itu Pemerintah Kota Semarang mengeluarkan peraturan tentang penggunaan air tanah yang dikeluarkan pada Peraturan Walikota (Perwal) Kota Semarang No.23 Tahun 2023.

Dengan adanya jumlah air tanah yang terbatas mengharuskan pemanfaatan air tidak hanya dilakukan dari air tanah contohnya seperti air hujan. Air hujan juga bisa dimanfaatkan sebagai pengganti air tanah untuk kebutuhan sehari – hari. Melalui proses penyaringan yang dilakukan air hujan dapat digunakan sebagai pengganti air tanah ataupun air bersih yang disediakan melalui Perusahaan Daerah Air Minum (PERUMDA AIR MINUM).

Air hujan merupakan air bersih dari alam yang dapat terbarukan. Air hujan yang dipanen dapat digunakan untuk berbagai tujuan, seperti menyiram tanaman, mencuci, mandi dan bahkan untuk memasak jika kualitas airnya aman.

Dengan pemanfaatan air hujan yang cukup mudah dan tidak memakan banyak biaya dapat menjadi solusi untuk mengatasi penurunan muka tanah yang terjadi di Kota Semarang. Pasalnya penggunaan air dari PERUMDA AIR MINUM yang cukup mahal akan menjadi masalah baru dan PERUMDA AIR MINUM juga belum dapat mencukupi kebutuhan air sehari – hari di Kota Semarang.

Maka sebab itu penelitian tentang pemanfaatan *Rainwater Harvesting* sebagai upaya untuk konservasi pada bangunan hotel dan apartemen di Semarang ini dibuat

1.2. Rumusan Masalah

Permasalahan yang akan dibahas dalam penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Berapakah persentase air hujan yang digunakan untuk mengganti kebutuhan air baku pada hotel dan apartemen di Kota Semarang ?
- b. Apakah Air hujan dapat menggantikan air baku secara sepenuhnya ?
- c. Berapakah Penghematan biaya yang terjadi apabila mengganti PERUMDA AIR MINUM dengan *Rainwater Harvesting* ?

1.3. Tujuan Masalah

Maksud dan tujuan pada penyusunan Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Menganalisis kebutuhan air baku pada hotel dan apartemen di kota semarang
- b. Menganalisis air hujan sebagai sumber air baku pada hotel dan apartemen di kota semarang
- c. Menganalisis biaya pada hotel dan apartemen apabila perumda air minum digantikan dengan *Rainwater Harvesting*

1.4. Manfaat Penelitian

Manfaat dari Penelitian Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

- a. Mengetahui kebutuhan air baku pada hotel dan apartemen di Kota Semarang
- b. Mengetahui air hujan bisa atau tidak untuk menjadi sumber air baku pada bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang
- c. Mengetahui penghematan biaya apabila menerapkan *Rainwater Harvesting* pada bangunan hotel dan apartemen di Kota Semarang

1.5. Batasan Masalah

Penelitian pada Tugas Akhir ini tidak membahas secara menyeluruh. Pembahasan hanya meliputi sebagai berikut:

- a. Data curah hujan yang didapat dari Badan Statistik Kota Semarang (BPS Kota Semarang) dalam waktu 10 tahun

- b. Menggunakan contoh bangunan hotel dan apartemen yang ada di kota semarang sejumlah 10 bangunan
- c. Tidak menghitung *groundwater*
- d. Tidak menghitung kualitas air hujan

1.6. Keaslian Penelitian

Keaslian penelitian ni menunjukkan bahwa masalah ini belum pernah dikaji pada penelitian sebelumnya. Sebagaimana ditampilkan pada tabel berikut:



Tabel 1.1. Keaslian Penelitian

No	Uraian	Yafie & Rizqi	Ismail <i>at al</i>	Arsyadi <i>at al</i>	Muhammad Hakiem Sedo Putra
1	Judul Penelitian	Pemanfaatan <i>Rainwater Harvesting</i> Sebagai Usaha Konservasi Pada Bangunan Hotel dan Apartemen di Kota Semarang.	Pemanenan Air Hujan Sebagai Penyediaan Air Bersih di Kabupaten Takalar.	Perencanaan <i>Rainwater Harvesting System</i> Dengan Metode <i>Roof Catchment</i> , Studi Kasus: Gedung Kuliah Umum 1 ITERA.	Potensi Metode <i>Rainwater Harvesting</i> dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Domestik di SD Negri 02 Gunung Terang bandar Lampung.
2	Tahun Penelitian	2023	2023	2019	2023
3	Lokasi Penelitian	Hotel dan apartemen di Kota Semarang.	Desa Ko'mara, Kecamatan Polongbangkeng Utara, Kabupaten Takalar Provinsi Sulawesi Selatan	Gedung Kuliah Umum 1 ITERA.	SD Negri 02 Gunung Terang Bandar Lampung.

4	Metode Penelitian	Penelitian ini menggunakan metode kualitatif.	Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif.	Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif.	Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif.
5	Hasil dan Pembahasan	Hasil dari penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bahwa <i>Rainwater Harvesting</i> mampu atau tidak untuk menekan kebutuhan air baku pada hotel dan apartemen di Kota Semarang.	Hasil pembahasan penelitian ini berupa meminta agar pemerintah membuat aturan tentang regulasi agar konsep pemanenan air hujan dapat diterapkan dengan jumlah air hujan yang mampu meng <i>cover</i> kebutuhan air baku sebanyak 25%.	Hasil dari pembahasan penelitian ini supaya pembangunan <i>Rainwater Harvesting System</i> diharapkan menjadi suatu alternatif dalam meminimalisir penggunaan air tanah yang tidak terkontrol.	Hasil dari pembahasan penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah RWH mampu memenuhi kebutuhan air baku seluruh orang disekolah.

(Sumber: Hasil Analisis 2023)

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Hujan

Menurut Ha (2017) Hujan merupakan fenomena alam yang terjadi secara berkala hidrologi dan sangat dipengaruhi oleh iklim. Kehadiran hujan sangatlah penting dalam kehidupan, karena hujan dapat memenuhi kebutuhan air yang sangat besar diperlukan bagi semua makhluk hidup.

Berdasarkan ukuran partikelnya, hujan dibedakan menjadi:

- a. Hujan Gerimis (*Drizzle*) mempunyai diameter tetesan kurang dari 0,5 mm
- b. Hujan Salju (*Snow*) merupakan kristal es pada suhu udara di bawah titik beku (0°C)
- c. Hujan Batu es adalah hujan batu es yang terjadi ketika awan panas dan suhunya di bawah titik beku (0°C)
- d. Hujan Deras, disertai curah hujan yang turun dari awan memiliki nilai suhu di atas titik beku dan diameter partikel ± 7 mm.

Menurut BMKG dalam menentukan intensitas curah hujan dibedakan menjadi warna warna yang ada pada peta Produk ini merupakan prakiraan curah hujan kumulatif 24 jam untuk Indonesia, berdasarkan data model prakiraan cuaca numerik. Warna pada peta menunjukkan curah hujan dalam milimeter. Hujan satu milimeter artinya air hujan yang jatuh pada lahan seluas satu meter persegi akan mempunyai ketinggian satu milimeter jika air hujan tersebut tidak tembus, mengalir atau menguap. Nilai ambang batas yang digunakan untuk menentukan intensitas hujan adalah sebagai berikut:

- a. 0 mm/hari (Abu-abu) : Berawan
- b. 0,5 – 20 mm/hari (Hijau) : Hujan kecil
- c. 20 – 50 mm/hari (Kuning) : Hujan sedang
- d. 50 – 100 mm/hari (Oranye) : Hujan deras
- e. 100 – 150 mm/hari (Merah) : Hujannya sangat deras
- f. >150 mm/hari (Ungu) : Hujan yang sangat deras

Warna pada peta menunjukkan kemungkinan terjadinya hujan dan tidak secara langsung diterjemahkan sebagai hujan.

Tabel 2.1. Tingkatan hujan berdasarkan intensitasnya

Tingkatan	Instensitas (mm/menit)
Sangat Lemah	< 0.02
Lemah	0.02 – 0.05
Sedang	0.05 – 0.25
Deras	0.25 – 1
Sangat Deras	>1

(Sumber: Mori *at al* dalam Ha, 2017)

Data curah hujan menunjukkan variabilitas yang sangat besar terkait dengan faktor iklim lainnya, keduanya berbeda menurut tempat dan waktu. Data hujan yang khas disimpan selama satu hari dan terus menerus. Dengan mengetahui data massal hujan dapat kita amati di daerah-daerah yang perlu dikembangkan di bidang pertanian dan hortikultura. Selain itu juga bisa digunakan untuk menentukan kemungkinan terjadinya bencana alam di daerah tersebut disebabkan oleh hujan (Mori *at al* dalam Ha, 2017)

2.2. Manfaat Hujan

Air hujan memberikan banyak manfaat bagi kebutuhan hidup sehari-hari. Menurut Al Qur'an dalam surat Asy-Syura: 28 yang berbunyi "Dan Dialah yang menurunkan hujan setelah mereka berputus asa dan menyebarkan rahmat-Nya. Dan Dialah maha pelindung, Maha Terpuji." (QS. Asy – Syura: 28). Adapun beberapa manfaat hujan sebagai berikut:

- a. Air Hujan dapat meningkatkan perekonomian manusia

Air Hujan mempunyai potensi yang besar bagi kehidupan manusia karena menumbulkan dampak yang besar apabila dapat dikelola dengan baik untuk kehidupan sehari - hari. Air hujan juga menjadi sumber penting untuk aktivitas di kehidupan manusia seperti contoh dalam sektor pertanian, perikanan dan pengolahan sumber daya hutan. Pada musim kemarau panjang, masyarakat akan mengalami kekurangan air sehingga mengakibatkan hasil pertanian menjadi buruk. Bahkan kurangnya air hujan dapat menimbulkan permasalahan baru dalam sektor perikanan.

- b. Air Hujan menunjang keberhasilan pertanian
Secara universal pertanian dengan bermacam tipe tumbuhan semacam padi, sayur – sayuran serta buah sangat bergantung pada air hujan. Kekeringan panjang dapat menimbulkan hasil panen tidak optimal. Air hujan dibutuhkan oleh tumbuhan untuk melaksanakan proses perkembangan secara *fotosintesis*.
- c. Air Hujan bagi kehidupan manusia
Manusia membutuhkan air hujan sebagai sumber kehidupan. Pasalnya air hujan yang jatuh ke permukaan tanah akan meresap pada lapisan bawah tanah. Selain itu, Masyarakat akan memanfaatkan air tanah sebagai sumber untuk memasak, mandi dan berbagai kebutuhan penting hidup lainnya. Air hujan merupakan salah satu sumber air terbesar bagi manusia, tanaman dan sayuran.
- d. Air Hujan sebagai Pembangkit Listrik tenaga Air (PLTA)
Pembangkit listrik tenaga air (PLTA) merupakan salah satu jenis pembangkit listrik yang menggunakan tenaga air untuk bahan utamanya. Walaupun PLTA sering kali menggunakan air dari lautan ataupun danau buatan, air hujan yang jatuh ke laut atau danau buatan akan menjadi sumber energi yang sangat penting. Air hujan yang masuk pada penampungan akan diubah menjadi sumber listrik baru menggunakan teknologi yang canggih.
- e. Air Hujan untuk daerah perikanan
Ikan merupakan salah satu sumber makanan yang kaya akan protein dan vitamin untuk tubuh manusia. Berbagai jenis ikan yang berada di air tawar maupun air laut memiliki komposisi nutrisi yang berbeda, termasuk protein, lemak, karbohidrat, vitamin, dan mineral. Media kehidupan ikan adalah air baik itu air tawar ataupun air laut dan air hujan merupakan pemasok air terbanyak untuk kehidupan ikan yaitu 80 persen.

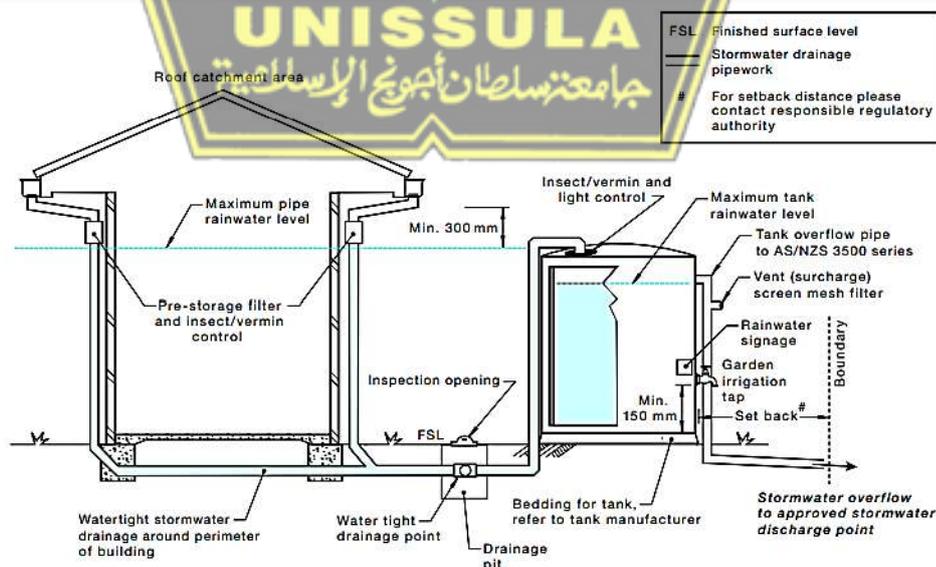
2.3. Rainwater Harvesting

Menurut Littaqwa *at al* (2021) Rain Water Harvesting adalah salah satu teknologi sederhana yang dapat digunakan untuk mengatasi masalah air bersih. Rain Water Harvesting sudah digunakan di berbagai negara luar. Rumah bertingkat di Malaysia adalah salah satu contoh penerapan sistim pemanenan air hujan yang dapat menghemat supply air sebesar 34% (Lee *at al*, dalam Littaqwa *at al* 2021). Dilihat dari ruang lingkup implementasi yang digunakan pada konsep *Rain Water Harvesting*. Teknik ini dapat digolongkan menjadi dua kategori sebagai berikut:

- a. Teknik pemanenan air hujan dengan atap bangunan (*roof top rainwater harvesting*).
- b. Teknik pemanenan air hujan dengan bangunan dengan bangunan yang ditempatkan didalam tanah (*Land catchment area*). (Silvia *at al*, 2018).

