

TESIS

**ANALISIS SISTEM PEMANENAN AIR HUJAN
DENGAN METODE *ROOF HARVESTING SYSTEM*
UNTUK KEBUTUHAN NON DOMESTIK
(STUDI KASUS GEDUNG KH. HASYIM ASY'ARI
KAMPUS 3 UIN SALATIGA)**

**Disusun dalam Rangka Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Mencapai Gelar Magister Teknik (MT)**



Oleh :
SAMSUL ARIFIN
NIM : 20202000073

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG
2025**

HALAMAN PERSETUJUAN TESIS

ANALISIS SISTEM PEMANENAN AIR HUJAN
DENGAN METODE *ROOF HARVESTING SYSTEM* UNTUK
KEBUTUHAN NON DOMESTIK
(STUDI KASUS GEDUNG KH. HASYIM ASY'ARI KAMPUS 3
UIN SALATIGA)

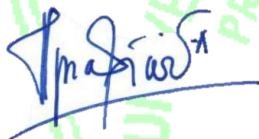
Disusun oleh :

SAMSUL ARIFIN

NIM : 20202000073

Telah disetujui oleh :

Tanggal,
Pembimbing 1



Prof. Dr. Ir. Henny Pratiwi Adi, S.T, M.T

NIK.210200030

Tanggal,
Pembimbing 2



Dr. Abdul Rochim, S.T, M.T

NIK. 210200031

MAGISTER TEKNIK SIPIL
UNISSULA

HALAMAN PENGESAHAN TESIS

ANALISIS SISTEM PEMANENAN AIR HUJAN DENGAN METODE *ROOF HARVESTING SYSTEM* UNTUK KEBUTUHAN NON DOMESTIK (STUDI KASUS GEDUNG KH. HASYIM ASY'ARI KAMPUS 3 UIN SALATIGA)

Disusun oleh :

SAMSUL ARIFIN

NIM : 20202000073

Dipertahankan di Depan Tim Penguji Tanggal :

27 Februari 2025

Tim Penguji:

1. Ketua


Prof. Dr. Ir. Henny Pratiwi Adi, S.T, M.T
NIK.210200030

2. Anggota


Dr. Abdul Rochim, S.T, M.T
NIK. 210200031

3. Anggota


Ir. H. Rachmat Mudivono, M.T., Ph.D.
NIK. 210293018

Tesis ini diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)

Semarang, 27 Februari 2025

Mengetahui,

Ketua Program Studi,


Prof. Dr. Ir. Antonius, MT
NIK. 210202033

Mengesahkan,

Dekan Fakultas Teknik,


Dr. Abdul Rochim, S.T, M.T
NIK. 210200031

MOTTO

“Kuntum khaira ummatin ukhrijat lin-nâsi ta'murûna bil-ma'rûfi wa tan-hauna 'anil-mungkari wa tu'minûna billâh, walau âmana ahlul-kitâbi lakâna khairal lahum, min-humul-mu'minûna wa aktsaruhumul-fâsiqûn”

“Kamu (umat Islam) adalah umat terbaik yang dilahirkan untuk manusia (selama) kamu menyuruh (berbuat) yang makruf, mencegah dari yang mungkar, dan beriman kepada Allah. Seandainya Ahlulkitab beriman, tentulah itu lebih baik bagi mereka. Di antara mereka ada yang beriman dan kebanyakan mereka adalah orang-orang fasik.”

(QS. Ali Imron : 110)

“Innamal a'malu binniyat wa innama llikullimri'in maa nawaa”

"Sesungguhnya segala perbuatan itu tergantung pada niatnya, dan setiap orang akan mendapatkan apa yang diniatkannya."

(HR Bukhari dan Muslim).

“Fasatazkurûna mâ aqulu lakum, wa ufawwiðu amrî ilallâh, innallâha baṣîrum bil-'ibād”

“Kelak kamu akan ingat kepada apa yang kukatakan kepada kamu. Dan aku menyerahkan urusanku kepada Allah. Sesungguhnya Allah Maha Melihat akan hamba-hamba-Nya.”

Surat Al-Mu'min ayat 44

....fadzakkir bil-qur'âni may yakhâfu wa'id

.....Maka, berilah peringatan dengan Al-Qur'an kepada siapa pun yang takut pada ancaman-Ku.

Qaf • Ayat 45

Kun 'aliman, au muta'alliman, au mustami'an, au muhibban. Walam takun khoomisan, fatahlik.

“Jadilah engkau orang berilmu, atau Orang yang menuntut ilmu, atau Orang yang mau mendengarkan ilmu, atau Orang yang menyukai ilmu. dan janganlah engkau menjadi orang yang kelima maka kamu akan celaka”

(HR. Baihaqi).

HALAMAN PERSEMBAHAN

Saya persembahkan Tesis ini untuk:

1. Kedua orang tua saya **Bapak Nur Chodliq** dan **Ibu Suwartiyah** yang masih menemani perjuangan saya sampai saat ini.
2. Kedua Mertua Saya **Bp. H. Joeswadi** dan **Ibu Hj. Sholihah** yang selalu menjadi support sistem saya.
3. Istri Saya tercinta **Nurhasanah Fitriani**, Ketiga anak saya, **Ananda Aliya Althafiya Fathni Arifin**, **Zein Adli Maula Arifin** dan **Ainal Ilmi Dzikra Arifin** yang setia menjadi sebab saya bersemangat menyongsong hari.
4. Semua guru-guru, dosen-dosen, ustadz-ustadz, murobiyiin dan kiai-kiaiku, serta Kaum muslimin-muslimat dan peradaban umat manusia.

ABSTRAK

Peningkatan kebutuhan air non-domestik di Kota Salatiga memerlukan solusi berkelanjutan, salah satunya adalah penerapan sistem pemanenan air hujan dengan metode Roof Harvesting System (RHS). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi jumlah air hujan yang dapat dipanen, menentukan kapasitas optimal bak penampungan, serta mengevaluasi aspek ekonomi dan keberlanjutan penerapan sistem RHS di Gedung KH. Hasyim Asy'ari, Kampus 3 UIN Salatiga. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan deskriptif. Data primer diperoleh melalui pengukuran langsung luas atap dan observasi sistem eksisting, sementara data sekunder mencakup data curah hujan tahunan serta literatur terkait. Analisis perhitungan volume air hujan dilakukan dengan persamaan $Q = \alpha \cdot I \cdot A$, di mana Q adalah debit air, α adalah koefisien limpasan atap, dan A adalah luas atap yang efektif menangkap air hujan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa luas atap gedung adalah 2.756,81 m² dengan luas catchment area efektif 1.626,89 m², yang dapat menangkap air hujan dengan volume rata-rata 9.371 liter/hari. Kapasitas optimal bak penampungan yang direkomendasikan adalah 6 buah tandon air dengan volume masing-masing 1.550 liter, sehingga total kapasitas tampungan mencapai 9.300 liter. Berdasarkan evaluasi kebutuhan air non-domestik, Gedung KH. Hasyim Asy'ari membutuhkan sekitar 9.552,68 liter/hari, sehingga sistem RHS ini mampu memenuhi sekitar 97,6% dari total kebutuhan air non-domestik gedung. Desain sistem RHS yang diusulkan meliputi sistem filtrasi awal, jaringan distribusi, dan bak penampungan dengan sistem perawatan rutin untuk memastikan kualitas air tetap optimal. Implementasi sistem ini berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap sumber air konvensional hingga 50% dan mendukung konsep kampus hijau serta pengelolaan air berkelanjutan. Dari aspek ekonomi, analisis menggunakan Net Present Value (NPV) menunjukkan nilai positif, yang mengindikasikan bahwa sistem ini layak secara finansial. Dengan periode pengembalian investasi selama 6 tahun, sistem ini mampu memberikan efisiensi biaya yang signifikan dibandingkan hanya menggunakan air dari PDAM.

Kata kunci: Air hujan, sistem pemanenan, kebutuhan non-domestik, keberlanjutan, kelayakan ekonomi, Roof Harvesting System

ABSTRACT

The increasing demand for non-domestic water in Salatiga City requires sustainable solutions, one of which is the implementation of a rainwater harvesting system using the Roof Harvesting System (RHS) method. This study aims to analyze the potential amount of rainwater that can be harvested, determine the optimal capacity of the reservoir, and evaluate the economic and sustainability aspects of RHS implementation in the KH. Hasyim Asy'ari Building, Campus 3 UIN Salatiga. This research employs a quantitative method with a descriptive approach. Primary data were obtained through direct roof area measurement and observation of the existing system, while secondary data included annual rainfall data and relevant literature. The calculation of rainwater volume is conducted using the equation $Q = \alpha \cdot I \cdot A$, where Q is the water discharge, α is the runoff coefficient, and A is the effective roof area that captures rainwater. The results show that the building's roof area is 2,756.81 m², with an effective catchment area of 1,626.89 m², capable of capturing an average rainwater volume of 9,371 liters/day. The recommended optimal reservoir capacity consists of 6 water tanks with a volume of 1,550 liters each, bringing the total storage capacity to 9,300 liters. Based on the evaluation of non-domestic water needs, the KH. Hasyim Asy'ari Building requires approximately 9,552.68 liters/day, meaning that the RHS system can meet around 97.6% of the total non-domestic water demand of the building. The proposed RHS system design includes an initial filtration system, distribution network, and storage tank with a routine maintenance system to ensure optimal water quality. The implementation of this system has the potential to reduce dependence on conventional water sources by up to 50% and support the concept of a green campus and sustainable water management. From an economic perspective, the Net Present Value (NPV) analysis indicates a positive value, confirming the financial feasibility of the system. With an investment return period of 6 years, this system provides significant cost efficiency compared to only using water from PDAM.

Keywords: Rainwater, harvesting system, non-domestic needs, sustainability, economic feasibility, Roof Harvesting System

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : SAMSUL ARIFIN

NIM : 20202000073

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tesis yang berjudul:

**ANALISIS SISTEM PEMANENAN AIR HUJAN
DENGAN METODE *ROOF HARVESTING SYSTEM* UNTUK KEBUTUHAN NON
DOMESTIK**

(STUDI KASUS GEDUNG KH. HASYIM ASY'ARI KAMPUS 3 UIN SALATIGA)

Adalah benar hasil karya saya dan dengan penuh kesadaran bahwa saya tidak melakukan tindakan plagiasi atau mengambil alih seluruh atau sebagian besar karya tulis orang lain tanpa menyebutkan

sumbernya. Jika saya terbukti melakukan tindakan plagiasi, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

UNISSULA
جامعة سلطان أبوبنح الإسلامية

Semarang, 3 Maret 2025

Materai

Samsul Arifin



KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah Subhanahu wa Ta'ala yang telah memberikan rahmat, hidayah, serta pertolongan-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis yang berjudul "Analisis Sistem Pemanenan Air Hujan dengan Metode Roof Harvesting System untuk Kebutuhan Non Domestik (Studi Kasus Gedung KH. Hasyim Asy'ari Kampus 3 UIN Salatiga)" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik di Universitas Islam Sultan Agung.

Penelitian ini tidak akan terselesaikan tanpa dukungan, bimbingan, serta doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan rasa syukur dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah Subhanahu wa Ta'ala atas segala nikmat dan kemudahan dalam menyelesaikan studi ini.
2. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan doa, semangat, dan dukungan moral maupun material selama proses penelitian ini berlangsung.
3. Bapak/Ibu Dosen dan Pembimbing, khususnya Ibu Prof. Dr. Ir. Henny Pratiwi Adi, S.T, M.T dan Bapak Dr. Abdul Rochim, S.T, M.T yang dengan penuh kesabaran dan ketulusan memberikan arahan, masukan, serta motivasi dalam penyusunan tesis ini.
4. Rekan-rekan mahasiswa di Program Magister Teknik Sipil Universitas Islam Sultan Agung yang telah memberikan dukungan, diskusi, serta kebersamaan selama masa studi.
5. Seluruh pihak di UIN Salatiga, khususnya pengelola Gedung KH. Hasyim Asy'ari Kampus 3, yang telah memberikan izin serta bantuan dalam pengambilan data penelitian.
6. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyelesaian tesis ini.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, segala bentuk kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan demi penyempurnaan penelitian ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan, khususnya dalam pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan.