2.3.1. Roof Top Rainwater Harvesting

Roof Top Rainwater Harvesting merupakan salah satu metode yang digunakan untuk menangkap air hujan pada rumah – rumah. Dengan menggunakan atap dan struktur tersendiri berarti jumlah air yang tertampung tidak banyak. Namun jika diterapkan dalam skala besar maka jumlah yang akan tertampung didalamnya akan sangat melimpah. Sistem *Roof Top Rainwater Harvesting* dapat dilihat pada Gambar 2.1. sebagai berikut:

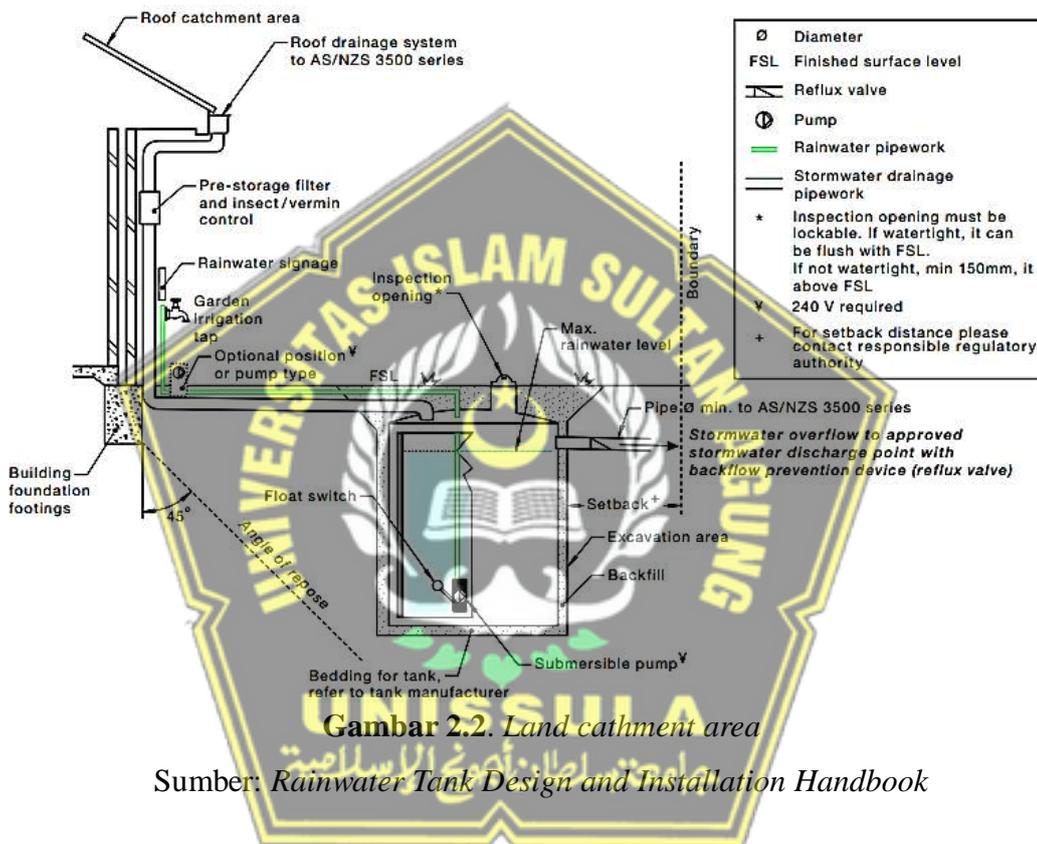


Gambar 2.1. *Roof top rainwater harvesting*

Sumber: *Rainwater Tank Design and Installation Handbook*

2.3.2. Sistem Permukaan Tanah (*Land Cathment Area*)

Metode yang sangat sederhana untuk mengumpulkan air hujan dibandingkan dengan sistem atap. Pemanenan air hujan dengan sistem ini mengumpulkan air hujan dari daerah tangkapan yang lebih luas, sehingga lebih cocok untuk pertanian. Meskipun embung dapat menyimpan air namun ada kemungkinan air akan meresap ke dalam tanah. *Land Cathment Area* dapat dilihat pada Gambar 2.2. sebagai berikut:



Gambar 2.2. Land cathment area

Sumber: *Rainwater Tank Design and Installation Handbook*

2.4. Peraturan Pengelolaan Air Hujan

Pengelolaan air bersih di Indonesia terbilang cukup mudah pasalnya Indonesia merupakan salah satu negara tropis dengan intensitas curah hujan 2,702 milimeter per tahunnya. Indonesia menempati posisi ke – 9 yang memiliki curah hujan yang tinggi di dunia. Maka dari itu pemerintahan di Indonesia mendukung adanya pengelolaan air hujan. Dukungan dari pemerintahan berupa keluarnya peraturan tentang pengelolaan air hujan yang dikeluarkan oleh Peraturan Menteri Pekerjaan Umum (Permen PU) No.11/PRT/M/2014 tentang pengelolaan air hujan pada

bangunan gedung dan persilnya. Berdasarkan permen PUNo.11/PRT/M/2014 skala prioritas pengelolaan air hujan dapat dilihat pada Tabel 2.2. berikut

Tabel 2.2. Skala prioritas pengelolaan air hujan

	Pola Pengelolaan Air Hujan	Persyaratan	Karakteristik/Kebutuhan Spesifik
Prioritas 1	Memaksimalkan pemanfaatan air hujan yang ditampung pada bangunan gedung dan persilnya.	Untuk dapat dimanfaatkan sebagai air minum, air hujan harus memenuhi standar baku air minum. Apabila air hujan belum memenuhi standar baku mutu air minum maka perlu dilakukan pengelolaan terlebih dahulu sesuai dengan standar/teknologi yang berlaku.	Dilaksanakan pada daerah dimana ketersediaan air sedikit sehingga pengelolaan air hujan diupayakan semaksimal mungkin untuk dapat dimanfaatkan dalam aktivitas sehari – hari.
Prioritas 2	Memaksimalkan infiltrasi air hujan.	Tidak ada larangan dari instansi yang berwenang untuk meresapkan air hujan ke dalam tanah.	Dilaksanakan pada daerah yang memungkinkan untuk melakukan upaya infiltrasi air hujan dengan mengacu pada pedoman teknis ini.

Prioritas 3	Menahan air hujan sementara untuk menurunkan limpasan air.	Dilaksanakan sebagai pilihan terakhir pada pengelolaan air hujan dengan prioritas 1 dan 2 di atas tidak memungkinkan untuk dilaksanakan	Dilakukan pada daerah yang tidak memungkinkan untuk melakukan infiltrasi yang mengacu pada pedoman teknis ini.
----------------	--	---	--

(Sumber: Permen PU No.11/PRT/M/2014)

Pada Tabel 2.2. di atas dapat disimpulkan bahwa menurut Permen PU No.11/PRT/M/2014 pengelolaan air hujan dapat dilakukan dengan skala besar dengan tetap memperhatikan persyaratan dan karakteristik/kebutuhan yang ada pada bangunan atau wilayah tersebut. Dalam Permen PU No.11/PRT/M/2014 disebutkan bahwasannya pengelolaan air hujan mempunyai 2 kriteria pengelolaannya yaitu:

1. Kriteria Pertama, dilakukan dengan pengelolaan sederhana. Dimana pengelolaan air hujan dilaksanakan berdasarkan curah hujan yang ada.
2. Kriteria Kedua, yaitu dengan pengelolaan yang lebih kompleks dalam pengelolaan air hujan. Dimana pengelola mempertimbangkan kondisi hidrologi spesifik pada persil bangunan gedung. Kriteria ini ditetapkan pada bangunan gedung dengan luas lebih dari 10.000 m².

2.5. Penerapan Sistem *Rainwater Harvesting*

Sistem penerapan *Rainwater Harvesting* merupakan sistem yang berfungsi untuk menyimpan air hujan yang ditangkap dari daerah tangkapan kemudian dialirkan menggunakan pipa dan disimpan dalam satu tangki penyimpanan. (Glound *at al* dalam Djalle 2022). Pemanfaatan air hujan akan memberikan keuntungan dari segi ekonomi. Pasalnya rumah rumah tidak menggunakan air dari Perumda air minum lagi. Adapun dasar – dasar dalam penerapan sistem *Rainwater Harvesting* antara lain yaitu:

a. Tangki Penyimpanan

Tangki Penyimpanan merupakan salah satu faktor utama dalam membangun sistem *Rainwater Harvesting*. Komponen tangki penyimpanan harus bagus karena tangki penyimpanan merupakan komponen terpenting agar dapat menghemat biaya secara efisien dan dapat menjaga kualitas air didalamnya. Secara ideal adapun sifat sifat yang sebaiknya dimiliki oleh tangki penyimpanan diantaranya:

- a) Harga Terjangkau;
- b) Tahan lama, mudah perawatannya dan murah;
- c) Air dapat masuk dan keluar dengan mudah;
- d) Terdapat pengaturan luapan, dan
- e) Mudah dibersihkan.

Adapun kelebihan dan kekurangan tangki penyimpanan yang diletakkan di atas ataupun dipermukaan tanah yang dapat dilihat pada Tabel 2.3. berikut ini

Tabel 2.3. kelebihan dan kekurangan tangki penyimpanan

	Kelebihan	Kekurangan
Diatas Permukaan Tanah	Mudah dalam perawatan	Membutuhkan tempat yang luas
	Ekstrasi air lebih mudah, dapat dengan sistem gravitasi	Biaya lebih mahal
	Jika dibuat lebih tinggi dapat meningkatkan tekanan air yang dikeluarkan.	Rentan terhadap dampak cuaca
	-	Kegagalan konstruksi yang berbahaya
Dibawah Permukaan Tanah	Memerlukan tempat yang lebih sedikit	Ekstrasi air lebih kompleks
	Tidak mengganggu tampilan rumah	Kebocoran dan kerusakan lebih susah
	Air yang dihasilkan dingin	Kemungkinan terkontaminasi air tanah

	-	Struktur rentan terhadap akar tanaman
	-	Susah untuk dibersihkan
	-	Tidak sesuai untuk wilayah yang muka air tanahnya tinggi

(Sumber: Djalle 2022)

b. Kapasitas Tangki Penyimpanan

Ukuran tangki penyimpanan Rainwater Harvesting disesuaikan dengan kebutuhan air yang diperlukan. Apabila dipilih untuk membuat tangki dengan kapasitas besar dan dengan konsekuensi biaya yang besar, maka kinerja sistem akan lebih baik apabila dibandingkan dengan kinerja tangki yang kecil. Maka dari itu yang dipilih adalah tangki dengan kinerja terbaik tetapi dengan biaya rendah juga. Meskipun membutuhkan biaya yang besar, kapasitas tangki yang lebih besar akan membantu mengurangi volume *Runoff* yang terjadi.

Menurut (Juliana dalam Djalle 2022) kapasitas tangki yang ideal untuk 1 sampai 4 orang penghuni yaitu:

- a) Rumah Type 30 – 40 m² : Kapasitas tangki 0,5 – 1 m²
- b) Rumah Type 70 – 100 m² : Kapasitas Tangki 1 m²
- c) Rumah Type <100 m² : Kapasitas Tangki mulai dari 2m²

Atau jika dinyatakan dalam ratio kapasitas tangki berbanding Chatchment area antara 0,017 m³/m² sampai 0,05 m³/m².

2.6. Analisis Hidrologi

Hidrologi merupakan salah satu cabang ilmu yang berkaitan langsung dengan air bumi, sifat terjadinya, peredaran dan distribusinya, sifat – sifat kimia dan fisiknya dan reaksi dengan lingkungan disekitarnya. Hidrologi telah menjadi ilmu dasar dari pengelolaan sumberdaya air dari pemngembangan sampai dengan pendistribusiannya secara terencana. (Bambang dalam Agustianto 2014).