Semarang, 3 Maret 2025

Samsul Arifin

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN TESIS	ii
HALAMAN PENGESAHAN TESIS	iii
MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN.....	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB 1	37
PENDAHULUAN	37
1.1 Latar Belakang	37
1.2 Rumusan Masalah	40
1.3 Tujuan Penelitian.....	40
1.4 Batasan Masalah	41
1.5 Manfaat Penelitian.....	41
BAB 2	42
TINJAUAN PUSTAKA	42
2.1 Air Hujan	42
2.2 Kuantitas Air Hujan Yang Dipanen	42
2.3 Koefisien Limpasan Atap	45
2.4 Kualitas Panen Air Hujan.....	46

2.5	Sistem Pemanenan Air Hujan (SPAHA).....	50
2.6	Sistem Pemanenan Atap	51
2.6	Sistem Lay Out Desain <i>Roof Harvesting System</i>	54
2.7	Kebutuhan Air	59
2.8	Tahapan Mendesain <i>Rain Water Harvesting</i>	61
2.9	Skema Air Menuju <i>Water Tank</i>	64
2.10	Nilai Kelayakan Ekonomis <i>Roof Harvesting System</i>	69
2.11	Penelitian Terdahulu.....	71
2.11	<i>Research Gap-Thory Gap</i>	79
BAB III		81
METODE PENELITIAN.....		81
3.1	Lokasi dan Subjek Penelitian	81
3.2	Desain Penelitian.....	82
3.3	Metode / bentuk penelitian	82
3.4	Metode Pengumpulan Data	82
3.4.1	Data Primer:	82
3.5	Metode analisis data	82
3.6	Bagan Alir Penelitian	83
BAB IV		84
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		84
4.1	Lokasi Penelitian Kampus 3 UIN Salatiga.....	84
4.1.1	Gedung KH. Hasyim Asy'ari.....	85
4.2	Potensi Air Hujan Yang Bisa Dipanen.....	90
4.2.1	Intensitas Air Hujan Di Kota Salatiga	92
4.2.2	Perhitungan Debit Pada Objek Penelitian.....	96
4.3	Kebutuhan Air Non Domestik.....	97
4.3.1	Volume Bak Penampungan.....	98
4.4	<i>Rain Water Harvesting Design</i>	99
4.5	Perawatan Sistem Pemanenan Air Hujan	106
4.6	Perhitungan Biaya Penerapan <i>Rain Water Harvesting</i>	109

4.6.1	Perhitungan Biaya Air Non Domestik 15 tahun	109
4.7	Perhitungan <i>Net Present Value</i> Project	112
BAB V.....		115
KESIMPULAN DAN SARAN.....		115
5.1	Kesimpulan.....	115
5.2	Saran	115
DAFTAR PUSTAKA		117



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Koefisien Run Off Beberapa Material Atap	45
Tabel 2.2 Persyaratan standar untuk berbagai jenis kelas air.....	47
Tabel 2.3 Aplikasi yang diizinkan untuk setiap kelas air	48
Tabel 2.4 Standar Kebutuhan Air Rumah Tangga Berdasarkan Jenis Kota dan Jumlah Penduduk.....	60
Tabel 2.5 Standar kebutuhan Non-Domestik	61
Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu Tentang Rain Water Harvesting	71
Tabel 4.1 Curah Hujan, Hari Hujan, dan Rata-rata Curah Hujan, 2022 – 2023 (mm)93	
Tabel 4.2 Nilai IDF (Intensity Duration Frequency)	94
Table 4.3 Jumlah Mahasiswa dan Dosen Fakultas Dakwah UIN Salatiga	97
Tabel 4.4 Maintenance Checklist.....	106
Tabel 4.5 Tarif Air Minum PDAM Salatiga	110
Tabel 4.6 Abonemen PDAM Salatiga.....	110
Tabel 4.7 Perhitungan Tarif PDAM Kebutuhan Air Gedung KH. Hasyim Asy'ari. 111	
Tabel 4.8 Konversi panen hujan berdasarkan prosentase hari hujan di Kota Salatig111	
Tabel 4.9 Rencana Anggaran Biaya Instalasi Panen Air Hujan Atap di Gedung KH. Hasyim As'ari	112
Tabel 4.10 Notasi Sigma NPV	113

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Simulasi Menghitung Luas Area.....	44
Gambar 2.2 Skema Sistem Pemanenan Air Hujan Metode Atap.....	52
Gambar 2.3 SPAH dengan penyimpanan di atas tanah.....	53
Gambar 2.4 SPAH dengan penyimpanan di bawah tanah	53
Gambar 2.5 Desain Pemanenan Air Hujan Sistem 1	55
Gambar 2.6 Desain Pemanenan Air Hujan Sistem 2	55
Gambar 2.7 Desain Pemanenan Air Hujan Sistem 3	56
Gambar 2.8 Desain Pemanenan Air Hujan Sistem 4	57
Gambar 2.9 Desain Pemanenan Air Hujan Sistem 5	58
Gambar 2.10 Desain Pemanenan Air Hujan Sistem 6	59
Gambar 2.11 12 Langkah Membuat Rain Water Harvesting.....	62
Gambar 2.12 Skema Aliran Roof Water Harvesting	65
Gambar 2.13 Produk FFD Yang ada di Indonesia	66
Gambar 2.14 Gutter.....	68
Gambar 2.15 Skema Transport Air Sistem Pemanenan Air Gudang Atap	69
Gambar 3.1 Gedung KH Hasyim Asy'ari Kampus 3 UIN Salatiga.....	81
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian	83
Gambar 4.1 Lansekap kampus III UIN Salatiga	85
Gambar 4.2 Sketch Lay Out Bangunan Gedung KH. Hasyim Asy'ari UIN Salatiga.	86
Gambar 4.3 Perhitungan Area Bangunan Menggunakan Aplikasi Sketch Up	86
Gambar 4.4 Fasad Gedung KH. Hasyim Asy'ari UIN Salatiga.....	87
Gambar 4.5 Pembagian Bagian Atap Panen Air Hujan	88
Gambar 4.6 Tampilan 3D Catchment Area.....	89
Gambar 4.7 Bangunan Gedung KH. Hasyim Asy'ari UIN Salatiga.....	89
Gambar 4.8 Luas Area Atap Bagian Pertama (Sayap Timur-Fakultas Dakwah)	90
Gambar 4.9 Luas Area Atap Bagian Kedua.....	91
Gambar 4.10 Luas Area Atap Bagian Ketiga.....	92

Gambar 4.11 Grafik IDF	95
Gambar 4.12 Tangki Air 1550L TB 160 Orange.....	99
Gambar 4.13 Versi Sederhana Roof Water Harvesting	100
Gambar 4.14 Pilihan Lokasi Tandon Air	101
Gambar 4.15 Lay Out Tandon A, B, C, D, E dan F	102
Gambar 4.16 Detail Instalasi Tandon.....	103
Gambar 4.18 Detail Instalasi Tandon E dan F	105



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Terjadinya urbanisasi cepat, ledakan demografi, dan perubahan iklim diketahui mengancam keamanan air secara global, regional, maupun lokal. Ada banyak cara untuk mengatasinya, salah satu teknik yang inovatif dan telah banyak diteliti adalah Sistem Drainase Perkotaan Berkelanjutan atau *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS) terkini yang mencakup Sistem Pemanenan Air Hujan (SPA) atau dalam Bahasa Inggris *Rain Water Harvesting Systems* (RWHS). Terdapat dua jenis RWHS, yaitu sistem pemanenan atap atau *Roof Harvesting System* (RHS) dan sistem pemanenan kolam atau dalam Bahasa Inggris *Pond Harvesting System* (PHS). Kinerja untuk RWHS dengan kapasitas yang berbeda dievaluasi, serta manfaat dan tantangan khususnya dalam aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial. Saat ini, RHS lebih umum diterapkan tetapi efektivitasnya dibatasi oleh skalanya yang kecil. PHS berskala lebih besar dan memiliki potensi serta efektivitas yang lebih besar sebagai sistem pasokan air alternatif. Hasil penelitian juga menunjukkan banyaknya keuntungan dari PHS terutama dalam hal ekonomi, aspek lingkungan, dan volume air yang dipanen. Meskipun RHS mungkin cocok untuk bangunan individu atau bangunan yang sudah ada, PHS memiliki potensi yang lebih besar dan harus diterapkan di daerah perkotaan yang baru dikembangkan dengan iklim khatulistiwa yang basah (Zabidi et al., 2020a).

Salatiga adalah kota dengan luas 5498.00 hektar atau sama dengan 54.98 km² (BPS Kota Salatiga, 2021). Sebagai kota meskipun luas tidak begitu besar, namun Kota Salatiga memiliki jumlah penduduk cukup padat yaitu 193.386 jiwa (Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Salatiga, 2024). Kota dengan berbagai kultur, sehingga mendapatkan julukan Indonesia Mini, karena banyak budaya dan etnis tinggal di Kota ini. Kota Salatiga sebagai pusat industri dan juga kota pendidikan

dengan perkembangan yang cukup dinamis. Terdapat 3 kampus besar di kota ini dan banyak sekolah tingkat SLTP dan SLTA, juga pesantren. Sebagai Kota Berkelanjutan atau *Sustainable City*, Salatiga memiliki konsep pembangunan berkelanjutan seperti yang dicetuskan oleh Laporan Brundtland pada tahun 1987 atau *World Commission on Economic and Development (WCED)* (Rakhmat, 2023).

Kota-kota di Indonesia menghadapi tantangan besar dalam memastikan pasokan air bersih yang cukup. Berbagai penelitian telah mengidentifikasi sejumlah faktor yang memengaruhi ketersediaan air bersih, salah satunya adalah kebutuhan air di Kota Salatiga. Diperkirakan pada tahun 2024, jumlah penduduk di Kota Salatiga akan mencapai 210.975 jiwa. Dalam hal produksi, air yang tersedia mencapai 9.723.499 m³, sementara kebutuhan air bersih mencapai 7.641.356 m³. Namun, terjadi kehilangan air sebesar 2.095.507 m³, yang mengakibatkan defisit air sebesar 0,423 liter per detik.

Lebih lanjut, pada tahun 2024, jumlah penduduk Kota Salatiga diprediksi akan meningkat menjadi 263.544 jiwa. Produksi air diperkirakan mencapai 11.241.244 m³, dengan kebutuhan air bersih sebesar 9.023.366 m³. Meski begitu, kehilangan air yang terjadi mencapai 2.304.242 m³ dan dengan 37.856 sambungan rumah tangga, hal ini menyebabkan defisit air yang lebih besar, yaitu 3,59 liter per detik. (Saputra, 2019).

Penelitian ini akan diadakan di Kota Salatiga dengan sampel yaitu Gedung KH. Hasyim Asy'ari Kampus 3 UIN Salatiga. Menurut laman resmi Pemkot Salatiga, Salatiga terletak antara : 1100.27'.56,81" – 1100.32'.4,64" BT 0070.17'. – 0070.17'.23" LS. Secara Morfologis, Salatiga berada di daerah cekungan, kaki Gunung Merbabu diantara gunung-gunung kecil antara lain: Gajah Mungkur, Telomoyo, dan Payung Rong. Secara Administratif, wilayah Salatiga dikelilingi wilayah Kabupaten Semarang. Kota Salatiga beriklim tropis, berhawa sejuk, dan udaranya segar. Adapun curah hujan (pada tahun 2008), Jumlah Curah Hujan sebesar 4.831 mm. Jumlah hari hujan adalah 220 hari. Sedangkan rata-rata Curah Hujan: 22 mm/hari. Dari sebuah penelitian diprediksi yang dihasilkan pada tahun 2021, dan

dibandingkan dengan tahun sebelumnya, telah terjadi perubahan jumlah volume distribusi dan pelanggan PDAM. Dimana total volume penyaluran air bersih diprediksi menjadi 4.927.284 dan akan ada 282.126 pelanggan pada tahun 2021 (Christalivea & Pakereng, 2023).