2.6.1. Curah Hujan Daerah Rata – Rata

Agar dapat mengetahui curah hujan rata – rata di suatu daerah tertentu dapat dilakukan dengan pemasangan alat pengukur curah hujan. Untuk mengetahui nilai curah hujan dapat menggunakan tiga metode antara lain:

a. Metode Rata - Rata Aljabar (aritmatik)

Metode ini adalah metode yang paling sederhana dari pada metode yang lain. Namun disatu sisi metode ini juga mempunyai kelemahan tertentu, yaitu kurang akurat karena bergantung pada distribusi hujan terhadap ruang dan ukuran daerah aliran sungai. Rumus perhitungan untuk curah hujan rata – rata yaitu:

$$R_n = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \dots\dots\dots (2.1)$$

R_n = rata – rata curah hujan

P = pos yang dilengkapi alat pengukur curah hujan

n = banyaknya pos stasiun. (Limantra, 2010 dalam surya, 2020)

b. Metode Theissen

Metode ini memperhitungan masing – masing bobot dari tiap stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Pada suatu luasan di dalam daerah aliran sungai diasumsikan hujan yang turun adalah samadengan yang terjadi di stasiun terdekatnya.

$$d = \frac{A_1 d_1 + A_2 d_2 + A_3 d_3 + \dots + A_n d_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.2)$$

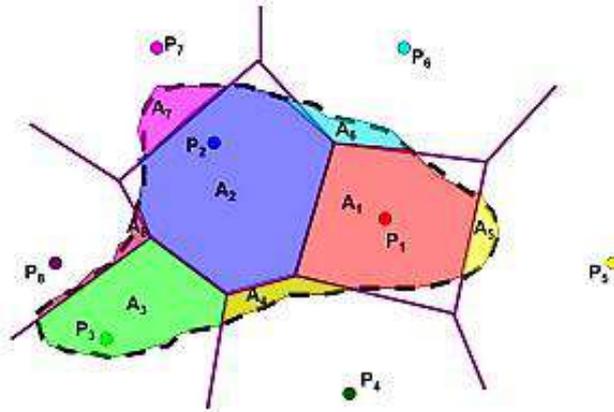
d = tinggi curah hujan rata – rata daerah (DAS)

A = Luas daerah (DAS)

d_n = Tinggi curah hujan pada pos penakar

A_n = luas daerah pengaruh

n = banyaknya pos penakar (Surya, 2020)



Gambar 2.3. Metode poligon theissen

c. Metode Garis isohyet

Metode ini mengharuskan menggambar kontur dengan tinggi hujan yang sama (isohyet). Adapun contohnya sebagai berikut:



Gambar 2.4 Metode garis isohyet

Adapun persamaan perhitungannya sebai berikut:

$$d = \frac{A_1 \frac{d_0+d_1}{2} + A_2 \frac{d_1+d_2}{2} + \dots + A_n \frac{d_n+d_{n+1}}{2}}{A_1 + A_2 + \dots + A_n} \dots\dots\dots (2.3)$$

Dimana:

d = tinggi curah hujan rata – rata daerah

A = Luas daerah (DAS)

$d_0, d_1, d_2, \dots, d_n$ = tinggi curah hujan pada isohyet

A_1, A_2, \dots, A_n = luas bagian yang dibatasi isohyet

n = banyaknya pos penakar (Surya, 2020)

2.6.2. Perhitungan Waktu Konsentrasi

Waktu konsentrasi suatu DAS merupakan waktu yang digunakan oleh air hujan yang jatuh untuk mengalir dari titik terjatuh sampai ke titik kontrol. Perhitungan ini dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut

$$T_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan:

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

L^2 = Panjang lereng

S = Kemiringan Lereng

2.6.3. Intensitas Curah Hujan

Intensitas curah hujan merupakan tinggi atau kelemahan air hujana per satuan waktu. Atau bisa disimpulkan bahwasanya intensitas curah hujan menyatakan besarnya curah hujan dalam jangka pendek yang menggambarkan derasnya hujan perjam. Apabila ingin mendapatkan nilai intensitas hujan di suatu tempat maka alat penakar hujan yang digunakan harus mampu mencatat besarnya hujan volume hujan dan waktu berlangsungnya hujan sampai hujan tersebut berhenti. Adapun metode yang dapat digunakan untuk mengubah curah hujan menggunakan metode mononobe.

Metode Mononobe digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan rata – rata di suatu wilayah. Untuk menghitung intensitas ini, digunakan data rata – rata hujan per detik, yang merupakan jumlah hujan pada bulan tertentu untuk tahun tertentu, juga dikenal sebagai curah hujan rata – rata maksimum harian. Nilai intensitas ini dapat diperoleh dengan menghitung parameter faktor seperti curah

hujan maksimum harian dalam 24 jam (R_{24}) dan lama curah hujan (t). Rumus metode mononobe dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \dots\dots\dots (2.5)$$

Keterangan

I = Intensitas Hujan (mm)

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

T_c = Waktu konsentrasi (jam)

2.6.4. Perhitungan Nilai Koefisien Limpasan Menggunakan Metode Hassing
 Besarnya Koefisien limpasan (C) ditentukan menggunakan metode Hassing karena metode ini menggunakan data – data topografi, tanah dan vegetasi yang tersedia. Pembagian klasifikasi untuk metode ini dapat dilihat dalam tabel berikut:

Tabel 2.4. Nilai koefisien limpasan metode hassing

No	Topografi (C_t)	C	Koefisien Limpasan (C) = $C_t + C_s + C_v$
1	Datar (<1%)	0,03	
2	Bergelombang (1 – 10%)	0,08	
3	Perbukitan (10 – 20%)	0,16	
4	Pegunungan (>20%)	0,26	
No	Tanah (C_s)	C	
1	Pasir dan kerikil	0,04	
2	Lempung berpasir	0,08	
3	Lempung dan lanau	0,16	
4	Lapisan batu	0,26	
No	Vegetasi (C_v)	C	
1	Hutan	0,04	
2	Pertanian	0,11	
3	Rerumputan	0,21	
4	Tanpa tanaman	0,28	

(Sumber: Hassing 1995 dalam Samaawa *et al.* 2015)

2.6.5. Perhitungan Debit Limpasan (*Runoff*)

Salah satu yang merupakan hal terpenting dalam pemanenan air hujan adalah menentukan tingkatan koefisien *runoff*. Koefisien *runoff* adalah koefisien aliran permukaan yang biasanya apabila diperhitungan dilambangkan dengan lambang C. Koefisien C ini dapat didefinisikan sebagai nisbah antara laju puncak aliran terhadap intensitas hujan (Arsyad dalam Ichsan, 2020). Perhitungan Limpasan (*Runoff*) dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_r = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (2.6)$$

Keterangan:

Q_r = Debit Limpasan ($m^3/detik$)

I = Intensitas Curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

2.6.6. Dimensi *Rainwater Harvesting*

Dalam pemanenan air hujan (PAH) untuk kebutuhan air domestik, perlu dilakukan perhitungan efektif untuk tampungan. Hal ini bertujuan agar pemanfaatan air hujan dapat dilakukan secara efisien dan efektif. Supaya pada tampungan tidak terjadi kekosongan pada saat musim kemarau ataupun tidak terjadi limpasan pada tampungan saat musim hujan datang (Putra 2022). Adapun perarutan dari Walikota Semarang dalam Peraturan Walikota (Perwal) No.24 tahun 2019 tentang bangunan gedung hijau pada pasal 17 menjelaskan tentang *Raw Water Tank* (RWT) yang harus diperhitungan jumlah tangki yang diperlukan. Pada peraturan ini disebutkan bahwa:

- a. Bak penampungan air bersih (*clean water tank*), dipergunakan untuk menampung air dari perumda air minum, air hasil olahan air hujan atap dan air tanah jika dipergunakan; dan
- b. Bak penampung air baku (*Raw water tank*) dipergunakan untuk menampung air hujan atap dan air tanah bila digunakan sebelum diolah dalam instalasi pengolahan air. (Peraturan Walikota No. 24 Tahun 2019 tentang bangunan gedung hijau)

Dari pernyataan PERWAL No. 24 Tahun 2019 tentang bangunan gedung hijau diperoleh rumus untuk memperoleh bak penyimpanan air baku (*Raw Water Tank*) dengan rumus sebagai berikut:

$$RWT = 0,025 \times \text{Luas lantai dasar. (Perwal No. 24 Tahun 2019)} \dots\dots\dots(2.7)$$

2.6.7. Kebutuhan Air pada Bangunan

Sebelum menghitung kebutuhan air baku pada bangunan hotel dan apartemen. Jumlah penghuni dapat dihitung menggunakan area efektif lantai . Dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Syahputra *et al* 2023 A):

$$No = \frac{Ef \times A}{Od} \dots\dots\dots(2.8)$$

Keterangan:

- No = Jumlah Penghuni (orang)
- Ef = Luas Lantai Efektif (%)
- A = Luas Bangunan Total (m²)
- Od = Tingkat Kepadatan Hunian (m²/orang)

Setelah mengetahui jumlah penduduk yang ada pada bangunan dengan rumus di atas, selanjutnya dapat menghitung kebutuhan air baku yang diperlukan. Kebutuhan air yang dibutuhkan pada setiap bangunan tentunya berbeda beda dapat dilihat pada SNI 03-7065-2005 tentang “Tata cara perencanaan sistem plambing”. Setelah mengetahui kebutuhan air pada bangunan sample dapat dihitung Kebutuhan air totak dengan rumus sebagai berikut:

$$Qd = \text{Jumlah penduduk} \times \text{Standar pemakaian Air} \dots\dots\dots(2.9)$$

Keterangan:

- Qd = Kebutuhan air (m³/hari)

Tabel 2.5. Kebutuhan air pada bangunan

No	Penggunaan Gedung	Pemakaian Air	Satuan
1	Rumah Tinggal	120	Liter/Penghuni/Hari
2	Rumah Susun	100	Liter/Penghuni/Hari
3	Asrama	120	Liter/Penghuni/Hari
4	Rumah Sakit	500	Liter/Tempat tidur pasien/Hari
5	Sekolah Dasar	40	Liter/Siswa/Hari
6	SLTP	50	Liter/Siswa/Hari
7	SMU/SMK dan Lebih Tinggi	80	Liter/Siswa/Hari
8	Ruko/Rukan	100	Liter/Penghuni dan Pegawai/Hari
9	Kantor/Pabrik	50	Liter/Pegawai/Hari
10	Toserba, Toko Pengecer	5	Liter/m ²
11	Restoran	15	Liter/Kursi
12	Hotel Berbintang	250	Liter/Tempat Tidur/Hari
13	Hotel Melati/Penginapan	150	Liter/Tempat Tidur/Hari
14	Gd. Pertunjukan, Bioskop	10	Liter/Kursi
15	Gd. Serba Guna	25	Liter/Kursi
16	Stasiun, Terminal	3	Liter/Penumpang tiba dan pergi
17	Peribadatan	5	Liter/Orang (Belum dengan air wudhu)

(Sumber: SNI 03-7065-2005 tentang “Tata cara perencanaan sistem plambing”)

2.6.8. Supply Air Hujan

Pemanfaatan air hujan diperuntukkan pada daerah yang memiliki curah hujan yang tinggi dan signifikan, pasalnya sistim ini sangat mengandalkan hujan yang terjadi pada daerah tertentu sebagai syarat utamanya (Susilowati 2015). *Supply* air hujan ini dapat dihitung dengan cara memperkirakan curah hujan yang akan terjadi di bulan – bulan yang akan datang. Selain itu intensitas air hujan juga sangat mempengaruhi untuk mengetahui curah hujan yang akan terjadi di masa mendatang. Perhitungan ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$S = Qr \times \text{Waktu konsentrasi} \times 30 \times 1000 \dots \dots \dots (2.10)$$

Keterangan:

S = *Supply* air hujan yang dapat ditampung (l/detik).