Pemanenan air hujan telah diteliti menjadi salah satu solusi kebutuhan air bersih dan air minum. Membuat sistem pemanenan air hujan adalah merupakan salah satu teknik yang sederhana dan ekonomis diterima secara sosial dan ramah lingkungan (Anchan & Shiva Prasad, 2021). Metode pemanenan air hujan juga bisa dengan *Zero Run Off System* untuk menaikkan permukaan air tanah di Kawasan yang menggunakan sumur rumah. Juga bisa menjadi solusi kebutuhan air untuk tanaman bagi penduduk yang berprofesi sebagai petani atau berkebun. Hal ini seperti penelitian panen air hujan untuk perkebunan Pala di Aceh (Fachrudin, Setiawan, 2015).

Seperti sampel yang akan dijadikan subjek penelitian yaitu di Kampus 3 UIN Salatiga, Sistem Pemanenan Air Hujan juga bisa diaplikasikan untuk suatu wilayah gedung tertentu, seperti : sekolah, kampus atau area perkantoran dan industri atau pabrik. Simulasi Sistem Pemanen Air Hujan (SPAH) dapat dirancang untuk sebuah gedung kuliah dan menghasilkan efisiensi penghematan air sebesar 25%. SPAH ini mendukung konsep kampus hijau dan mengurangi resiko banjir. Hasil analisis SPAH pada dapat digunakan untuk merancang desain SPAH (Saragih et al., 2023). Pemanenan air hujan bisa menjadi salah satu sumber air bersih yaitu sebesar 887.892 liter/hari, dengan rerata potensi pemanenan setiap rumah sebesar 862,031 liter/hari. Perbandingan antara jumlah total air yang dipanen dengan total penggunaan air untuk kebutuhan masyarakat menunjukkan bahwa *rainwater harvesting system* akan sangat cukup menjadi salah satu alternatif pemenuhan air bersih (Silvia & Safriani, 2018). Penelitian lain menunjukkan bahwa PAH (Panen Air Hujan) atau dikenal dengan *Rainwater Harvesting* dapat digunakan sebagai salah satu cara untuk membantu memenuhi kebutuhan air di suatu desa di Bali (Pamungkas et al., 2023).

Potensi pemanenan air hujan dihitung dengan menghitung kebutuhan harian

untuk masyarakat selama bulan kemarau. Kemudian dibandingkan dengan curah hujan, *catchment area* dan kebutuhan bak tampung air untuk setiap KK di suatu wilayah. Dengan begitu didapat suatu pertimbangan untuk pengambilan keputusan jika sistem ini akan diterapkan di suatu daerah untuk tambahan sumber air bersih (Pamungkas, et al., 2023).

Berdasarkan latar belakang itu, maka penelitian ini akan mengambil tema bagaimana sistem pemanenan air hujan dengan metode panen air hujan atap (*roof harvesting system*) untuk memenuhi kebutuhan air non domestik, dengan studi kasus di Gedung KH. Hasyim Asy'ari Kampus 3 UIN Salatiga.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini sebagai berikut:

- a. Berapakah potensi jumlah air hujan yang mampu dipanen dengan metode *roof harvesting system*?
- b. Berapakah volume bak penampungan air yang dibutuhkan untuk *roof harvesting system*?
- c. Bagaimanakah desain perencanaan sistem panen air hujan metode *roof harvesting system*?
- d. Bagaimanakah analisis ekonomis pembuatan panen air hujan metode *roof harvesting system*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini antara lain:

- a. Mengkaji potensi jumlah air hujan yang mampu dipanen dengan metode *roof harvesting system* secara optimal.
- b. Menghitung volume bak penampungan air yang dibutuhkan untuk *roof harvesting system*.
- c. Mendapatkan desain perencanaan *roof harvesting system*.
- d. Menghitung analisis ekonomis pembuatan panen air hujan metode *roof harvesting system*.

1.4 Batasan Masalah

Dalam penelitian ini akan diberikan batasan dalam proses risetnya, antara lain:

- a. Subyek penelitian ini adalah di Bangunan Gedung KH. Hasyim Asy'ari Kampus 3 UIN Salatiga.
- b. Sumber data akan dibatasi berupa data curah hujan tahunan 2 tahun terakhir dan luas atap Gedung KH. Hasyim Asy'ari Kampus 3 UIN Salatiga sebagai *cathment area*, yaitu area atap yang miring dari bangunan.
- c. Waktu penelitian akan dibatasi pada rentang waktu Oktober s.d Januari 2024.
- d. Output penelitian akan dibatasi hanya *roof harvesting system*, analisis besarnya potensi air, besarnya kebutuhan air non domestik dan juga volume bak penampungan yang dibutuhkan untuk hasil yang optimal.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang bisa diambil dari penelitian ini adalah:

- a. Sebagai pertimbangan pemerintah mengambil kebijakan, setelah mengetahui potensi jumlah air hujan yang mampu dipanen dengan metode *roof harvesting system* secara optimal.
- b. Sebagai informasi volume bak penampungan air yang dibutuhkan untuk optimalisasi pemanenan air hujan.
- c. Didapatkan standar perencanaan design sistem panen air hujan metode *roof harvesting system* untuk sumber air bersih dan diimplementasikan untuk bangunan lain di Kota Salatiga.
- d. Pengelola Gedung mendapatkan analisis ekonomis pembuatan sistem panen air hujan metode *roof harvesting system*.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Hujan

Indonesia merupakan negara tropis yang memiliki dua musim, yaitu musim hujan dan kemarau. Pada musim hujan, beberapa daerah bahkan mengalami banjir. Pola curah hujan di Pulau Jawa tergolong tinggi, sehingga Pulau Jawa sangat ideal untuk pengumpulan air hujan (Rimaniar et al., 2017). Hujan adalah fenomena alam yang dipengaruhi oleh iklim dan ada dalam siklus hidrologi. Adanya hujan penting bagi kehidupan, karena hujan bisa mencukupi kebutuhan untuk semua makhluk hidup. Berdasarkan ukuran butiran, hujan dapat dibedakan menjadi 4 macam, (Suud et al., 2020):

- a. Hujan dengan diameter butiran $< 0,5$ mm disebut gerimis (drizzle).
- b. Hujan berupa kristal-kristal es yang temperatur udaranya berada di bawah titik beku (0°C) disebut hujan salju (snow).
- c. Hujan dengan curahan batu es yang turun di dalam cuaca panas awan yang temperaturnya dibawah titik beku (0°C) disebut hujan batu es.
- d. Hujan dengan curah hujan yang turun dari awan dengan nilai temperatur diatas titik beku berdiameter butiran ± 7 mm disebut *Rain* atau Hujan Deras.

2.2 Kuantitas Air Hujan Yang Dipanen

Debit adalah ukuran volume air yang mengalir keluar dari suatu daerah dalam periode waktu tertentu. Dalam sistem satuan internasional (SI), debit diukur dalam satuan meter kubik per detik (m^3/detik). Debit aliran merujuk pada laju pergerakan volume air yang melewati suatu penampang melintang di sungai dalam satuan waktu tertentu. Dalam konteks ini, debit dinyatakan dalam satuan meter kubik. Selain itu, debit aliran dapat dijelaskan dengan rumus $Q = A \times V$, di mana A adalah luas penampang dalam meter persegi (m^2) dan V adalah kecepatan aliran dalam meter per detik (m/detik).

Gerak fluida melibatkan pemantauan pergerakan setiap partikel di dalamnya. Hal ini menjadi tantangan tersendiri, karena kita perlu menentukan koordinat X, Y, dan Z dari partikel-partikel tersebut sebagai fungsi waktu. Salah satu pendekatan yang digunakan adalah melalui penerapan kinematika gerakan partikel atau aliran fluida. Rapat massa dan kecepatan pada tiap titik dalam ruang mengalami perubahan seiring berjalannya waktu, menjadikan fluida sebagai medan rapat massa dan medan vektor kecepatan.

Ketika kecepatan (V) dari setiap partikel fluida di suatu titik tertentu adalah konstan, aliran tersebut dikategorikan sebagai aliran lunak. Di titik ini, setiap partikel memiliki kecepatan (V) yang sama, baik dalam besaran maupun arah. Namun, di titik lain, sebuah partikel mungkin memiliki kecepatan yang berbeda, meskipun partikel-partikel lainnya akan memiliki kecepatan yang sama pada akhirnya, seperti enam partikel yang pertama. Fenomena ini sering terlihat pada aliran air yang lambat. Sebaliknya, dalam aliran tidak lunak, kecepatan (V) berfungsi sebagai variabel waktu. (Suud et al., 2020).

Untuk menghitung ketersediaan debit air hujan yang jatuh di atap bangunan, dapat digunakan persamaan berikut ini:

$$V = R.A.k \dots\dots\dots(2.1)$$

Dimana:

V = Volume Air tertampung (m³)

R = Curah hujan (mm/bulan)

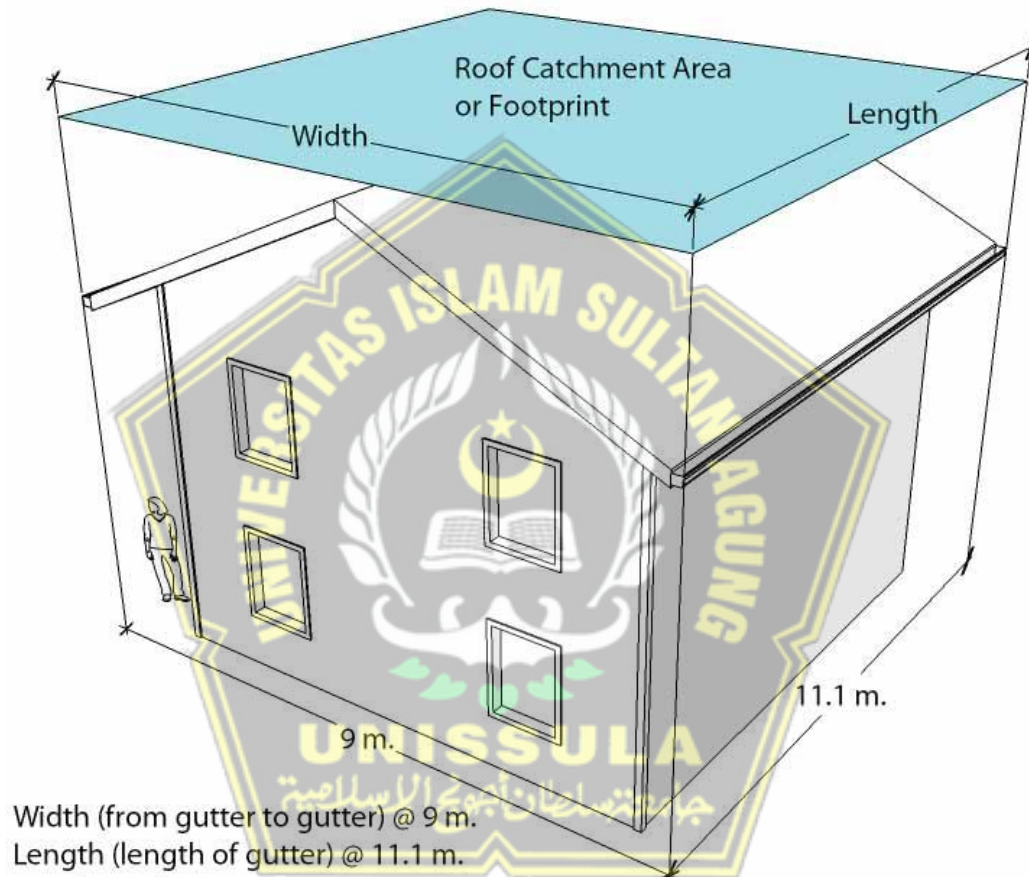
A = Luas daerah tangkapan (m²)

K= Koefisien Runoff

Terdapat dua data penting yang diperlukan untuk menghitung jumlah air yang dapat dipanen melalui proses pemanenan air hujan. Data pertama adalah ukuran area tangkap, yang dalam studi ini merujuk pada atap rumah sebagai media penangkap air hujan. Data kedua adalah rata-rata curah hujan tahunan di lokasi studi. Agar dapat menghitung volume air yang berhasil ditangkap dalam satuan liter, luas atap rumah harus dinyatakan dalam satuan meter persegi (m²), sementara rata-rata curah hujan tahunan dinyatakan dalam millimeter (mm).

Daerah tangkapan air atap mengacu pada tapak atau bidang horizontal di bawah atap, bukan luas permukaan atap yang sebenarnya. Daerah tangkapan air tidak dipengaruhi oleh

kemiringan atap. Menentukan daerah tangkapan air atap akan memungkinkan Anda menghitung jumlah total air yang dapat dikumpulkan untuk kejadian hujan tertentu (Regional District of Nanaimo, 2024). Gambar 2.1 menunjukkan bagaimana cara mendapatkan luas *catchment area*.



Gambar 2.1 Simulasi Menghitung Luas Area

Sumber : (Regional District of Nanaimo, 2024)

Gambar 2.1 menunjukkan bahwa yang dimaksud dengan area tangkapan adalah luas horizontal yang berada di atas atap, tanpa mempertimbangkan kemiringan atap tersebut. Dalam proses pemanenan air hujan, terutama pada area tangkapan atap bangunan, air yang mengalir dan tertampung di atap tidak sepenuhnya dapat disimpan. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kebocoran, penguapan, serta material atap yang digunakan, dan lain-lain.. Sehingga menurut Soewarno (2000) dalam (Silvia & Safriani, 2018) menyebutkan

bahwa perhitungan hasil panen air hujan pada limpasan atap harus memperhitungkan faktor kehilangan (koefisien run off) sebesar 0,8 dari jumlah air hujan yang diterima atap. Sehingga jumlah air hujan yang mampu dipanen dapat dirumuskan seperti berikut

$$V_{PAH} = a \times R \times A \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana : B_{PAH} = Jumlah air yang dapat dipanen (liter)
 a = Koefisien *run off* (0,8)
 R = Curah hujan rata-rata (mm)
 A = Luas atap bangunan (m²)

2.3 Koefisien Limpasan Atap

Atap permukaan tangkapan air yang ideal untuk menampung air hujan, asalkan bersih. Permukaan atap dapat dibuat dari berbagai bahan, termasuk, tetapi tidak terbatas pada, beton, genteng, lembaran seng bergelombang galvanis, dan plastik bergelombang. Pengumpulan air hujan biasanya direpresentasikan oleh koefisien limpasan (a). Koefisien limpasan untuk setiap daerah tangkapan air adalah rasio volume air yang mengalir dari suatu permukaan terhadap volume curah hujan yang jatuh di permukaan tersebut. Koefisien limpasan sebesar 0,8 berarti 80% curah hujan akan terkumpul. Jadi, semakin tinggi koefisien limpasan, semakin banyak hujan yang akan terkumpul. Koefisien limpasan atap sangat bervariasi berdasarkan bahan atap, kemiringan atap, dan sebagainya. Bahan atap tidak hanya menentukan koefisien limpasan; tetapi juga memengaruhi kualitas air hujan yang dipanen. Atap yang kedap air akan menghasilkan limpasan air berkualitas baik yang dapat digunakan untuk semua keperluan rumah tangga: memasak, mencuci, minum, dan sebagainya. Tabel 2.1 menunjukkan koefisien limpasan tipikal untuk berbagai jenis daerah tangkapan air (Biswas & Mandal, 2014).

Tabel 2.1 Koefisien Run Off Beberapa Material Atap

No	Type	Run Off Coefficient
1	Galvanized Iron Sheet	>0.9
2	Corrugated Metal Sheet	0.7-0.9
3	Tiles	0.8-0.9
4	Concrete	0.6-0.8
5	Brick Pavement	0.5-0.6

6	<i>Rocky Natural Catchment</i>	<i>0.2-0.5</i>
7	<i>Soil with slope</i>	<i>0.0-0.3</i>
8	<i>Green area</i>	<i>0.05-0.1</i>

2.4 Kualitas Panen Air Hujan

Salah satu manfaat yang dapat dirasakan dari penerapan Sistem Panen Air Hujan (SPAHH) adalah pemenuhan kebutuhan air domestik. Oleh karena itu, penting untuk menjamin kualitas air yang dapat dipanen. SPAHH menawarkan berbagai keuntungan di berbagai bidang, termasuk ekonomi, lingkungan, teknologi, dan sosial. Dengan memasang sistem ini pada bangunan, aliran air hujan dapat dialihkan dari talang atap menuju tangki penyimpanan, sehingga air yang terkumpul bisa dimanfaatkan untuk berbagai keperluan rumah tangga, seperti menyiram toilet, berkebun, membersihkan rumah, atau kegiatan kecil lainnya.

Namun, kualitas air hujan dapat dipengaruhi oleh udara yang tercemar dan permukaan atap dimana udara yang tercemar mengandung partikel kecil seperti debu yang bercampur dengan material atap yang terkorosi akan menyebabkan terbentuknya residu di tangki penyimpanan. Selain itu, kontaminan fisik seperti larva nyamuk, pupa dan kotoran dari atap juga dapat ditemukan di dalam air hujan yang tersimpan. Air hujan merupakan air alami yang jatuh dari ruang udara terbuka yang mengandung lebih sedikit polusi kecuali jika atmosfer tercemar.

Kontaminan dapat bersumber dari lingkungan dan kompartemen sistem pemanenan air hujan yang tidak dapat dikendalikan dan dilindungi. Setiap kontaminan dalam air hujan yang diperoleh segera setelah hinggap di permukaan atap atau daerah tangkapan air dan mengalir melalui talang air terdiri dari organisme patogen yang berakomodasi dengan bahan organik, kotoran hewan, dan material permukaan. Kebersihan dan higiene kompartemen sistem pemanenan air hujan harus dilakukan secara teratur untuk memastikan kualitas air hujan yang dipanen dengan baik. Kualitas air hujan yang buruk dapat disebabkan oleh kontak langsung air dengan tangkapan atap yang mengandung kontaminasi.

Air panen hujan mungkin mengandung kontaminan tinggi dari atap dan tangki penyimpanan. Material daerah tangkapan air memainkan peran utama dalam kualitas air hujan yang dipanen seperti baja, logam, dan cat. Selain itu, tangki penyimpanan mungkin menghasilkan alga dan lumut di dinding tangki penyimpanan. Kompartemen tersebut mungkin memiliki efek pada kualitas air dari air hujan yang dipanen. Untuk menyediakan air yang aman dan bersih yang bersentuhan dengan tubuh kita, sistem penyaringan air harus dipasang. Pemasangan sistem penyaringan air akan mengurangi kadar polusi dalam air hujan yang dipanen (Khahro et al., 2020).

Air dari sumber mana pun, baik yang diambil dari air tanah maupun air hujan, memiliki kualitasnya sendiri. Oleh karena itu, penting untuk memulai dengan menganalisis kualitas air sebelum dapat digunakan untuk minum atau untuk irigasi. Ada banyak variabel yang menyusun analisis kualitas air seperti total padatan tersuspensi, bahan kimia yang ada, dan kebutuhan oksigen dari air yang diuji. Penting untuk menentukan kualitas air sehingga proses pengolahan air yang tepat dapat dilakukan untuk memenuhi persyaratan kualitas air tertentu untuk penggunaan tertentu. Persyaratan ini standar di Negara Malaysia ada enam variabel yang perlu dimasukkan dalam data kualitas air untuk mengembangkan Indeks Kualitas Air. Keenam variabel ini adalah oksigen terlarut, kebutuhan oksigen biokimia (BOD), kebutuhan oksigen kimia (COD), padatan tersuspensi (SS), nitrogen amoniak (AN), dan pH. Persyaratan standar untuk berbagai jenis kelas air ditunjukkan pada Tabel 2.1 dan aplikasi yang diizinkan untuk setiap kelas ditunjukkan pada Tabel 2.2 (Kabbashi et al., 2020).

Tabel 2.2 Persyaratan standar untuk berbagai jenis kelas air

No	Parameter	Unit	Class				
			I	II	III	IV	V
1	Ammonical nitrogen	Mg/l	<0.1	0.1-0.3	0.3-0.9	0.9-2.7	>2.7
2	Biochemical oxygen demand	Mg/l	<1	1-3	3-6	6-12	>12
3	Chemical oxygen demand	Mg/l	<10	10-25	25-50	50-100	>100
4	Dissolved oxygen	Mg/l	>7	5-7	3-5	1-3	<1
5	pH		>7	6-7	5-6	<5	>5

6	Total suspended solid	Mg/l	<25	25-50	50-150	150-300	>300
---	-----------------------	------	-----	-------	--------	---------	------

(Sumber : *Department of the Environment or Ministry of Health in Malaysia*)

Tabel 2.3 Aplikasi yang diizinkan untuk setiap kelas air

<i>Class</i>	<i>Uses</i>
<i>Class I</i>	<i>Conservation of natural environment. Water Supply I- Practically no treatment necessary. Fishery I – Very sensitive aquatic species</i>
<i>Class II A</i>	<i>Water supply II-Cenventional treatment. Fishery II – Sensitive aquatic species</i>
<i>Class II B</i>	<i>Recreational use body contact</i>
<i>Class III</i>	<i>Water Supply III-Extensive treatment required. Fishery III- Common of economic valueand tolerant species, livestock drinking.</i>
<i>Class IV</i>	<i>Irrigation</i>
<i>Class V</i>	<i>None Of the above</i>

(Sumber : *Department of the Environment or Ministry of Health in Malaysia*)

Air minum yang aman dari segi kualitas adalah air yang memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan, yaitu tidak terkontaminasi oleh zat-zat pencemar pada aspek fisik, kimia, dan mikrobiologi yang dapat membahayakan kesehatan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Di Indonesia, standar kualitas air minum diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Peraturan ini menegaskan bahwa air yang layak untuk dikonsumsi harus aman dari sisi fisik, kimia, dan mikrobiologi.

Selain itu, terdapat Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 736/MENKES/PER/VI/2010 yang mengatur tentang Tata Laksana Pengawasan Kualitas Air Minum. Peraturan ini mengatur pengawasan eksternal yang dilakukan oleh penyedia atau penyelenggara air minum, baik yang menggunakan jaringan perpipaan maupun yang tidak, serta pengawasan internal oleh Dinas Kesehatan Provinsi, Kabupaten/Kota, dan Sanitarian

Puskesmas terhadap sarana air minum, baik yang terhubung dengan jaringan perpipaan maupun yang tidak.

Dalam Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 492/MENKES/PER/IV/2010, juga dicantumkan bahwa penyelenggara air minum bertanggung jawab untuk memastikan bahwa air yang mereka produksi aman untuk dikonsumsi. Penyedia atau penyelenggara air minum dapat berasal dari berbagai entitas, termasuk Badan Usaha Milik Negara (BUMN), Badan Usaha Milik Daerah (BUMD), koperasi, badan usaha swasta, usaha perorangan, kelompok masyarakat, dan individu yang menyediakan air minum. (Utami et al., 2022).

Kualitas air minum yang baik sangat penting bagi kesehatan dan kesejahteraan semua orang. Kualitas air yang dapat diterima terjadi ketika:

- a. Tidak ada bakteri yang berasal dari tinja yang dapat menyebabkan diare pada manusia dan penyakit yang mengancam jiwa lainnya (misalnya demam tifoid).
- b. Tidak ada kadar bahan kimia (misalnya logam berat) atau zat kimia yang dapat membahayakan kesehatan manusia.
- c. Air tidak memiliki rasa atau bau yang tidak enak. Untuk melindungi kesehatan manusia, sumber air harus dilindungi dari kontaminasi dan sistem perpipaan ke konsumen harus dijaga dalam kondisi baik (tidak ada kerusakan atau kebocoran).