2.6.9. Pembiayaan PERUMDA AIR MINUM

Perumda air minum merupakan salah satu penyedia jasa air baku di Indonesia. Penggunaan air baku dari perumda air minum pun tidak semena – mena gratis. Penetapan tarif pembiayaan air minum berdasarkan Perwal No. 31 tahun 2019 tentang tarif air minum pada perubahan umum daerah air minum tirta modal Kota Semarang. Ada beberapa golongan yang harus membayar pada penyedia air baku tersebut. Adapun golongannya terbagi dalam tabel berikut:



Tabel 2.5. Tarif air minum PERUMDA AIR MINUM Kota Semarang tahun 2019

No	Golongan Pelanggan	Tarif Pemakaian Air (Rp)			
		1 – 10 m ²	11 – 20 m ²	21 – 30 m ²	> 31 m ²
1	Sosial Khusus	900	1.100	1.650	2.000
2	Sosial Umum	1.700	1.800	1.900	2.000
3	Rumah Tangga I	1.550	1.950	3.650	4.500
4	Rumah Tangga II	2.170	2.950	4.150	5.250
5	Rumah Tangga III	3.000	4.000	5.500	6.500
6	Rumah Tangga IV	4.000	5.000	6.000	7.000
7	Rumah Tangga V	5.000	6.000	7.500	8.500
8	Lembaga Pendidikan I	2.500	2.800	5.000	5.200
9	Lembaga Pendidikan II	2.600	2.900	5.200	5.500
10	Lembaga Pendidikan III	2.700	3.000	5.500	6.000
11	Instansi Pemerintah I	5.000	5.500	6.000	6.500
12	Instansi Pemerintah II	5.500	6.000	6.500	7.500
13	Niaga I	5.000	6.000	7.000	11.000
14	Niaga II	6.000	7.000	8.200	11.250
15	Niaga III	6.500	7.500	8.500	11.500
16	Niaga IV	7.500	8.500	9.500	12.000
17	Niaga V	9.500	10.500	11.500	12.500
18	Niaga VI	11.000	12.000	13.000	14.000
19	Industri I	7.500	8.000	9.000	10.000
20	Industri II	11.000	12.500	13.500	14.500
21	Industri III	16.000	17.000	18.000	20.000
22	Kelompok Khusus	Kesepakatan			

(Sumber: Peraturan Walikota Semarang No.31 Tahun 2019)

Berdasarkan tabel di atas kemudian rumus yang digunakan untuk menghitung biaya penggunaan air bersih per litiernya yaitu:

$$\text{Kebutuhan air baku} \times \text{Tarif pemakaian air} \dots\dots\dots(2.11)$$

BAB III

METODE PENELITIAN

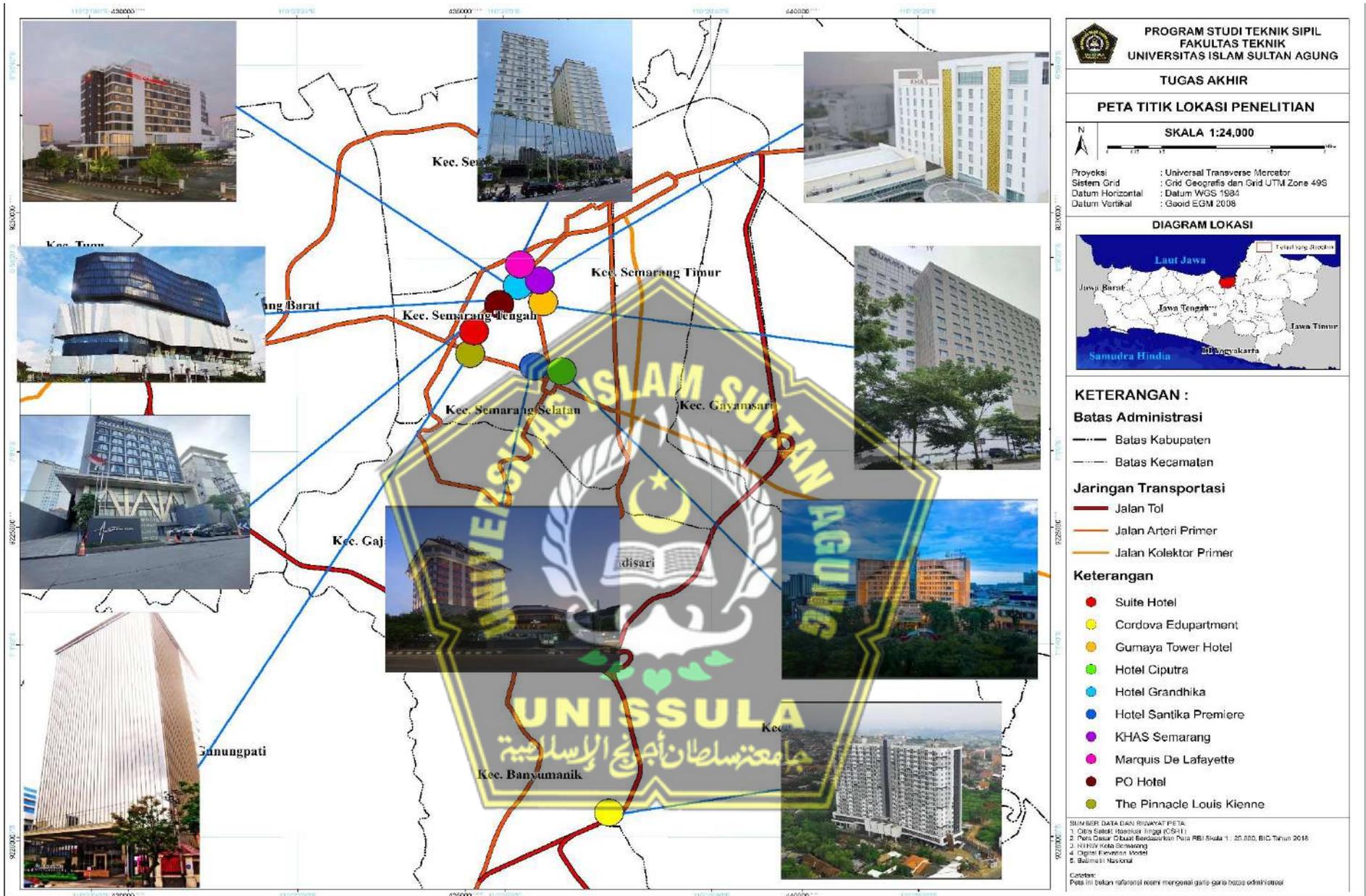
3.1. Lokasi Penelitian

Bangunan hotel dan apartemen di kota Semarang mempunyai lokasi yang strategis yang berada di pusat kota. Hal ini diarenakan pertimbangan dari segi ekonomi dan ke efektifan bangunan tersebut dibuat. Hotel dan apartemen yang akan dijadikan contoh merupakan hotel dan apartemen yang mempunyai ketinggian lebih dari 8 lantai dan merupakan hotel dan apartemen yang ramai dan banyak menggunakan kebutuhan air baku.

Penelitian ini dilakukan terhadap bangunan hotel dan apartemen di kota Semarang yang mempunyai ukuran luas bangunan minimal 5.000 m².

3.2. Metode Pengumpulan Data

Hotel dan apartemen yang akan di amati pada penelitian ini merupakan bangunan hotel dan apartemen yang terletak di kota Semarang dan mempunyai luasan bangunan lebih dari 5.000 m² beserta dengan ruang bawah tanah (*Basement*). Bangunan bangunan yang akan diamati merupakan bangunan yang telah mendapat penilaian dari tim ahli bangunan gedung (TABG) dan telah menerima sertifikat laik fungsi (SLF). Karena bangunan yang akan dijadikan sampel sudah dinyatakan layak untuk dihuni (Syahputra. *et al* 2021) Bangunan hotel dan apartemen tersebut adalah:



Gambar 3.1. Peta Lokasi Bangunan

Tabel 3.1. Sampel penelitian hotel dan apartemen di Kota Semarang

No	Nama Bangunan	Kegunaan	Jumlah Lantai	Lantai dasar (m ²)	Alamat
1	The Pinnacle Louis Kienne	Hotel dan Apartemen	22 + 1 basement	2690	Jl. Pandanaran No.18
2	Gumaya Tower Hotel	Hotel	14	4898	Jl. Gajah Mada No. 59 – 61
3	Hotel Santika Premire	Hotel	12	5728,6	Jl. Pandanaran No. 116 – 120
4	Hotel Ciputra	Hotel dan Mall	12	14881	Jl. Simpang Lima No. 1
5	Hotel Grandhika	Hotel	8	2210	Jl. Pemuda No.88 – 82
6	KHAS Semarang	Hotel	8	5236	Jl. Depok No. 33
7	Suite Hotel	Hotel	9	1044	Jl. Simpang No. 11
8	PO Hotel	Hotel	13	14555	Jl. Pemuda
9	Cordova Edupartment	Hotel	19	4697	Jl. Bukit Sari Raya
10	Marquis De Lafayette	Hotel dan Mall	22	4043	Jl. Pemuda No. 459

Sumber: Syahputra *et al* (2023 B)

3.3. Tahap Penelitian

Penelitian ini berlangsung dalam beberapa tahapan supaya dapat mencapai tujuan yang maksimum dan mengetahui arah dari penelitian ini. Selain itu, penelitian ini bertujuan juga untuk menjelaskan tentang apa yang dilakukan supaya mencapai tujuan dan hasil penelitian. Adapun tahap tahap dalam penelitian ini antara lain:

3.3.1. Tahap I Persiapan

Tahap persiapan merupakan tahap awal sebelum penelitian ini dimulai. Tahapan ini berlangsung untuk mencari referensi dari jurnal, kumpulan tugas akhir ataupun buku – buku yang ada serta penentuan lokasi yang digunakan sebagai sampel penelitian.

3.3.2. Tahap II Pengumpulan Data

Tahap Pengumpulan Data ini merupakan tahapan pengumpulan data sekunder yang dilakukan sebagai data – data pendukung untuk penelitian ini dilakukan. Adapun data – data yang dikumpulkan oleh penulis antara lain:

a. Data Hidrologi

Data hidrologi yang digunakan disini yaitu data curah hujan harian yang bersumber dari Badan Pusat Statistik Kota Semarang (BPS Kota Semarang) dari tahun 2012 – 2022 (10 Tahun).

b. Data harga satuan air PERUMDA AIR MINUM

Data harga satuan air PERUMDA AIR MINUM diambil dari Peraturan Walikota Semarang No.31 tahun 2019 Tentang Tarif Air Minum Pada Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Modal Kota Semarang.

c. Data peraturan tentang PAH di Kota Semarang

Data peraturan tentang PAH di dapatkan dari Peraturan Walikota Semarang Nomor 24 Tahun 2019. Tentang Bangunan Gedung Hijau. Yang didalamnya disebutkan pada pasal 17 dan 24 mengenai Laju aliran, alat ukur dan pemanenan air hujan.

3.3.3. Tahap III Analisis Data

Tahapan analisis data dilakukan setelah data – data sekunder dan data lainnya didapatkan. Penulis membagi tahapan analisis data dari tujuan tugas akhir ini diantaranya:

3.3.3.1. Analisis kebutuhan air baku. Analisis ini menggunakan rumus diantaranya:

a Analisis jumlah penghuni.

Analisis ini dilakukan untuk mengetahui perkiraan jumlah penghuni tiap – tiap bangunan sampel menggunakan nilai efisien lantai, luas bangunan total dan tingkat kepadatan hunian per meter yang akan menemukan hasil berupa jumlah penduduk yang ada pada bangunan sampel tersebut. Area efektif lantai berkisar antara 55 – 80 persen dari total luas bangunan itu sendiri. Pada penelitian ini penulis menggunakan luas area efektif sebesar 60% dengan tingkat kepadatan 5 m²/orang. Nilai luas efektif diambil dan tingkat kepadatan diambil dari penelitian sebelumnya. Analisis ini menggunakan rumus sebagai berikut:

$$No = \frac{Ef \times A}{Od} \dots\dots\dots (3.1)$$

Keterangan:

- No = Jumlah Penghuni (orang)
- Ef = Luas Lantai Efektif (%)
- A = Luas Bangunan Total (m²)
- Od = Tingkat Kepadatan Hunian (m²/orang)

b Analisis daya tampung.

Analisis daya tampung digunakan untuk mengakumulasikan daya tampung air hujan pada tiap – tiap bangunan sampel. Dengan menggunakan standart pemakaian air 250 liter/hari untuk hotel berbintang. Adapun rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$Qd = \text{Jumlah penduduk} \times \text{standart pemakaian air} \dots\dots\dots (3.2)$$

Keterangan:

- Qd = Kebutuhan air (m³/hari)

3.3.3.2. Analisis air hujan untuk sumber air baku. Analisis ini menggunakan berbagai tahapan rumus diantaranya:

a Analisis waktu konsentrasi

Waktu konsentrasi pada DAS di analisis untuk mengetahui waktu air hujan jatuh dan mengalir dari titik terjatuh sampai titik kontrol. Analisis ini menggunakan rumus sebagai berikut:

$$T_c = \left(\frac{0,87 \times L^2}{1000 \times S} \right)^{0,385} \dots\dots\dots (3.3)$$

Keterangan:

t_c = Waktu konsentrasi (jam)

L^2 = Panjang lereng

S = Kemiringan Lereng

b Analisis intensitas curah hujan menggunakan metode mononobe

Analisis intensitas curah hujan di Kota Semarang dilakukan untuk mengetahui tingkatan hujan yang berlangsung di Kota Semarang yang kemudian datanya akan digunakan untuk mengetahui *supply* air yang akan didapatkan apabila menggunakan sistem *Rainwater Harvesting* pada bangunan sampel di Kota Semarang. Perhitungan analisis intensitas curah hujan menggunakan rumus:

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left[\frac{24}{t} \right]^{2/3} \dots\dots\dots (3.4)$$

Keterangan

I = Intensitas Hujan (mm)

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

T_c = Waktu konsentrasi (jam).

c Analisis nilai koefisien limpasan menggunakan metode hassing

Analisis ini digunakan untuk mengetahui koefisien nilai limpasan yang terjadi menggunakan metode hassing agar bisa mengetahui nilai limpasan *runoff*. Analisis ini menggunakan rumusan sebagai berikut:

$$\text{Koefisien Limpasan (C)} = C_t + C_s + C_v \dots\dots\dots (3.5)$$

d Analisis debit limpasan atau *runoff*

Analisis debit limpasan atau *runoff* digunakan untuk mengetahui jumlah air yang akan di tampung pada bak penampungan dimana pendapatan air ini akan diakumulasikan sebagai jumlah air yang dapat dikumpulkan pada masa yang akan datang. Analisis debit limpasan atau *runoff* menggunakan rumus:

$$Q_r = 0,278 \times C \times I \times A \dots\dots\dots (3.6)$$

Keterangan:

Q_r = Debit Limpasan ($m^3/detik$)

I = Intensitas Curah hujan (mm/jam)

A = Luas daerah pengaliran (km^2)

e Analisis Daya tampung.