Di sebagian besar sistem pasokan air kota, air diambil dari sumber seperti sumur bor, sungai, dan danau. Sumber-sumber ini relatif mudah terkontaminasi jika limbah manusia dari sistem sanitasi (misalnya tangki septik, jamban cemplung), atau kotoran hewan, dibuang ke tanah di dekat sumber air. Hal ini memerlukan pengolahan air seperti penyaringan dan klorinasi untuk menyediakan air minum yang aman.

Sistem pengumpulan air hujan umumnya diyakini dapat menyediakan air minum yang aman tanpa pengolahan karena permukaan pengumpulan (atap) terisolasi dari banyak sumber kontaminasi yang umum (misalnya sistem sanitasi). Di hampir semua negara Kepulauan Pasifik, air hujan yang dikumpulkan dan disimpan dengan benar cenderung lebih baik daripada persediaan air permukaan dan air sumur bor yang tidak diolah, tetapi hal ini mungkin tidak selalu terjadi. Meskipun atap lebih tinggi dari tanah, debu dan serpihan lainnya dapat tertipu ke atasnya, daun dapat jatuh dari pohon, dan burung serta hewan pemanjat dapat

buang air besar di atasnya. Kualitas air minum dapat jauh lebih baik jika serpihan ini tidak dibiarkan masuk ke tangki penyimpanan. Tujuan dari laporan ini adalah untuk menguraikan teknik praktik terbaik untuk sistem pengumpulan air hujan guna menghasilkan kualitas air yang baik (Mosley, 2005).

2.5 Sistem Pemanenan Air Hujan (SPAH)

Sistem pemanenan air hujan merupakan metode untuk mengumpulkan dan menampung air hujan atau aliran permukaan ketika curah hujan sedang meningkat. Air yang terkumpul ini kemudian dapat dimanfaatkan saat curah hujan menurun. Secara garis besar, sistem pemanenan air hujan dapat diklasifikasikan sebagai berikut: (Suud et al., 2020):

- a. Sistem Penangkap (*collection system*)
- b. Sistem Filter (*filtering system*)
- c. Sistem Penampung (*storage system*)

Pemanenan air hujan biasanya dilakukan selama musim hujan dengan cara mengumpulkan air yang jatuh di atap atau langsung dari tanah ke dalam bak penampung. Air yang terkumpul ini kemudian disimpan dan digunakan untuk memenuhi kebutuhan air pada musim kemarau. Selain itu, pemanenan air hujan juga berperan penting dalam mengurangi limpasan air di permukaan tanah. Jika air hujan tersebut disalurkan ke dalam sumur resapan, maka dapat membantu memperbaiki kualitas dan kuantitas air tanah di wilayah tersebut (Suud et al., 2020). Konsep Sistem Pemanenan Air Hujan (SPAH) dapat diterapkan secara lebih luas, terutama di kawasan perkotaan. Jika semua bangunan dilengkapi dengan SPAH dan dimensi tangki dioptimalkan, maka ancaman banjir di daerah perkotaan dapat berkurang secara signifikan. (Saragih et al., 2023).

Dalam implementasi teknik pemanenan air hujan dapat dikelompokkan menjadi 2 (dua) kategori berdasar ruang lingkup penerapan yaitu:

- a. Teknik penggunaan atap bangunan sebagai media pemanenan air hujan (*roof top rainwater harvesting*), dan
- b. Teknik penggunaan reservoir sebagai media pemanenan air hujan dengan ruang lingkup yang lebih luas dimana pemanenan dilakukan pada air hujan yang

mengalir pada permukaan dan ditampung dalam bangunan yang lebih besar, seperti bangunan waduk, kolam, embung, situ, dam parit, dan bangunan lainnya.

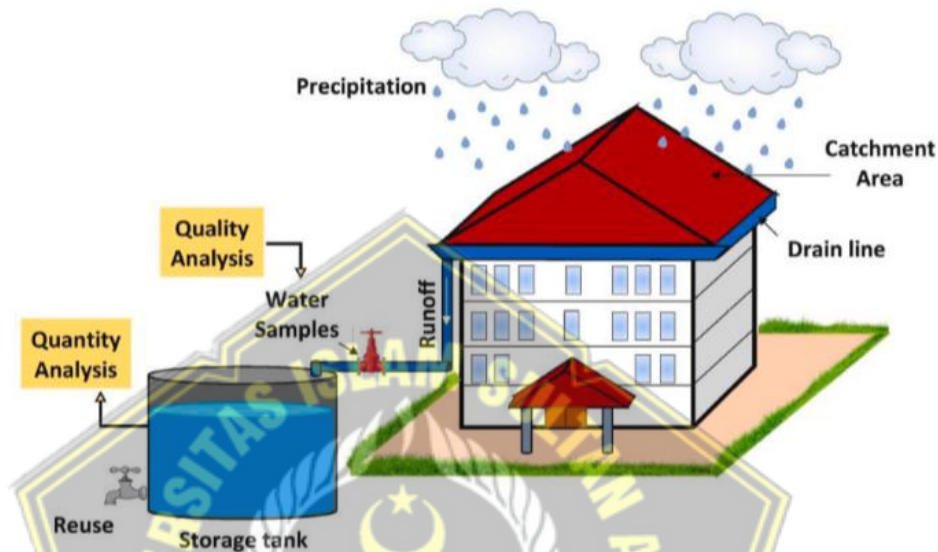
2.6 Sistem Pemanenan Atap

Sistem ini adalah sistem pengumpulan air hujan, tempat air tersebut jatuh di atap terdapat area tangkapan air dan air hujan yang terkumpul, dari atap/bangunan. Air hujan dapat disimpan dalam tangki atau dialihkan ke sistem pengisian ulang buatan. Metode ini lebih murah dan sangat efektif dan jika diterapkan dengan benar dapat membantu menambah muka air tanah di area tersebut (Morey et al., 2016).

Sistem pemanenan air hujan atap yang terdiri dari berbagai elemen untuk menyalurkan air hujan melalui pipa atau saluran pembuangan setelah dikumpulkan dari daerah tangkapan air ke tangki penyimpanan disajikan dalam Gambar 2.1. Selama hujan pertama, air hujan akan dibuang keluar dari sistem untuk menghentikan kontaminan memasuki tangki penyimpanan. Berdasarkan aplikasi penggunaan kembali air beberapa SPAH juga menggabungkan filter (terutama filter pasir, kerikil, dan arang) untuk memastikan teknik pra-pengolahan yang efektif. Meskipun teknik PAH telah memperoleh popularitas yang cepat, memperkirakan/merancang volume tangki penyimpanan untuk mengumpulkan air hujan atap selalu menjadi tugas yang menantang.

Teknik pemanenan air hujan atap akan lebih efektif di wilayah dengan intensitas hujan lebat dengan curah hujan yang terdistribusi dengan baik selama bertahun-tahun (Kumar, 2004). Terutama SPAH pada bangunan Lembaga publik, kantor pemerintah, pabrik, kampus, rumah ibadah, dan pasar. Karena area atap yang luas, lembaga publik akan menjadi titik fokus untuk memiliki sistem pemanenan air hujan (SPAH) yang efektif (Adugna et al., 2018). Umumnya mereka memiliki area atap yang signifikan dengan sistem pengelolaan tunggal dengan bantuan keuangan yang cukup yang akan mendukung penerapan sistem pemanenan air hujan (SPAH) yang mudah. Selain menjadi administrasi yang lebih besar, hal itu juga membangun kepercayaan atas teknik pemanenan air hujan kepada penduduk setempat dan organisasi lain. Namun, sangat sedikit inisiatif dan penelitian yang

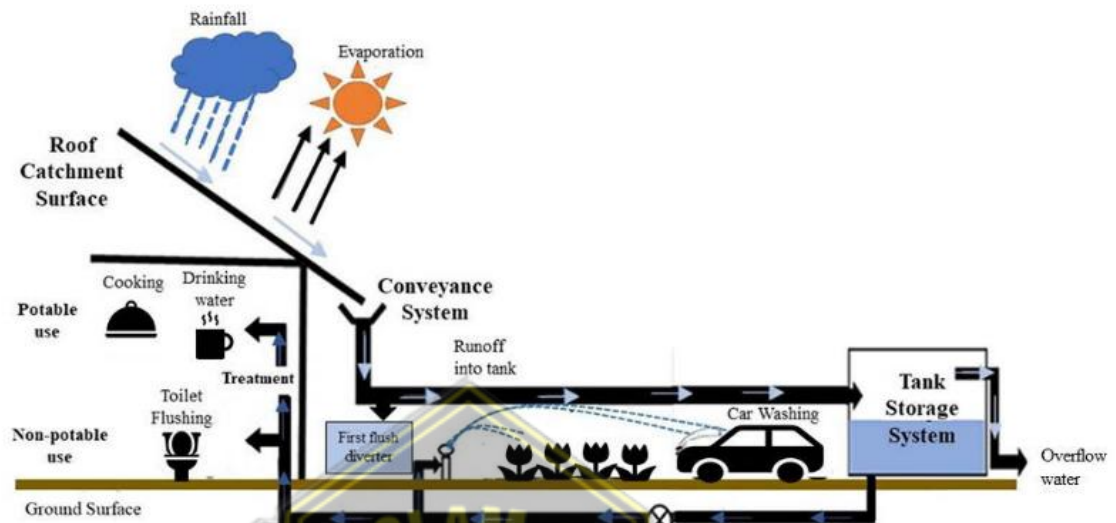
dilaporkan mengenai pembangunan pemerintah tentang potensi pemanenan air hujan atap, terutama di tingkat Universitas/Lembaga(Prasad et.al, 2021).



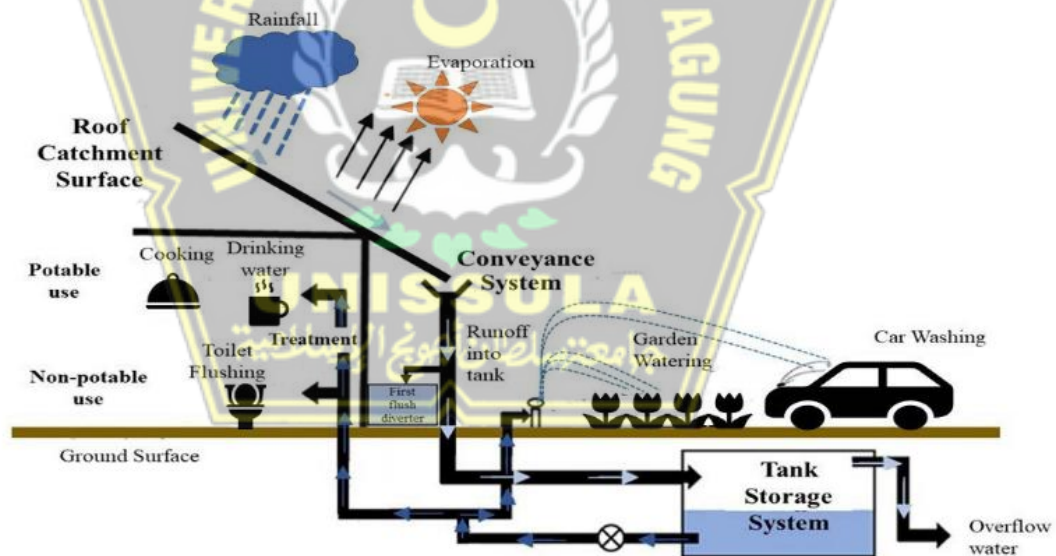
Gambar 2.2 Skema Sistem Pemanenan Air Hujan Metode Atap

(Sumber : <https://catchtherain.in/>)

SPAHA lebih dikenal dan telah diterapkan di negara-negara seperti Yordania, Spanyol, Italia, Australia, Irlandia dan Malaysia. Air hujan yang dipanen dari SPAHA biasanya digunakan untuk memenuhi permintaan air minum dan tidak minum. Ada dua jenis tangki penyimpanan untuk SPAHA atap, yaitu penyimpanan di atas tanah (Gambar 2.2) dan penyimpanan di bawah tanah (Gambar 2.3). Sementara itu, penyimpanan untuk SPAHA metode kolam (Gambar 2.4) adalah reservoir yang biasanya terletak dekat dengan lahan pertanian dengan tujuan untuk meningkatkan dan melengkapi irigasi, terutama selama periode kritis pertumbuhan tanaman atau untuk memperpanjang musim tanam.(Zabidi et al., 2020).



Gambar 2.3 SPAH dengan penyimpanan di atas tanah
(Sumber : (Zabidi et al., 2020))



Gambar 2.4 SPAH dengan penyimpanan di bawah tanah
(Sumber : Zabidi et al., 2020)

Untuk SPAH metode atap, tangki penyimpanan dapat dibangun dengan berbagai cara dengan bahan, ukuran, dan bentuk yang berbeda. Misalnya, plastik atau beton digunakan sebagai bahan tangki penyimpanan umum di Yordania, sementara semen-bata dan logam

banyak digunakan di Irlandia. Untuk tangki penyimpanan di atas tanah (Gambar 2.2), tangki penyimpanan di atas tanah bagus untuk meminimalkan biaya dan memungkinkan aliran gravitasi digunakan dalam mengekstraksi air hujan yang dipanen. Pembersihan tangki dan pendeteksian kebocoran dan retakan juga lebih mudah dibandingkan dengan saat menggunakan tangki penyimpanan bawah tanah. Di sisi lain, tangki penyimpanan bawah tanah (Gambar 2.3) lebih baik dalam menjaga suhu dingin air hujan yang terkumpul dan juga menjaga ruang di atas tanah untuk keperluan lain. Namun, tangki penyimpanan bawah tanah memiliki beberapa kelemahan dalam mengekstraksi air (diperlukan pompa), kesulitan dalam mendeteksi kebocoran atau retakan, risiko kontaminasi, dan biaya konstruksi yang lebih tinggi (Zabidi et al., 2020).

Sistem pemanenan air hujan dapat dibangun dari bahan-bahan lokal yang murah, dan kemungkinan besar akan berhasil di sebagian besar lokasi perumahan. Air hujan yang dikumpulkan dari atap dan lembaga-lembaga lokal dapat memberikan kontribusi penting terhadap penyediaan air minum, dan juga dapat dianggap sebagai cara yang efektif untuk mengatasi masalah kekurangan air sampai batas tertentu jika diterapkan dan dikelola dengan tepat (Zain M et al., 2014).

2.6 Sistem Lay Out Desain Roof Harvesting System

Pilihan desain lay out untuk *Roof Harvesting System* seperti dilansir oleh merk penyedia jasa pemanenan air hujan di Australia yaitu RainharvestingTM yang di publikasikan di web resmi mereka www.rainharvesting.com.au/eu. *Brand* tersebut mengklaim telah 35 tahun mendesain pemanenan air hujan dan mengklasifikasikan desain menjadi 6 sistem lay out. Seperti terlihat pada gambar 2.5 s.d 2.10 (www.rainwaterharvesting.com.au, 2024).



Gambar 2.5 Desain Pemanenan Air Hujan Sistem 1

Sistem 1 dalam Gambar 2.5 ini berprinsip tanki air terletak dekat dengan *catchment area* atau bangunan panen air hujan, dengan tangki air ukuran besar berjumlah hanya 1 tangki utama.



Gambar 2.6 Desain Pemanenan Air Hujan Sistem 2

Sistem 2 pada Gambar 2.6 ini membagi air yang ditampung ke dalam 3 atau lebih tandon air. Tandon tidak tertanam di dalam tanah dan terletak cukup dekat dari bangunan utama.



Gambar 2.7 Desain Pemanenan Air Hujan Sistem 3

Gambar sistem 3 pada Gambar 2.7 ini berprinsip tandon air terletak jauh dari bangunan inti, desain ini cocok untuk bangunan yang terletak di pekarangan yang luas sehingga tandon air tidak harus dekat dari bangunan.



Gambar 2.8 Desain Pemanenan Air Hujan Sistem 4

Pada pilihan desain yang ke 4 pada Gambar 2.8, tandon air terlihat menempel dengan bangunan inti dan ukuran volume juga tidak begitu besar. Terlihat juga bahwa desain 4 dilengkapi dengan sistem pemurnian air (*purification system*) dan tanki air berbentuk kotak, bukan silinder.



Gambar 2.9 Desain Pemanenan Air Hujan Sistem 5

Pada desain sistim 5 pada Gambar 2.9 ini tandon air berukuran kecil dengan berjarak dari bangunan air akan tetap tidak terlalu jauh. Tandon air 100% berada di atas tanah dengan dilengkapi sistem pemurnian air untuk pemakaian domestik.



Gambar 2.10 Desain Pemanenan Air Hujan Sistem 6

Pada desain ke 6 Gambar 2.10 ini terlihat tandon besar lebih dari 1, terletak berjarak dari bangunan utama dengan tandon tertanam Sebagian di dalam tanah.

2.7 Kebutuhan Air

Kebutuhan air baku dalam suatu kota atau wilayah diklasifikasikan antara lain (Safriani et.al, 2018):

- a. Kebutuhan domestik mengacu pada kebutuhan air bersih yang diperlukan oleh penduduk untuk menjalani kehidupan sehari-hari. Kebutuhan ini mencakup berbagai keperluan rumah tangga, seperti mandi, minum, mencuci, serta kebutuhan lainnya yang berkaitan dengan kehidupan sehari-hari.
- b. Di sisi lain, kebutuhan non-domestik merujuk pada kebutuhan air bersih yang diperuntukkan bagi kepentingan sosial atau umum, seperti untuk rumah sakit, fasilitas pendidikan, tempat ibadah, dan lain sebagainya.

Adapun kebutuhan air domestik dapat ditentukan berdasarkan jumlah penduduk di suatu kota sebagai berikut.:

Tabel 2.4 Standar Kebutuhan Air Rumah Tangga Berdasarkan Jenis Kota dan Jumlah Penduduk

Jumlah Penduduk	Jenis Kota	Kebutuhan Air (Liter/orang/hari)
>2.000.000	Metropolitan	>210
1.000.000-2.000.000	Metropolitan	150-210
500.000-1.000.000	Besar	120-150
100.000-500.000	Besar	100-120
20.000-100.000	Sedang	90-100
3.000-20.000	Kecil	60-100

Sumber : Pedoman Konstruksi dan Bangunan, Dep. PU dalam Direktorat Pengairan dan Irigasi Bappenas. (2006).

$$Q (DMI) = 365 \text{ hari} \times \{ (g(u)) / 1000 \times P(u) + P(r) \} \dots\dots\dots(2.3)$$

dimana :

- $Q (DMI)$ = kebutuhan air untuk kebutuhan domestik (m^3 /tahun)
- $q(u)$ = konsumsi air pada daerah perkotaan (liter/kapita/hari)
- $q(r)$ = konsumsi air daerah pedesaan (liter/kapita/hari)
- $P(u)$ = jumlah penduduk kota
- $P(r)$ = jumlah penduduk pedesaan

Kebutuhan air, baik untuk keperluan domestik maupun non-domestik, sangat dipengaruhi oleh pola konsumsi yang berbeda antara penduduk kota dan desa. Penduduk kota cenderung menggunakan air dalam jumlah yang lebih banyak dibandingkan dengan penduduk desa. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 2002 tentang sumber daya air, penduduk kota memerlukan sekitar 120 liter air per hari per kapita, sedangkan penduduk desa hanya membutuhkan sekitar 60 liter air per hari per kapita. Dari asumsi tersebut, kita dapat merumuskan kebutuhan air bagi penduduk baik di wilayah desa maupun kota. (SNI, 2002).

Kebutuhan air penduduk pedesaan = penduduk x 365 x 60 L = L/Tahun.

Kebutuhan air penduduk perkotaan = penduduk x 365 x 120 L = L/Tahun.

Kebutuhan air non-domestik memiliki kriteria tertentu, seperti yang tertera pada Tabel 2. 5. Dalam penelitian ini, objek yang dianalisis adalah kampus, dengan kebutuhan air yang ditetapkan sebesar 10 liter per orang per hari. Hal ini konsisten dengan hasil penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahwa konsumsi air di kampus mencapai 8,5 liter per orang per hari. Rata-rata penggunaan fasilitas kamar mandi dan WC oleh civitas akademika dalam sehari adalah sekitar 31,6% dari total jumlah mereka.(Hasan, 2014).

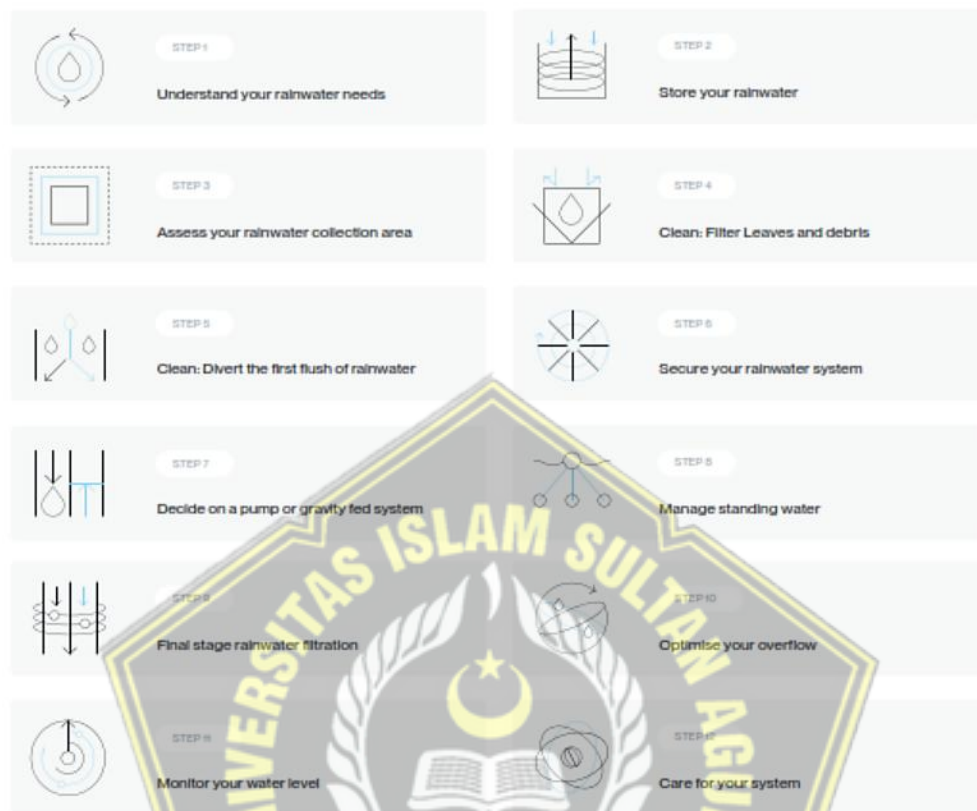
Tabel 2.5 Standar kebutuhan Non-Domestik

No	Sektor	Besaran	Satuan
1	Sekolah	10	Ltr/murid/hari
2	Masjid	3000	Ltr/unit/hari
3	Mushola	2000	Ltr/unit/hari
4	Pasar	12000	Ltr/hektar/hari
5	Pertokoan	10	Ltr/unit/hari
6	Puskesmas	1200	Ltr/unit/hari

Sumber : Kriteria perencanaan Ditjen Cipta Karya Dinas PU, 1996

2.8 Tahapan Mendesain *Rain Water Harvesting*

Mendesain *rain water harvesting* adalah tahapan Panjang karena ini adalah sebuah *loop system*. Secara singkat, ada 12 langkah membuat sistem RWH, seperti terlihat pada gambar 2.11.