Analisis daya tampung digunakan untuk mengakumulasikan daya tampung air hujan pada tiap – tiap bangunan sampel. Kemudian nilai daya tampung ini digunakan untuk mengetahui nilai air hujan yang tertampung pada tiap – tiap bangunan sampel. Analisis ini menggunakan rumus sebagai berikut:

$$RWT = 0,025 \text{ m} \times \text{Luas lantai dasar (m}^2\text{)} \dots\dots\dots (3.7)$$

f Analisis *supply* Air Hujan

Supply air hujan digunakan untuk mengetahui *supply* air hujan yang dapat ditampung pada tiap tiap RWH yang disediakan pada sample bangunan. Perhitungan ini dapat dihitung menggunakan rumus:

$$S = Q_r \times \text{Waktu konsentrasi} \times 30 \times 1000 \dots\dots\dots (3.8)$$

Keterangan:

S = *Supply* air hujan yang dapat ditampung ($l/detik$).

3.3.3.3. Analisis *penghematan biaya*. Analisis ini menggunakan rumus diantaranya:

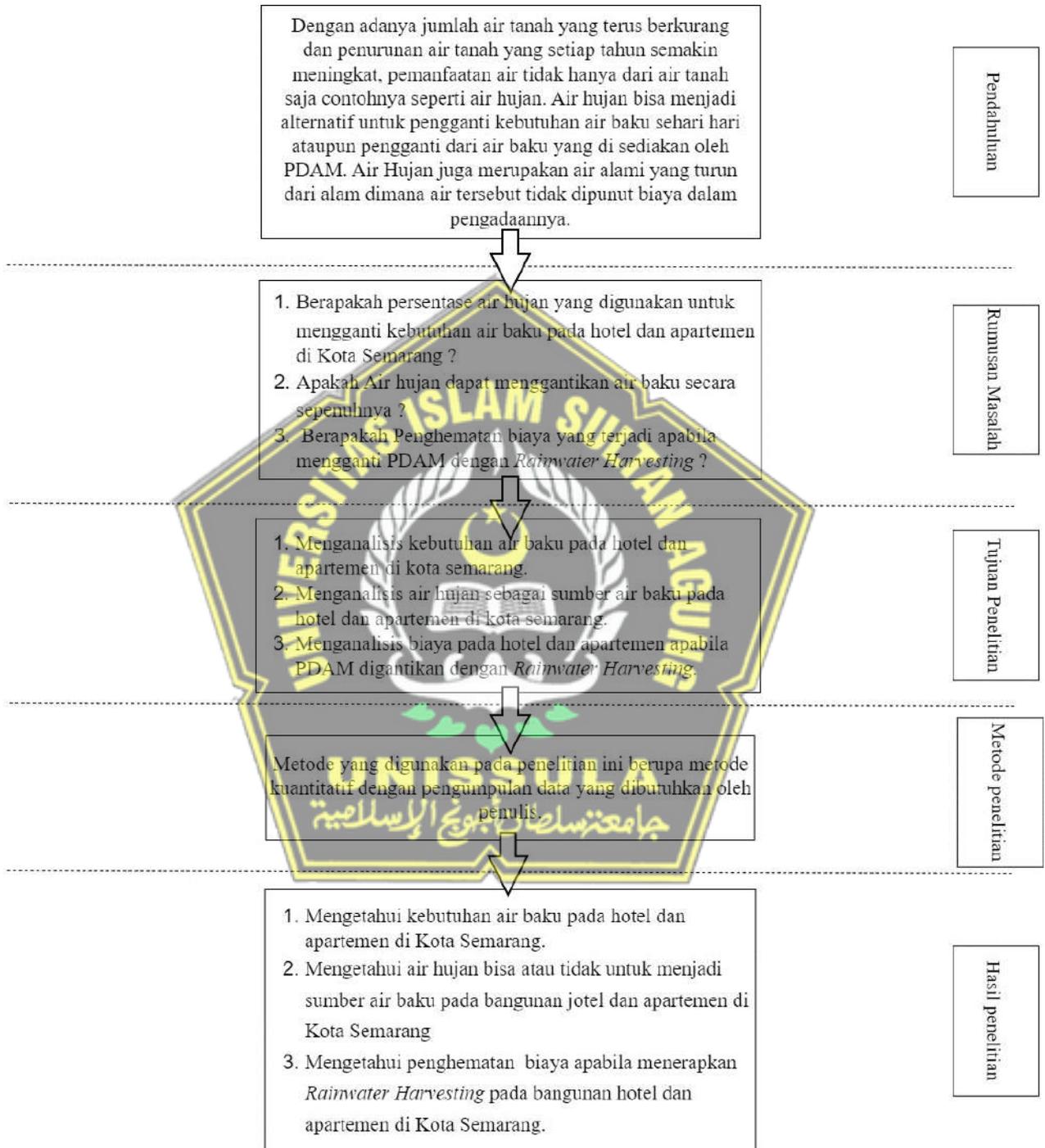
a Analisis penghematan biaya.

Analisis penghematan biaya dilakukan agar dapat mengetahui presentase penghematan biaya yang terjadi apabila diterapkan RWH pada bangunan sampel. Perhitungan ini menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Penghematan} : \text{Total pembiayaan perumda air minum} - \text{Penggunaan RWH} \dots (3.9)$$

3.4. Alur Penelitian

Alur Penelitian pada Penelitian ini disajikan menggunakan bentuk *Flow Chart* dibawah ini



Gambar 3.1. Alur penelitian

BAB IV

GAMBARAN UMUM LOKASI PENELITIAN

4.1. Tinjauan Umum

Menghadapi tantangan keberlanjutan dan memenuhi kebutuhan air yang terus meningkat, pemanfaatan air hujan menjadi alternatif yang menarik, terutama untuk bangunan komersial seperti hotel dan apartemen. Semarang sebagai kota yang mengalami perubahan dinamika cuaca, menunjukkan potensi besar dalam mengoptimalkan pemanfaatan air hujan sebagai sumber air alternatif. Analisis terperinci mengenai pemanfaatan pemanenan air hujan di hotel dan apartemen di Semarang sangat penting untuk menilai potensi, manfaat, dan dampak keberlanjutan dari pendekatan ini.

Perhitungan daya dukung dilakukan dengan metode perhitungan Mononobe dan perhitungan RWT yang menggunakan aturan Perwal No. 24 tahun 2019 tentang bangunan gedung. Data yang digunakan dalam analisis ini adalah data hidrologi, antara lain: data curah hujan tahunan, data curah hujan maksimum harian rata – rata, data debit limpasan atau *runoff*, data sampel luasan bangunan, data daya tampung air hujan tiap bangunan, data kebutuhan air, dan penghematan biaya terhadap penerapan *Rainwater Harvesting* pada sampel bangunan.

4.1.1. Kondisi Geografis

Kota Semarang adalah Ibukota Provinsi Jawa Tengah, terletak di jalur utara Pulau Jawa, menghubungkan Surabaya dan Jakarta. Letak geografisnya antara 109° 35' - 110° 50' Bujur Timur 6° 50' - 7° 10' Lintang Selatan. Kota Semarang mempunyai luas wilayah 373,70 km² dan batas administrasinya adalah sebagai berikut:

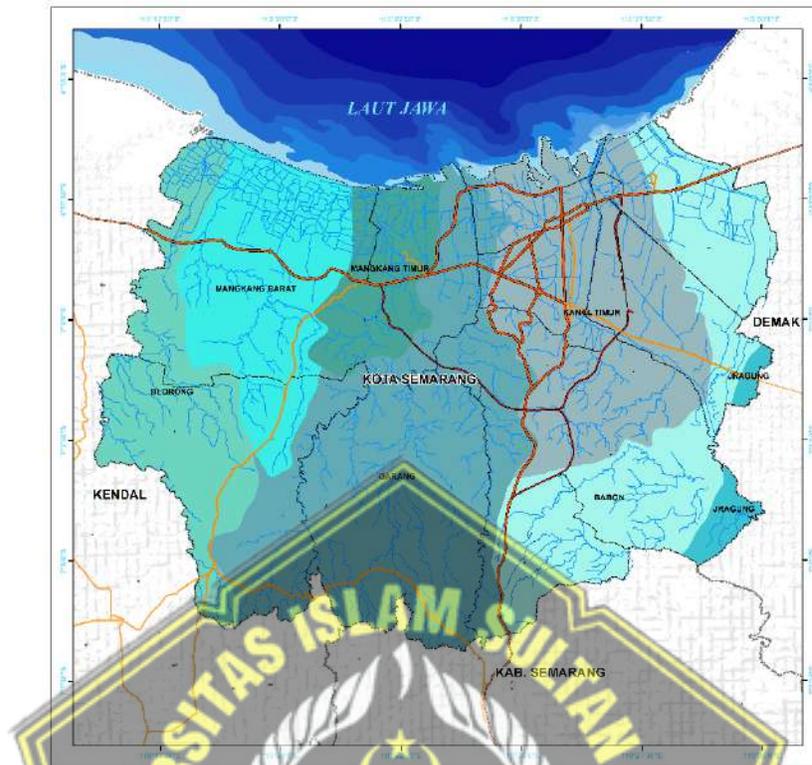
- Sebelah Utara : Laut Jawa
- Sebelah Selatan : Kabupaten Semarang
- Sebelah Timur : Kabupaten Demak dan Grobogan
- Sebelah Barat : Kabupaten Kendal

Menurut letak Geografis dan dipengaruhi oleh iklim muson tropis, terbagi menjadi dua musim, yaitu musim kemarau pada bulan April hingga September dan musim penghujan pada bulan Oktober hingga Maret. Curah hujan tahunan rata – rata 2.790 mm, dengan suhu 23°C hingga 34°C, dan kelembaban udara rata – rata tahunan 77°C.

4.1.2. Kondisi Hidrologi

Potensi perairan dan kondisi hidrologi Kota Semarang bersumber dari sungai – sungai yang mengalir melalui Kota Semarang antara lain Kali Garang, Kali Pengkol, Kali Kreo, Kali Banjir Kanal Timur, Kali Babon, Kali Sringin, Kali Kripik, Kali Dungadem dan lain sebagainya. Kali Garang bersumber dari Gunung Ungaran dan mempunyai alur sungai yang memanjang ke arah utara hingga mencapai Pegandan di Tugu Soeharto bertemu dengan sungai Kalikrio dan Kalikripik. Kali Garang merupakan sungai utama yang membentuk bagian bawah kota dan mengalir cukup deras sepanjang alirannya yang berkelok – kelok melalui lembah gunung Ungaran. Setelah dilakukan pengukuran debit Sungai Garang yang memiliki debit 53,0% dari total debit, dengan Sungai Kreo 34,7%, diikuti oleh Sungai Kripik sebesar 12,3%. Karena Sungai Garang merupakan sumber air utama bagi Kota Semarang, maka dari itu harus terus melakukan upaya menjaga kelestariannya. Pasalnya Kali Garang digunakan untuk memenuhi kebutuhan air minum warga Kota Semarang.

Kota Semarang mempunyai iklim lembab, dengan rata – rata curah hujan tahunan sekitar 2.790 mm dan variabilitas yang besar. Curah hujan di daerah dataran tinggi mencapai sekitar 3000mm. Perubahan ini disebabkan oleh efek topografi. Suhu rata – rata tahunan di Kota Semarang adalah sekitar 28°C, dengan sedikit variasi sepanjang tahun. Suhu tertinggi mencapai 39°C dan suhu terendah mencapai 18°C.