Gambar 2.11 12 Langkah Membuat Rain Water Harvesting

Sumber (www.rainwaterharvesting.com.au, 2024)

Dalam gambar itu ada 12 langkah simpel sebelum memutuskan untuk mendesain *rainwater harvesting* :

1. Pahami kebutuhan air hujan :

- Hitung berapa banyak air hujan yang dibutuhkan dan bagaimana akan menggunakannya. Bagian ini sudah dikerjakan pada bab 4.2.
- Kemudian tentukan jumlah curah hujan rata-rata di lingkungan bangunan yang akan dibuat RWH. Ini juga telah dikerjakan pada bab 4.2.

2. Simpan air hujan :

- Pilih wadah penyimpanan terbaik yang memiliki volume sesuai kebutuhan,
- Tentukan lokasi terbaik berdasarkan kedekatan dengan area pengumpulan dan faktor penghambat apa pun

3. Perkirakan area pengumpulan air hujan :
 - Audit dan persiapkan properti,
 - Pertimbangkan bahan permukaan atap, pohon dan tumbuhan yang menjorok, talang air, dan cat yang mengelupas,
 - Ganti bahan bangunan yang berbahaya, kendalikan hama, pasang kasa talang air untuk meminimalkan penyumbatan
4. Bersihkan air hujan: Saring daun dan puing-puing
 - Jauhkan potongan besar seperti daun dan puing-puing dari sistem dengan memasang Leaf Eater dan filter Maelstrom
5. Bersihkan air hujan: Alihkan aliran Pertama air hujan
 - Jauhkan potongan-potongan kecil sedimen halus dan padatan terlarut dari sistem dengan memasang *First Flush Diverter*.
6. Amankan sistem air hujan
 - Jauhkan hewan, serangga, dan sinar matahari dengan kasa tangki dan kasa anti serangga.
 - Mencegah aliran balik air hujan dan air tanah dengan Air Gap
7. Tentukan pompa atau sistem gravitasi
 - Teliti dan rencanakan dengan spesialis untuk menemukan cara ideal untuk mengambil air dari tangki
8. Kelola genangan air
 - Kuras sistem basah secara teratur untuk mencegah fermentasi anaerobik, resuspensi sedimen, dan membiarkan tangki bernapas
 - Halangi sinar matahari dengan pelindung surya untuk mencegah pertumbuhan alga
9. Penyaringan air hujan tahap akhir
 - Tentukan berapa banyak penyaringan yang dibutuhkan air tangki untuk penggunaan kebutuhan domestic
 - Buang tanin dan warna untuk digunakan air mencuci
 - Saring sebanyak mungkin jika digunakan untuk minum

10. Optimalkan luapan

- Pastikan terhubung ke saluran air hujan utama dan memiliki Air Gap
- Pastikan saluran keluar sama dengan saluran masuk

11. Pantau level air

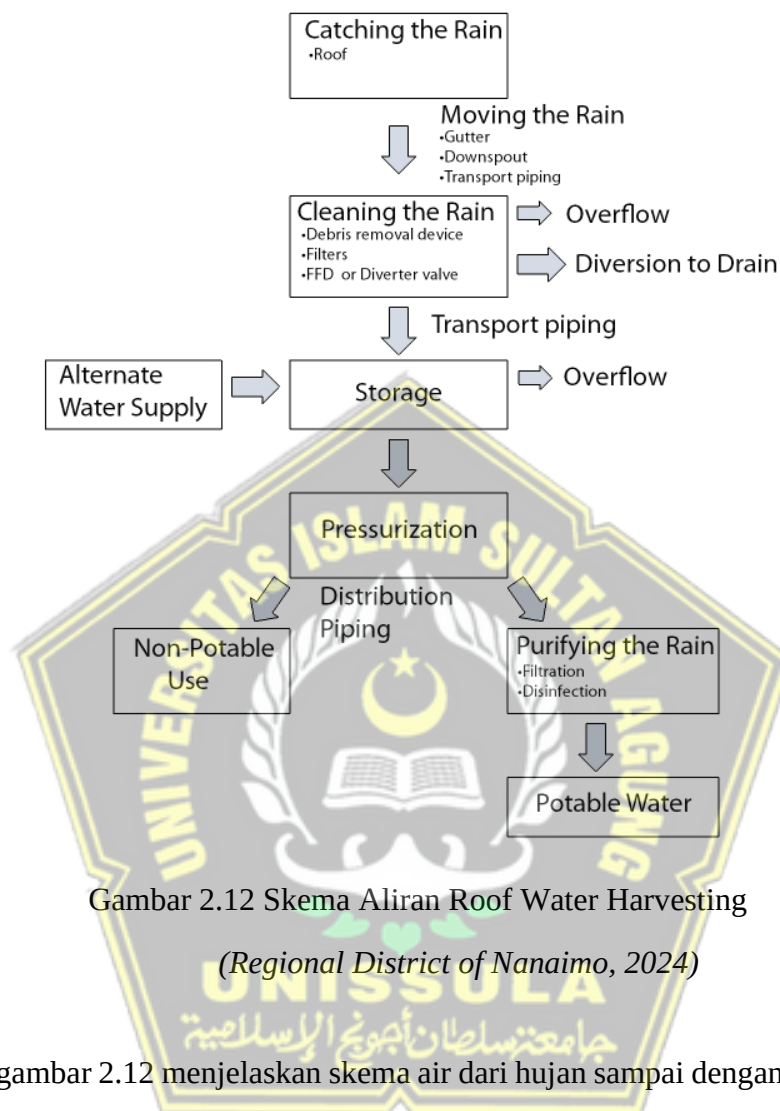
- Pantau level tangki, aliran masuk, dan aliran keluar
- Simpan catatan data dari waktu ke waktu

12. Rawat sistem RWH

- Periksa secara berkala kebocoran, lubang tempat hama masuk atau penumpukan kontaminan
- Gunakan pembersih bertekanan untuk membersihkan sistem
- Tingkatkan setiap bagian sistem sesuai kebutuhan

2.9 Skema Air Menuju *Water Tank*

Air yang masuk ke tandon harus dipastikan sudah terkondisikan dengan baik. Karena bisa jadi material atap terkontaminasi dengan kotornya daun, debu, bahkan kotoran binatang, misal burung, cicak tokek dan lain sebagainya. Oleh karena itu perlu ada langkah yang harus ditempuh sebelum air masuk ke tandon air. Yaitu melakukan *First Flush Diverter* yaitu pemisah hujan pertama dan memasang *gutter* yaitu sistem saringan sebelum menuju ke pipa. Skema aliran *roof water harvesting* dapat dilihat pada gambar 2.12. Sedangkan gambar 2.13 menunjukkan contoh pemasangan FFD (*First Flush Diverter*), gambar 2.14 menunjukkan contoh pemasangan *gutter* (*Regional District of Nanaimo, 2024*).



Gambar 2.12 Skema Aliran Roof Water Harvesting
(Regional District of Nanaimo, 2024)

Pada gambar 2.12 menjelaskan skema air dari hujan sampai dengan bisa digunakan. Air hujan yang turun kemudian mengenai atap bangunan, mengalir ke *transport piping* atau ke talang. Namun dedaunan yang ada di atap akan tertinggal atau turun ke tanah. Air yang masuk ke pipa pembuangan *downspout* adalah air yang sudah tidak ada dedaunan dan material kasar lagi. Untuk hujan pertama di musim hujan, atau di saat hujan dengan jarak interval yang jauh, dapat dipisah dengan tetap membuka FFD, Agar air hujan pertama berlanjut menuju drainase ke luar bangunan (Lihat gambar 2.13). Untuk hujan kedua dan seterusnya FFD akan tertutup sendiri, jadi air akan masuk menuju ke tandon pemanen air hujan. Air yang masuk selanjutnya dapat dipanen, jika air berlebih maka dialirkan oleh

lubang *overflow*. Air yang telah dipanen dapat dibagi lagi menjadi 2 kategori. Jika air rencana akan digunakan untuk konsumsi (memasak, air minum, mencuci makanan) maka bisa dilanjutkan proses purifikasi. Jika air digunakan untuk kebutuhan non konsumsi (*non potable use*) maka tidak perlu di murnikan. Misal untuk mencuci mobil, memberi makan ternak, menyiram tanaman, dll.



Gambar 2.13 Produk FFD Yang ada di Indonesia

First Flush Diverter (FFD) menolak air hujan yang pertama turun, kualitas terburuk, dan paling tercemar pada awal setiap hujan, termasuk air yang berubah warna atau asam karena kontak dengan puing-puing talang, logam berat, keasaman dalam hujan, atau bakteri yang terbentuk di atap. FFD merupakan persyaratan untuk sistem *Rain Water Harvesting* untuk air minum.

Ada beberapa jenis FFD, antara lain :

1. Pipa yang Dipasang di Dinding

Jenis FFD yang paling sederhana dan umum adalah pipa yang dipasang di

dinding yang membentang vertical di sepanjang dinding. Model lain memiliki kepala pembuangan air hujan yang dipasang di dinding yang dikombinasikan dengan katup otomatis untuk menolak air pertama yang masuk ke rakitan filter air.

2. Pipa FFD Bawah Tanah

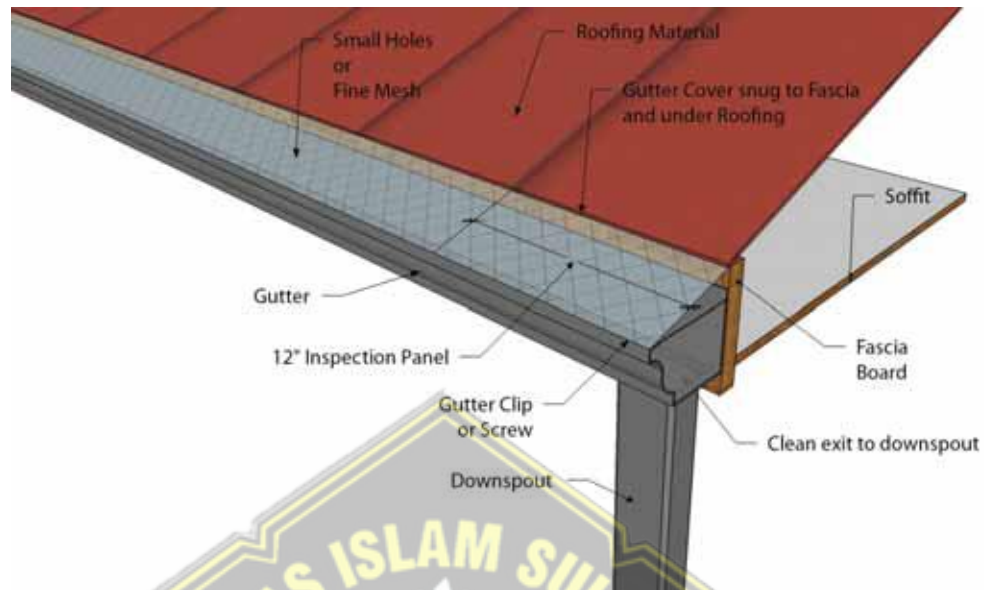
Untuk kepentingan estetika FFD model pipa dapat dibangun di bawah tanah.

3. FFD Kotak atau Tong

FFD dapat dibuat dari kotak atau tong plastik dengan air yang mengalir melewatinya. Katup tetes di bagian bawah mengosongkan bejana di antara waktu hujan, dan katup kedua yang lebih besar menyediakan fungsi pengalihan penuh. FFD bergaya kotak ini dapat menimbulkan sedimen, dan memerlukan pembersihan rutin untuk mencegah pertumbuhan bakteri.