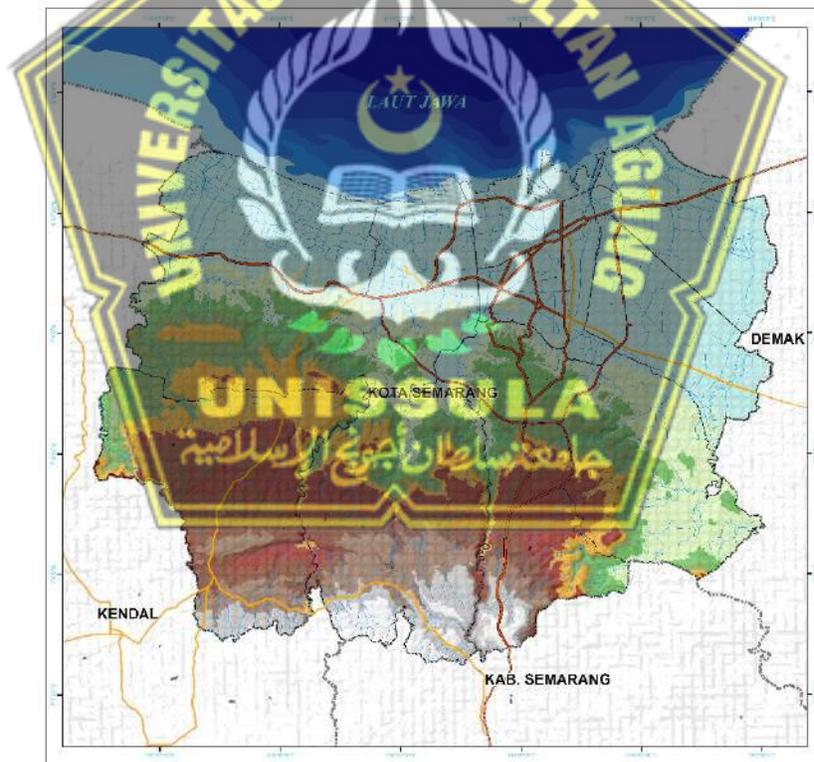
Gambar 4.1. Peta hidrologi Kota Semarang

4.1.3. Kondisi Topografi

Secara topografis Kota Semarang terdiri dari daerah perbukitan, dataran rendah, dan pesisir pantai, sehingga topografi Kota Semarang mempunyai kemiringan dan tepian yang bervariasi. 65,22% wilayah pesisir merupakan dataran dengan kemiringan 25 %, 37,78% merupakan daerah perbukitan dengan kemiringan 15 – 40%. Kondisi lereng tanah di Kota Semarang terbagi menjadi 4 jenis lereng yaitu lereng I (0-2%) termasuk bagian Genuk, Pedurungan, Gayamsari, Semarang Timur, Semarang Utara, dan Tugu, serta sebagian dari Tembalang, Banyumanik, dan Mijen. Lereng II (2-5%) meliputi wilayah Semarang Barat, Semarang Selatan, Candisari, Gajahmungkur, Gunungpati dan Ngaliyan, sedangkan Lereng III (15-40%) meliputi wilayah sekitar Kaligarang dan Kali Kreo (Kecamatan Gunungpati), sebagian dari mijen (Kecamatan Wonopluombon) dan Kecamatan Banyumanik dan Kecamatan Candisari. Sedangkan kemiringan IV (>50%) meliputi sebagian wilayah Kecamatan Banyumanik (tenggara) dan sebagian wilayah Kabupaten Gunungpati, khususnya di sekitar sungai Garang

dan Kripik. Kota bagian bawah, sebagian besar tanahnya terdiri dari pasir dan tanah liat. Pemanfaatan lahan sebagian besar digunakan untuk jalan, kawasan pemukiman atau rumah, bangunan, pekarangan, kawasan industri, pendidikan dan kebudayaan, dan transportasi perikanan.

Hal ini berbeda dengan daerah perbukitan atau kota atas yang struktur geologinya sebagian besar terdiri dari batuan beku. Kota Semarang ketinggian berkisar antara 0 sampai 348,00 meter di atas permukaan laut (lebih tinggi dari permukaan laut). Secara topografis terdiri dari wilayah pesisir, dataran rendah dan perbukitan sehingga dapat dibedakan menjadi kota bawah dan kota atas. Di daerah perbukitan ketinggiannya 90,56 – 348 mdpl, titik tertinggi berada di Jatingaleh dan Gombel, Semarang Selatan, Tugu, Mijen dan Gunungpati, dan di dataran rendah ketinggiannya 0,75 mdpl.



Gambar 4.2. Peta topografi Kota Semarang

4.2. Analisis Curah Hujan

Sangat penting untuk menghitung curah hujan rata – rata di suatu wilayah saat membuat rancangan pemanfaatan air dan rancangan bangunan pengendali banjir. Curah hujan ini disebut dengan istilah “curah hujan rata – rata wilayah”. Dengan menakar atau pengukuran dilakukan pada satu stasiun hujan, sehingga curah hujan hanya dihitung pada titik terbatas. Jika ada penakar curah hujan di suatu tempat, maka untuk hitung curah hujan dengan mengambil nilai rata – ratanya.

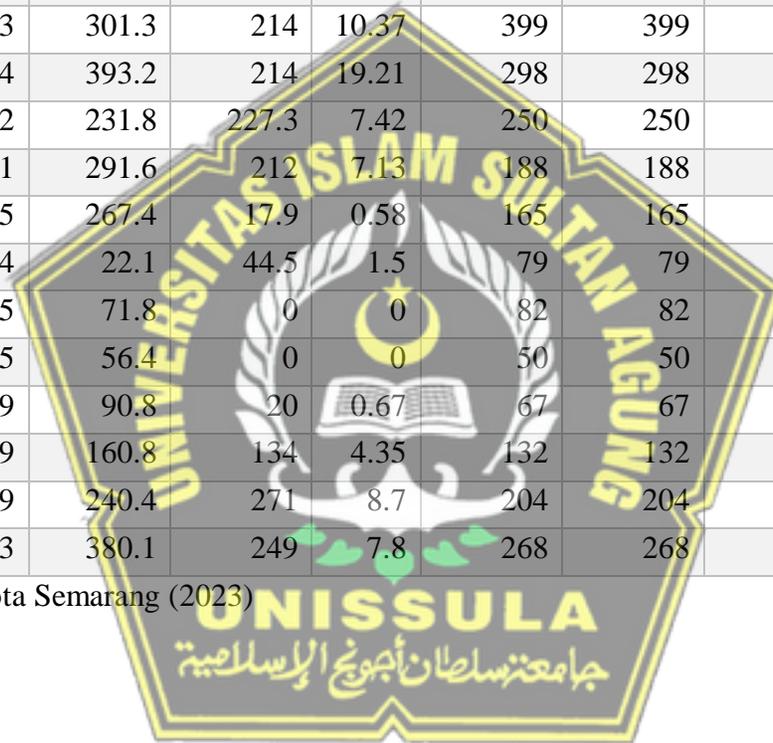
Pada penelitian ini data curah hujan untuk perhitungan ketersediaan air di ambil dari Stasiun Klimatologi Semarang dengan lama pengamatan masing – masing 10 tahun (2012-2022). Data tersebut dapat dilihat pada tabel berikut:



Tabel 4.1 Data curah hujan tahun 2012 – 2022

Bulan	Curah Hujan Tahunan Semarang (Mm)										
	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
Januari	329	273	301.3	214	10.37	399	399	238	736	477	495
Februari	337	694	393.2	214	19.21	298	298	273	377	378	269
Maret	165	122	231.8	227.3	7.42	250	250	212	157	204	218
April	134	131	291.6	212	7.13	188	188	258	74	296	168
Mei	191	205	267.4	17.9	0.58	165	165	185	182	222	87
Juni	231	134	22.1	44.5	1.5	79	79	69	129	347	110
Juli	126	15	71.8	0	0	82	82	2	182	115	2
Agustus	82	65	56.4	0	0	50	50	6	10	82	0
September	121	199	90.8	20	0.67	67	67	1	0	20	3
Oktober	307	119	160.8	134	4.35	132	132	0	45	99	267
November	284	349	240.4	271	8.7	204	204	280	194	146	272
Desember	357	173	380.1	249	7.8	268	268	209	193	242	328

Sumber: Badan Pusat Statistik Kota Semarang (2023)



Tabel 4.2 Rekapitulasi perhitungan curah hujan rata – rata kota semarang.

Bulan	Curah Hujan Tahunan Kota Semarang (Mm)											Curah Hujan Bulanan Rata - rata
	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	
Januari	329	273	301.3	214	10.37	399	399	238	736	477	495	387.167
Februari	337	694	393.2	214	19.21	298	298	273	377	378	269	355.041
Maret	165	122	231.8	227.3	7.42	250	250	212	157	204	218	204.452
April	134	131	291.6	212	7.13	188	188	258	74	296	168	194.773
Mei	191	205	267.4	17.9	0.58	165	165	185	182	222	87	168.788
Juni	231	134	22.1	44.5	1.5	79	79	69	129	347	110	124.61
Juli	126	15	71.8	0	0	82	82	2	182	115	2	67.78
Agustus	82	65	56.4	0	0	50	50	6	10	82	0	40.14
September	121	199	90.8	20	0.67	67	67	1	0	20	3	58.947
Oktober	307	119	160.8	134	4.35	132	132	0	45	99	267	140.015
November	284	349	240.4	271	8.7	204	204	280	194	146	272	245.31
Desember	357	173	380.1	249	7.8	268	268	209	193	242	328	267.49
Total	2664	2479	2507.7	1603.7	67.73	2182	2182	1733	2279	2628	2219	2254.513
Rata - Rata	222.000	206.583	208.975	133.642	5.644	181.833	181.833	144.417	189.917	219.000	184.917	187.876

Sumber: Hasil Analisis (2023)

Tabel 4.3 Rekapitulasi perhitungan curah hujan rata – rata per hari

Bulan	Curah Hujan Harian Rata - Rata Kota Semarang (Mm)										
	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
Januari	10.61	8.81	9.72	6.90	0.33	12.87	12.87	7.68	23.74	15.39	15.97
Februari	12.04	24.79	13.56	7.64	0.69	10.64	10.28	9.75	13.46	13.03	9.61
Maret	5.32	3.94	7.48	7.33	0.24	8.06	8.06	6.84	5.06	6.58	7.03
April	4.47	4.37	9.72	7.07	0.24	6.27	6.27	8.60	2.47	9.87	5.60
Mei	6.16	6.61	8.63	0.58	0.02	5.32	5.32	5.97	5.87	7.16	2.81
Juni	7.70	4.47	0.74	1.48	0.05	2.63	2.63	2.30	4.30	11.57	3.67
Juli	4.06	0.48	2.32	0.00	0.00	2.65	2.65	0.06	5.87	3.71	0.06
Agustus	2.65	2.10	1.82	0.00	0.00	1.61	1.61	0.19	0.32	2.65	0.00
September	4.03	6.63	3.03	0.67	0.02	2.23	2.23	0.03	0.00	0.67	0.10
Oktober	9.90	3.84	5.19	4.32	0.14	4.26	4.26	0.00	1.45	3.19	8.61
November	9.47	11.63	8.01	9.03	0.29	6.80	6.80	9.33	6.47	4.87	9.07
Desember	11.52	5.58	12.26	8.03	0.25	8.65	8.65	6.74	6.23	7.81	10.58
Total	87.93	83.24	82.46	53.06	2.27	72.00	71.63	57.50	75.25	86.49	73.10
Rata - Rata	7.33	6.94	6.87	4.42	0.19	6.00	5.97	4.79	6.27	7.21	6.09

Sumber: Hasil Analisis (2023)

BAB V

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Analisis Kebutuhan Air Baku Pada Hotel Dan Apartemen

5.1.1. Analisis Jumlah Penghuni

Analisis ini dilakukan menggunakan persamaan (3.1) sebagai berikut:

a The pinnacle louis kienne

$$No = \frac{0,6 \times 43309}{5} = 5197 \text{ orang,}$$

Dengan perhitungan yang sama untuk bangunan Gumaya tower hotel, Hotel santika premiere, Hotel ciputra, Hotel grandika, Khas semarang, Suite hotel, Po hotel, Cordova edupartment, Marquis de lafayette jumlah penghuni dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.1. Rekapitulasi jumlah penghuni (orang)

No	Nama Bangunan	Total Luas Bangunan (m ²)	Area Efektif Lantai	Jumlah penghuni (orang)
1	The pinnacle louis kienne	43309	0.6	5197
2	Gumaya tower hotel	41143	0.6	4937
3	Hotel santika premiere	41246	0.6	4950
4	Hotel ciputra	18852	0.6	2262
5	Hotel grandika	15200	0.6	1824
6	Khas semarang	25133	0.6	3016
7	Suite hotel	5877	0.6	705
8	Po hotel	151372	0.6	18165
9	Cordova edupartment	53546	0.6	6426
10	Marquis de lafayette	39021	0.6	4683

(Sumber: Hasil Analisis 2023)

Dari hasil tabel 5.1 diatas dapat disimpulkan bahwa Po hotel mempunyai jumlah penghuni yang terbanyak. Hal ini dapat terjadi karena total luas bangunannya yang begitu besar yaitu 151372 m². Dan untuk jumlah penghuni

yang paling sedikit terdapat pada suite hotel yang hanya mempunyai 705 orang penghuni.

5.1.2. Analisis Kebutuhan Air

Analisis ini dilakukan menggunakan persamaan (3.2) sebagai berikut:

a The pinnacle louis kienne
 $Q_d = 5197 \times 250 = 1299 \text{ liter/hari}$

Dengan perhitungan yang sama untuk bangunan Gumaya tower hotel, Hotel santika premiere, Hotel ciputra, Hotel grandika, Khas semarang, Suite hotel, Po hotel, Cordova edupartment, Marquis de lafayette jumlah kebutuhan air dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.2. Rekapitulasi kebutuhan air pada bangunan (liter)

No	Nama Bangunan	Jumlah penghuni (orang)	Standart pemakaian air	Kebutuhan air/hari (liter)	Kebutuhan air/bulan (liter)
1	The pinnacle louis kienne	5197	250	1299	38978
2	Gumaya tower hotel	4937	250	1234	37029
3	Hotel santika premiere	4950	250	1237	37121
4	Hotel ciputra	2262	250	566	16967
5	Hotel grandika	1824	250	456	13680
6	Khas semarang	3016	250	754	22620
7	Suite hotel	705	250	176	5289
8	Po hotel	18165	250	4541	136235
9	Cordova edupartment	6426	250	1606	48191
10	Marquis de lafayette	4683	250	1171	35119

(Sumber: Hasil Analisis 2023)

Dari hasil tabel 5.2 diatas dapat disimpulkan bahwa Po hotel mempunyai jumlah kebutuhan air/hari yang terbanyak. Hal ini dapat terjadi karena jumlah penghuni yang begitu banyak yaitu 18165 orang. Dan untuk jumlah kebutuhan air/hari yang paling sedikit terdapat pada suite hotel yang hanya membutuhkan 176 liter/hari.

5.2 Analisis Air Hujan Untuk Sumber Air Baku

5.2.1. Waktu konsentrasi

Kami menemukan bahwa semua sampel bangunan hotel dan apartemen terletak pada garis topografi yang sama, dengan panjang lereng (L) 0,245 km dan kemiringan lereng (S) 0,5%. Data ini digunakan untuk menghitung waktu konsentrasi (t_c) sesuai dengan persamaan (3.3) berikut:

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

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

$$t_c = 0,02 \text{ jam (72 detik)}$$

waktu ini digunakan untuk mengalirkan air dari titik yang paling jauh pada daerah aliran kepada titik kontrol atau pada tampungan yang disediakan. perkiraan waktu yang diperlukan yaitu sekitar 72 detik untuk air sampai pada bak penampung.

5.2.2. Analisis Intensitas Curah Hujan Menggunakan Metode Mononobe

a Intensitas Curah Hujan 2012 (I)

Nilai rata – rata curah hujan per jam tahun 2012 adalah $R_{24} = 0,254$, sesuai dengan hasil perhitungan curah hujan rata – rata per jam yang ditunjukkan pada tabel 4.1 di atas. Selanjutnya untuk menghitung intensitas curah hujan tahun 2012 menggunakan metode Mononobe sesuai persamaan (2.5) sebagai berikut:

Untuk $t = 1$

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

$$I = \frac{0,254 \times 24}{24} \left(\frac{24}{1} \right)^{2/3}$$

$$I = 2,11 \text{ mm/jam}$$

b Intensitas Curah Hujan 2013 (I)

Nilai rata – rata curah hujan per jam tahun 2013 adalah $R_{24} = 0,300$, sesuai dengan hasil perhitungan curah hujan rata – rata per jam yang ditunjukkan pada tabel 4.1 di atas. Selanjutnya untuk menghitung intensitas curah hujan tahun 2013 menggunakan metode Mononobe sesuai persamaan (2.5) sebagai berikut:

Untuk $t = 1$

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

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

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

c Intensitas Curah Hujan 2014 (I)

Nilai rata – rata curah hujan per jam tahun 2013 adalah $R_{24} = 0,261$, sesuai dengan hasil perhitungan curah hujan rata – rata per jam yang ditunjukkan pada tabel 4.1 di atas. Selanjutnya untuk menghitung intensitas curah hujan tahun 2013 menggunakan metode Mononobe sesuai persamaan (2.5) sebagai berikut:

Untuk $t = 1$

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

$$I = \frac{0,261 \times 24}{24} \left(\frac{24}{1} \right)^{2/3}$$

$$I = 2,17 \text{ mm/jam}$$

Perhitungan Intensitas Hujan untuk tahun 2012 – 2022 tersebut hanya dalam waktu $t = 1$ jam saja, Selanjutnya untuk mengetahui intensitas curah hujan dalam waktu $t = 1 - 24$ jam dengan lama 2012 – 2022 dapat dilihat pada tabel 5.3.:

Tabel 5.3. : Rekapitulasi intensitas curah hujan (t = 1 – 24 jam)

Lama hujan (jam)	Intensitas Curah Hujan (mm/jam) Periode 2012 - 2022										
	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012
1	2.54	2.40	2.38	1.53	0.07	2.08	2.07	1.66	2.17	2.50	2.11
2	1.60	1.51	1.50	0.97	0.04	1.31	1.30	1.05	1.37	1.57	1.33
3	1.22	1.16	1.15	0.74	0.03	1.00	0.99	0.80	1.05	1.20	1.02
4	1.01	0.95	0.95	0.61	0.03	0.83	0.82	0.66	0.86	0.99	0.84
5	0.87	0.82	0.81	0.52	0.02	0.71	0.71	0.57	0.74	0.85	0.72
6	0.77	0.73	0.72	0.46	0.02	0.63	0.63	0.50	0.66	0.76	0.64
7	0.69	0.66	0.65	0.42	0.02	0.57	0.57	0.45	0.59	0.68	0.58
8	0.64	0.60	0.60	0.38	0.02	0.52	0.52	0.42	0.54	0.62	0.53
9	0.59	0.56	0.55	0.35	0.02	0.48	0.48	0.38	0.50	0.58	0.49
10	0.55	0.52	0.51	0.33	0.01	0.45	0.45	0.36	0.47	0.54	0.46
11	0.51	0.49	0.48	0.31	0.01	0.42	0.42	0.34	0.44	0.51	0.43
12	0.48	0.46	0.45	0.29	0.01	0.40	0.39	0.32	0.41	0.48	0.40
13	0.46	0.43	0.43	0.28	0.01	0.38	0.37	0.30	0.39	0.45	0.38
14	0.44	0.41	0.41	0.26	0.01	0.36	0.36	0.29	0.37	0.43	0.36
15	0.42	0.40	0.39	0.25	0.01	0.34	0.34	0.27	0.36	0.41	0.35
16	0.40	0.38	0.38	0.24	0.01	0.33	0.33	0.26	0.34	0.39	0.33
17	0.38	0.36	0.36	0.23	0.01	0.31	0.31	0.25	0.33	0.38	0.32
18	0.37	0.35	0.35	0.22	0.01	0.30	0.30	0.24	0.32	0.36	0.31
19	0.36	0.34	0.33	0.22	0.01	0.29	0.29	0.23	0.31	0.35	0.30
20	0.34	0.33	0.32	0.21	0.01	0.28	0.28	0.23	0.30	0.34	0.29
21	0.33	0.32	0.31	0.20	0.01	0.27	0.27	0.22	0.29	0.33	0.28
22	0.32	0.31	0.30	0.20	0.01	0.26	0.26	0.21	0.28	0.32	0.27
23	0.31	0.30	0.29	0.19	0.01	0.26	0.26	0.21	0.27	0.31	0.26
24	0.31	0.29	0.29	0.18	0.01	0.25	0.25	0.20	0.26	0.30	0.25

(Sumber: Hasil Analisis 2023)

Dengan menggunakan siklus berulang selama 10 tahun (2012 – 2022), nilai curah hujan selama 24 jam R_{24} adalah 74,49 mm/bulan (0,204 mm/hari). Nilai ini digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan menggunakan metode Mononobe. Hasil perhitungan intensitas curah hujan dapat dihitung sebagai berikut:

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

$$I = \frac{0,204}{24} \left(\frac{24}{0,02} \right)^{2/3}$$

$$I = 0,964 \text{ mm/jam}$$

Maka, dapat disimpulkan bahwa intensitas curah hujan di kota Semarang dengan menggunakan curah hujan berulang selama 10 tahun mencapai 0,964 mm/jam.

5.2.3. Analisis Nilai Koefisien Limpasan Menggunakan Metode Hasing

Kondisi bangunan hotel dan apartemen yang menjadi sampel pada penelitian berada pada dataran rendah dengan C_t 0,03. Nilai koefisien limpasan dapat dihitung menggunakan metode Hasing dengan mengetahui jumlah nilai C_t , C_s dan C_v .



Tabel 5.4.: Nilai koefisien limpasan metode hasing

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

(Sumber: Hasing dalam Tommy dan vino 2023)

Berdasarkan data yang diperoleh, semua bangunan hotel dan apartemen berada pada lokasi dengan kondisi topografi datar, kondisi tanah lempung dan vegetasi tanpa tanaman. Sehingga nilai Koefisien Limpasan (C) dapat diperoleh sebagai berikut:

$$C = Ct + Cs + Cv$$

$$C = 0,03 + 0,16 + 0,28 = 0,47 \text{ mm.}$$

Maka, dapat disimpulkan bahwa nilai koefisien limpasan pada bangunan Gumaya tower hotel, Hotel santika premiere, Hotel ciputra, Hotel grandika, Khas semarang, Suite hotel, Po hotel, Cordova edupartment, Marquis de lafayette sama yaitu 0,47 mm. dikarenakan bangunan - bangunan ini berada pada titik lereng yang sama.

5.2.4. Analisis Debit Limpasan (*Runoff*)

Berdasarkan perhitungan yang dilakukan menggunakan metode Hasing, selanjutnya dapat menghitung debit limpasan pada hotel dan apartemen yang dijadikan sampel menggunakan rumus (3.6) sebagai berikut:

a The pinnacle louis kienne

$$Q_r = 0,0278 \times 0,47 \times 0,964 \times 0,0027 = 0,000340 \text{ m}^3/\text{detik}$$

Dengan perhitungan yang sama untuk bangunan Gumaya tower hotel, Hotel santika premiere, Hotel ciputra, Hotel grandika, Khas semarang, Suite hotel, Po hotel, Cordova edupartment, Marquis de lafayette jumlah debit limpasan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.5. : Rekapitulasi perhitungan debit limpasan (Q_r)

No	Nama Bangunan	C	I (mm/jam)	A (km ²)	Q _r (m ³ /detik)	
1	The pinnacle louis kienne	0,278	0,47	0,964	0,0027	0,000340
2	Gumaya tower hotel	0,278	0,47	0,964	0,0049	0,000617
3	Hotel santika premire	0,278	0,47	0,964	0,0057	0,000718
4	Hotel ciputra	0,278	0,47	0,964	0,0149	0,001877
5	Hotel grandhika	0,278	0,47	0,964	0,0022	0,000277
6	Khas semarang	0,278	0,47	0,964	0,0052	0,000655
7	Suite hotel	0,278	0,47	0,964	0,0010	0,000126
8	Po hotel	0,278	0,47	0,964	0,0145	0,001826
9	Cordova edupartment	0,278	0,47	0,964	0,0047	0,000592
10	Marquis de lafayette	0,278	0,47	0,964	0,0040	0,000504

(Sumber: Hasil Analisis 2023)

Dari hasil pada tabel 5.5 dapat disimpulkan bahwa Hotel ciputra mempunyai debit limpasan paling banyak yaitu 0,001877 m³/detik. Hal ini disebabkan karena area mempunyai luas lantai dasar yang lebar dibandingkan bangunan – bangunan lain. Sedangkan Suite hotel mempunyai kapasitas debit limpasan hanya 0,000126 m³/detik saja.

5.2.5. Analisis Daya Tampung

Setelah mengetahui luasan tiap – tiap sampel, untuk menghitung daya tampung penampungnya yaitu menggunakan rumus dari Perwal No. 24 Tahun 2019 tentang bangunan hijau. Sebagaimana tertulis pada rumus (3.7) yaitu:

a The pinnacle louis kienne

$$RWT = 0,025 \times 2690 = 67 \text{ m}^3$$

Dengan perhitungan yang sama untuk bangunan Gumaya tower hotel, Hotel santika premiere, Hotel ciputra, Hotel grandika, Khas semarang, Suite hotel, Po hotel, Cordova edupartment, Marquis de lafayette ukuran tampungan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.6. Rekapitulasi dimensi RWH

No	Nama Bangunan	Faktor (m)	Lantai Dasar (m ²)	Ukuran RWH (m ³)
1	The pinnacle louis kienne	0,025	2690	67
2	Gumaya tower hotel	0,025	4898	122
3	Hotel santika premire	0,025	5728,6	143
4	Hotel ciputra	0,025	14881	372
5	Hotel grandhika	0,025	2210	55
6	Khas semarang	0,025	5236	131
7	Suite hotel	0,025	1044	26
8	Po hotel	0,025	14555	364
9	Cordova edupartment	0,025	4697	117
10	Marquis de lafayette	0,025	4043	101

(Sumber: Hasil Analisis 2023)

Dari hasil perhitungan pada tabel 5.6 dapat dilihat Hotel ciputra mempunyai ukuran tampungan atau ukuran RWH paling luas yang mencapai 372 m³. Hal ini dipengaruhi karena luasan lantai dasar pada bangunan Hotel ciputra yang cukup luas. Sedangkan Suite hotel hanya mempunyai luas tampungan selebar 26 m³.

5.2.6. Analisis Supply Air Hujan

Analisi *Supply* Air Hujan dihitung menggunakan *runoff* exiting pada tiap tiap bangunan sampel dan waktu konsentrasi.

Menggunakan asumsi waktu konsentrasi hujan di Kota Semarang yaitu 0,02 jam atau 72 detik maka diperoleh hitungan menggunakan rumus *supply* air hujan yaitu:

a The pinnacle louis kienne

$$\begin{aligned} &= Qr \times \text{Waktu konsentrasi} \times 30 \times 1000 \\ &= 0,000340 \times 72 \times 30 \times 1000 \\ &= 735 \text{ liter/bulan.} \end{aligned}$$

Selisih antara *supply* air dengan kebutuhan air

$$\begin{aligned} &= \text{Kebutuhan air (bulan)} - \text{supply air hujan} \\ &= 38978 - 735 \\ &= 38244 \text{ liter/bulan} \end{aligned}$$

Jadi, presentase penghematan yang dapat dilakukan sebesar 1,9%.

Tabel 5.7. Rekapitulasi *supply* air hujan

No	Nama Bangunan	Qr (m ³ /detik)	Waktu Konsentrasi (detik)	Konfersi (bulan)	Konfersi (liter)	<i>Supply</i> (liter/bulan)	Kebutuhan Air/bulan	Selisih	Presentase
1	The pinnacle louis kienne	0,000340	72	30	1000	735	38978	38244	1.9%
2	Gumaya tower hotel	0,000617	72	30	1000	1333	37029	35696	3.6%
3	Hotel santika premire	0,000718	72	30	1000	1551	37121	35571	4.2%
4	Hotel ciputra	0,001877	72	30	1000	4054	16967	12913	23.9%
5	Hotel grandhika	0,000277	72	30	1000	599	13680	13081	4.4%
6	Khas semarang	0,000655	72	30	1000	1415	22620	21205	6.3%
7	Suite hotel	0,000126	72	30	1000	272	5289	5017	5.1%
8	Po hotel	0,001826	72	30	1000	3945	136235	132290	2.9%
9	Cordova edupartment	0,000592	72	30	1000	1279	48191	46913	2.7%
10	Marquis de lafayette	0,000504	72	30	1000	1088	35119	34031	3.1%

(Sumber: Hasil Analisis 2023)

Dari hasil perhitungan pada tabel 5.7 Hotel ciputra mempunyai presentase tertinggi yaitu 23,9% dalam mendapatkan *supply* air hujan liter/bulan untuk meng cover kebutuhan air/bulan dengan jumlah *supply* air yang didapatkan yaitu 4025 liter/bulan. Sedangkan untuk bangunan The pinnacle louis kienne hanya mampu mendapatkan *supply* air bersih 735 liter/bulan dengan presentase 1,9% dari kebutuhan air/bulannya.

5.3 Analisis Penghematan Biaya

Analisis penghematan biaya dilakukan dengan membandingkan biaya pengeluaran kebutuhan air baku pada tiap – tiap sampel bangunan sebelum diterapkan sistem RWH dengan sesudah diterapkan sistem RWH. Dalam pembiayaan perumda air minum bangunan sampel tersebut masuk dalam klasifikasi Niaga VI dengan luas >30 m². Maka biaya yang harus dikeluarkan tiap liter nya yaitu Rp 14.000.

a The pinnacle louis kienne

Sebelum RWH

Kebutuhan Air/bulan x Tarif Air Baku

= 38978 x 14.000

= Rp 545,693,400

Biaya Penghematan

Supply Air Hujan/bulan x Tarif Air Baku

= 735 x 14.000

= Rp 10,284,075

Setelah RWH

Sebelum RWH – Biaya Penghematan

Rp 545,693,400 - Rp 10,284,075

= Rp 535,409,325

Jadi, presentase biaya penghematan yang terjadi sekitar 1,9%

Hasil perhitungan untuk bangunan lainnya dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5.8. Rekapitulasi penghematan biaya

No	Nama Bangunan	Kebutuhan Air/Bulan (liter)	Hasil Tampung /bulan (m ³)	Sebelum RWH	Biaya Penghematan	Setelah RWH	Presentase penghematan
1	The pinnacle louis kienne	38978	735	Rp 545,693,400	Rp 10,284,075	Rp 535,409,325	1.9%
2	Gumaya tower hotel	37029	1333	Rp 518,401,800	Rp 18,663,692	Rp 499,738,108	3.6%
3	Hotel santika premiere	37121	1551	Rp 519,699,600	Rp 21,710,825	Rp 497,988,775	4.2%
4	Hotel ciputra	16967	4054	Rp 237,535,200	Rp 56,752,859	Rp 180,782,341	23.9%
5	Hotel grandika	13680	599	Rp 191,520,000	Rp 8,379,617	Rp 183,140,383	4.4%
6	Khas semarang	22620	1415	Rp 316,675,800	Rp 19,806,367	Rp 296,869,433	6.3%
7	Suite hotel	5289	272	Rp 74,050,200	Rp 3,808,917	Rp 70,241,283	5.1%
8	Po hotel	136235	3945	Rp 1,907,287,200	Rp 55,229,292	Rp 1,852,057,908	2.9%
9	Cordova edupartment	48191	1279	Rp 674,679,600	Rp 17,901,908	Rp 656,777,692	2.7%
10	Marquis de lafayette	35119	1088	Rp 491,664,600	Rp 15,235,667	Rp 476,428,933	3.1%

(Sumber: Hasil Analisis 2023)

Dari hasil tabel 5.8 diatas. Maka, semua bangunan yang dijadikan sampel presentasinya masih dibawah 50% untuk dipasangkan RWH. Dikarenakan kebutuhan air yang banyak dan penampungan air yang kurang luas. Adapun pada Hotel ciputra yang mempunyai presentase tertinggi yaitu 23,9% pada perhitungan penghematan biaya yang terjadi. Hotel ciputra dapat melakukan biaya penghematan sebesar Rp 56,752,859/bulan apabila menggunakan sistim RWH. Hal ini dapat terjadi karena penghuni pada bangunan ini tidak terlal banyak dan bangunan ini mempunyai luas bak penampung yang luas. Dan untuk The pinnacle louis kienne hanya mempunyai presentase 1,9% untuk biaya penghematan yang terjadi.



BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan pada bab sebelumnya dapat ditarik kesimpulan antara lain:

- a. Kebutuhan air baku pada tiap hotel dan apartemen berbeda beda. Hal ini disebabkan karena perbedaan luas dari tiap – tiap hotel dan apartemen berbeda. Data kebutuhan air ini didasari dari kebutuhan air harian pada bangunan hotel berbintang (250 liter/tempat tidur/hari) yang diambil dari data SNI 03-7065-2005 tentang “tata cara perencanaan sistem plumbing”. Yang kemudian didapatkan hasil untuk penggunaan air paling banyak ada pada bangunan PO Hotel dengan kebutuhan air per bulan/liter mencapai 136.235 liter/bulan. Sedangkan Suite Hotel hanya membutuhkan air 5.289 liter/bulan.
- b. Air hujan berpotensi dapat menggantikan kebutuhan air baku pada hotel dan apartemen yang dijadikan sampel. Namun tidak semua hotel dan apartemen dapat menggantikan sepenuhnya. Pemanfaatan air hujan yang paling ideal bisa diterapkan pada bangunan Hotel Ciputra karena mempunyai tingkat presentase sebesar 23,9% yang mampu menampung air hujan sebanyak 4.054 liter/bulan apabila mampu memanfaatkan air hujan menggunakan sistem *Rainwater Harvesting*. Untuk bangunan sampel lainnya hanya mampu menggantikan kebutuhan air baku sebesar kurang dari 10%. Hal ini menyebabkan perlu adanya pasokan air baku dari sumber lainnya selain dari air hujan.
- c. Penghematan biaya terbesar terjadi pada Hotel Ciputra yang mampu memotong biaya penggunaan PERUMDA AIR MINUM sebesar 23,9% atau sekitar Rp.56.752.859/bulan dari pembiayaan PERUMDA AIR MINUM sebesar Rp 237,535,200/bulan. Untuk penghematan paling sedikit terjadi pada The Pinnacle Louis Kienne yang hanya mampu melakukan biaya penghematan sebesar 1,9% atau sekitar Rp.10.284.075/bulan dari pembiayaan perumda air minum sebesar Rp 545,693,400/bulan`.

6.2. Saran

- a Disarankan agar sesegera menyediakan kebutuhan air bersih yang bukan bersumber dari PERUMDA AIR MINUM. Akan tetapi bisa menggunakan pemanfaatan air hujan karena kebutuhan air yang sangat banyak perbulannya. Atau dengan cara mengelola kembali limbah air yang sudah terbuang menggunakan sistem yang ada.
- b Disarankan agar Hotel Ciputra bisa menerapkan sistem ini dikarenakan akan sangat membantu dalam mencukupi kebutuhan air yang harus disediakan. Pasalnya sistem ini dapat dikelola sendiri dan tidak hanya mengandalkan air dari PERUMDA AIR MINUM terkait. Sementara itu untuk bangunan The pinnacle Louis Kienne, Gumaya Tower Hotel, Hotel Santika Premire, Hotel Grandhika, KHAS Semarang, Suite Hotel, PO Hotel, Cordova Edupartment dan Marquis De Lafayette bisa mempertimbangan sistem *Rainwater Harvesting* ini dengan mempertimbangkan luasan RWT yang akan dibuat.
- c Dikarena penghematan biaya yang terjadi cukup besar, disarankan untuk biaya penghematan yang terjadi bisa dialokasikan sebagai biaya membangun *Rainwater Harvesting*. Biaya penghematan yang didapat juga dapat dialokasikan pada kebutuhan yang lain.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustianto, Deny Arista. (2014). Model Hunungam Hujan dan Runoff (Studi Lapangan). *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. 2(2) 215 – 224.
- Al-Qur'an surat Asy – Syura (25) ayat 28. *Al – Qur'an dan Terjemahan*. Cetakan ke 7: Al – Mizam Publishing House.
- Anonymous. (2008). *Rainwater Tank Design and Installation Handbook. Australian Geocernment: Australian Rainwater Industry Development Group*.
- Arsyadi, Havin Ikhsan., Mashuri, Kiranaratri, Ayudia. H. (2019) Perencanaan *Rainwater Harvesting System Dengan Metode Roof Catchment*, Studi Kasus: Gedung Kuliah Umum 1 Itera.
- Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG).
- Badan Pusat Statistik Kota Semarang (BPS Kota Semarang). Data Curah Hujan Tahun 2012 – 2022.
- Ha, Park Eun. (2017). Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan Sekala Rumah Tangga Di Korea Selatan. *Skripsi*. Fakultas Teknik Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Ichsan, Zahrul (2020). Rencana Sistem pemanenan Air Hujan Untuk Rumah Toko di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh. *Tugas Akhir*. Universitas Islam Negri Ar-Raniry Darussalam. Banda Aceh.
- Ismail, Ahmad Afandi, Ali, Muh. Yunus, Ma'rufah. (2023). Pemanenan Air Hujan Sebagai Penyediaan Air Bersih Di Kabupaten Takalar. *Jurnal Teknik Hidro*. 16(1). 44 – 53.
- Littaqwa, Auliya Akraoe. (2021) *Rain Water Harvesting* Sebagai Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih. *Indonesian Jurnal of Engineering*. 2(1) 52 – 64.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia Nomor 11/PRT/M/2014 Tentang Pengelolaan Air Hujan Pada Bangunan Gedung dan Persilnya.
- Peraturan Walikota Semarang No.31 tahun 2019 Tentang Tarif Air Minum Pada Perusahaan Umum Daerah Air Minum Tirta Modal Kota Semarang.

- Peraturan Walikota Semarang Nomor 23 Tahun 2023. Tentang Zonasi Bebas Air Tanah.
- Peraturan Walikota Semarang Nomor 24 Tahun 2019. Tentang Bangunan Gedung Hijau.
- Putra, Muhammad Hakiem Sedo. (2023). Potensi Metode *Rainwater Harvesting* dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Domestik di SD Negeri 02 Gunung Terang Bandar Lampung. *Jurnal Teknik Sipil*. 19(1). 1 – 11.
<https://journal.maranatha.edu/index.php/jts>
- R. Djall, Ratih Pratiwi. (2022) Konsep *Rainwater Harvesting* Sebagai Alternatif Sumber Daya Air Bersih Di Kampung Lakkang, Kota Makasar. ***Tugas Akhir***. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Darussalam. Banda Aceh.
- Samawa, Adzicky, Hadi, M. Pramono. (2015). Estimasi Debit Puncak Berdasarkan Metode Penentuan Koefisien Limpasan Di Sub Das Kedung Gong, Kabupaten Kulonprogo, Yogyakarta. *Jurnal Bumi Indonesia*.
<https://api.core.ac.uk/oai/oai:ojs.lib.geo.ugm.ac.id:article/244>
- Silvia, Cut. S., Safriani, Meylis. (2018). Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan Dengan Teknik *Rainwater Harvesting* Untuk kebutuhan Domestik. *Jurnal Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Teuku Umar*. 4(1) 62 – 73.
- SNI 03-7065-2005. Tata cara perencanaan sistem plambing.
- Surya, Anjaya Putra Adi. (2020). Penelusuran banjir Pada Waduk Semantok Kabupaten Nganjuk Jawa Timur. *Skripsi*. Universitas Jember Jawa Timur.
- Susilowati *et al.* (2015). Analisa karakteristik Curah hujan Di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Konstruksia*. 7(1). 13 – 26.
- Syahputra, B., Kiono, B. F. T., Sudarno. (2021). *The Effect of Land Subsidence On The Selection Of Raw Water Sources In Hotel and Apartment Building In Semarang City*. *IOP Conference Series: Earth and Enviromental Science*. 896012033.
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/17551315/896/1/012033>
- Syahputra, B., Kiono, B. F. T., Sudarno. (2023 A). *Water Conservation Model In Hotel and Apartment Building In Semarang City, Indonesia*. *International Journal of Geomate*. 25(110). 9 – 20.

Syahputra, B., Kiono, B. F. T., Sudarno. (2023 B). *The Influence Of Groundwater Level On Water Disposal System In Hotels and Apartments In Semarang City*. *Aip Convergence Proceeding 2 June 2023*; 2738 (1):030042. <https://doi.org/10.1063/5.0140140>.

Tim Pemerintah Kota Semarang. 2023. Laporan Kegiatan Pengendalian Masalah Penurunan Tanah di Pesisir Semarang.