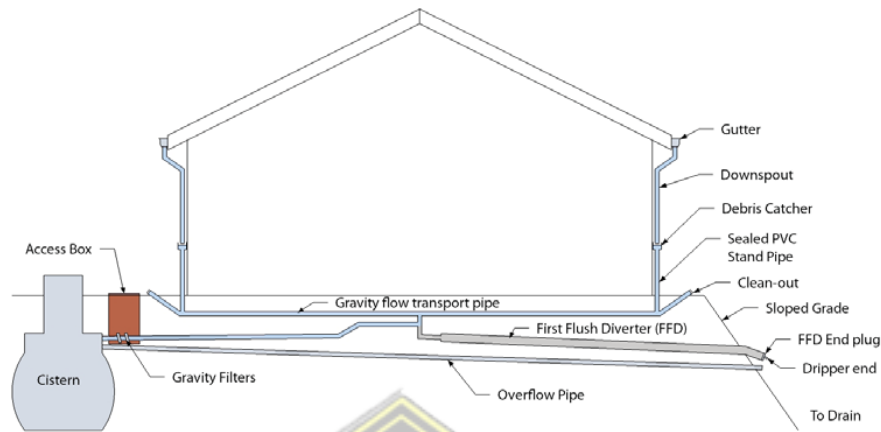
4. Ujung Penetes

Ujung penetes atau katup tetes merupakan komponen terpenting dari setiap FFD. Jika laju aliran terlalu cepat, FFD akan membuang lebih banyak air daripada yang dibutuhkan dan karenanya akan mengurangi efisiensi pengumpulan. yang dilengkapi satu atau dua filter besar untuk meminimalkan penyumbatan. Komponen ujung dapat dilepas agar mudah dibersihkan, dan agar FFD berfungsi sebagai pengalih penuh.



Gambar 2.14 Gutter

Saringan talang air (Gutter) adalah komponen awal dari sistem pengangkutan air hujan yang bertugas mengalirkan air dari atap ke tangki penyimpanan. Desain dan pemasangan talang air sangat berpengaruh terhadap volume dan kualitas air hujan yang berhasil dikumpulkan, serta perawatan yang diperlukan. Untuk memperoleh air yang berkualitas baik, penting untuk memastikan bahwa talang air dalam keadaan bersih dan dibangun dengan baik. Selain itu, ini juga berperan dalam mengurangi risiko terjadinya kebakaran serta pencegahan perkembangbiakan nyamuk di musim panas (Lihat Gambar 2. 14).



Gambar 2.15 Skema Transport Air Sistem Pemanenan Air Gudang Atap

2.10 Nilai Kelayakan Ekonomis *Roof Harvesting System*

Pembuatan RHS membutuhkan analisa ekonomi Teknik apakah layak untuk dikerjakan ataukah tidak. Analisis ini bisa dilaksanakan dengan *Net Present Value*. *Net Present Value* (nilai sekarang bersih) merupakan selisih antara total aliran kas bersih yang diharapkan selama masa proyek dengan nilai sekarang dari investasi yang dilakukan. Dengan kata lain, NPV menunjukkan perbedaan antara serangkaian penerimaan yang akan datang, setelah dihitung kembali ke nilai saat ini menggunakan tingkat diskonto, dan pengeluaran investasi yang dilakukan sekarang. Apabila hasil perhitungan NPV menunjukkan nilai positif, maka investasi tersebut dapat dianggap layak dan berpotensi memberikan keuntungan (Zainuri, 2021).

Dalam perhitungan NPV, terdapat beberapa unsur yang perlu diperhatikan, antara lain:

1. Total biaya yang dikeluarkan untuk investasi.
2. Tingkat suku bunga tertentu dengan mempertimbangkan:
 - a. Inflasi.
 - b. Biaya atau keuntungan yang hilang akibat penggunaan dana atau sumber daya untuk investasi.
 - c. Risiko finansial yang timbul dari penggunaan dana.

- d. Tingkat bunga tertentu atau tingkat minimum yang diharapkan.

Untuk menghitung nilai NPV, diperlukan beberapa langkah sebagai berikut:

1. Menentukan tingkat diskonto yang akan digunakan dalam perhitungan dengan mempertimbangkan:
 - a. Biaya modal.
 - b. Tingkat keuntungan yang diharapkan.
 - c. Menghitung nilai sekarang dari aliran kas bersih dengan menggunakan tingkat diskonto tersebut.
 - d. Menghitung nilai sekarang dari total investasi yang dilakukan.
 - e. Menghitung NPV dengan rumus: $NPV = \text{nilai sekarang aliran kas bersih} - \text{nilai sekarang investasi}$.
 - f. Jika NPV lebih besar dari 0, berarti tingkat keuntungan yang diperoleh lebih tinggi dari tingkat diskonto.
2. Aliran kas dipengaruhi oleh:
 - a. Nilai investasi dan tahapan pengeluaran.
 - b. Perkiraan aliran kas di masa mendatang.
 - c. Biaya operasional yang akan muncul.

Panduan mengenai angka yang diperoleh dari penilaian berdasarkan NPV. Indikasi hasil perhitungan NPV adalah sebagai berikut:

1. NPV positif (+) menunjukkan bahwa proyek baik dan dapat diterima.
2. NPV negatif (-) menunjukkan bahwa proyek ditolak.
3. NPV sama dengan nol (0) bersifat netral, artinya dapat diterima atau ditolak.

Penilaian NPV mempunyai beberapa keunggulan, antara lain:

1. Mengakomodasi nilai waktu dari uang.
2. Mempertimbangkan semua aliran kas yang terlibat dalam proyek.
3. Mengukur nilai dalam bentuk absolut, bukan relatif, sehingga memudahkan dalam evaluasi peningkatan kekayaan perusahaan atau pemegang saham.

Rumus yang digunakan untuk menghitung NPV adalah:

$$NPV = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{(Bt - Ct)}{(1+i)} \dots \dots \dots (2.4)$$

Keterangan :

Bt = benefit pada tiap tahun

Ct = cost pada tiap tahun

t = 1,2,3,...

n = jumlah tahun

i = tingkat suku bunga

2.11 Penelitian Terdahulu

Dalam merancang penelitian ini, penulis melakukan perbandingan terhadap penelitian terdahulu yang berkaitan dengan topik studi sebagai acuan. Berdasarkan hasil analisis terhadap penelitian terdahulu tersebut, penulis mendapatkan beberapa kesamaan dan perbedaan dalam hasil penelitian. Berikut penelitian terdahulu yang relevan dengan topik penelitian ini:

Tabel 2.6 Penelitian Terdahulu Tentang Rain Water Harvesting

No	Judul	Peneliti & Tahun	Tujuan	Hasil
1	Analisa Debit Air Hujan Dengan Metode Rainwater Harvesting Untuk Kebutuhan Air Bersih di SDN 066656 Kecamatan	(Suud et al., 2020)	Memprediksi debit air hujan yang bisa dimanfaatkan dalam tangki penampungan untuk memenuhi kebutuhan air baku.	Debit air yang berhasil ditangkap oleh atap sekolah dalam satu hari ternyata tidak mencukupi kapasitas tangki yang tersedia, yaitu 500 liter. Padahal, total debit air hujan yang

No	Judul	Peneliti & Tahun	Tujuan	Hasil
	Medan Selayang			diperoleh dalam satu hari mencapai 1.945,02 liter.
2	Analisis Pemanfaatan Air Hujan Dengan Metode Penampungan Air Hujan Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Rumah Tangga Di Kota Surakarta	(Qomariyah, 2017)	Mengetahui kapasitas dan desain tangki PAH memerlukan analisis terkait luas atap, jumlah penghuni, serta variasi kebutuhan air yang ada. Selain itu, penting untuk memperhitungkan biaya yang diperlukan dalam pembuatan tangki PAH tersebut.	Kapasitas tangki PAH yang diperlukan untuk kebutuhan air sebesar 30% dengan luas atap 150 m ² dan dihuni oleh 4 orang adalah 12 m ³ . Desain tangki PAH yang diusulkan berukuran 3 x 3 x 1,5 m, dengan estimasi rencana anggaran biaya (RAB) sebesar Rp 18.267.956,88.
3	Analisis Ketersediaan Air Bersih (Studi Kasus Perusahaan Daerah Air Mimin Kota Salatiga)	(Saputra, 2019)	Menghitung ketersediaan air bersih di wilayah Kota Salatiga mulai tahun 2019 sampai dengan tahun 2024.	Prediksi pada tahun 2024 jumlah penduduk Kota Salatiga 263.544 jiwa, Produksi air 11.241.244 M3 kebutuhan air bersih

No	Judul	Peneliti & Tahun	Tujuan	Hasil
				9.023.366 M3, kehilangan air 2.304.242 M3 dengan 37.856 SR menyebabkan defisit air 3,59 lt/dt.
4	Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan Dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih di Kecamatan Banjarbaru Utara	(Ramadhayanti & Helda, 2021)	Mengetahui potensi pemanenan air hujan, untuk pemenuhan kebutuhan air bersih rumah tangga dan penggunaan air di Kecamatan Banjarbaru Utara.	Potensi pemanenan air hujan tidak bisa memenuhi kebutuhan air bersih secara keseluruhan. Ketersediaan air berdasarkan potensi pemanenan air hujan ini secara tidak langsung juga dipengaruhi oleh pola perilaku masyarakat dalam memanfaatkan air dalam kebutuhan sehari – hari
5	Pemodelan Pemanenan Air	(Ferianto Saragih et al.,	Menentukan rancangan sistem	Simulasi SPAH yang dirancang Gedung

No	Judul	Peneliti & Tahun	Tujuan	Hasil
	Hujan Untuk Mendukung Konsep Kampus Hijau dan Pengurangan Risiko	2023)	pemanenan air hujan berdasarkan geometrik gedung model dan rejim hujan sedemikian rupa sehingga air yang dipanen dapat digunakan menggantikan pemakaian air tanah selama ini sekaligus dapat mengurangi beban drainase kota	kuliah kampus Polmed menghasilkan kapasitas tangki 45 m3 dengan efisiensi penghematan air sebesar 25% dan efisiensi pengurangan puncak limpasan hujan 67,5%.
6	Pemanenan Air Hujan Menggunakan Konsep Zero Runoff System (ZROS) dalam Pengelolaan Lahan Pala Berkelanjutan	(Fachrudin et al., 2015)	Mendapatkan desain teknis untuk sistem pemanenan air hujan yang efektif sangat penting guna konservasi air tanah dan untuk memenuhi kebutuhan air tanaman pala.	Desain teknis untuk sistem pemanenan air hujan yang efisien, guna konservasi air tanah sekaligus memenuhi kebutuhan tanaman pala, telah berhasil dibuat. Dalam sistem ini, digunakan rorak yang dilengkapi dengan saluran

No	Judul	Peneliti & Tahun	Tujuan	Hasil
				peresapan. Tata letak rorak dan saluran peresapan disesuaikan dengan kontur lahan yang ada. Dimensi rorak ditentukan berdasarkan debit aliran permukaan, dengan kedalaman maksimal 30 cm, lebar 40 cm, dan panjang 100 cm. Setiap rorak dilengkapi dengan saluran peresapan di sisi kiri dan kanan, masing-masing memiliki panjang 100 cm, kedalaman 10 cm, dan lebar 20 cm.
7	Sumur Resapan Untuk Pemanenan Air Hujan di	(Nurzanah, 2021)	Untuk melakukan rekayasa desain sumur resapan, diperlukan	Kolam filtrasi yang dipasang di sekitar pipa sumur resapan berfungsi untuk

No	Judul	Peneliti & Tahun	Tujuan	Hasil
	Kecamatan Medan Belawan		beberapa data penting. Pertama, data topografi dibutuhkan untuk menentukan area tangkapan dan lokasi sumur. Selain itu, data hidrologi juga sangat penting agar kita dapat memahami intensitas curah hujan yang dapat dimanfaatkan. Tak kalah penting, data geoteknik diperlukan untuk mengetahui jenis tanah, tinggi muka air tanah, nilai kelolosan, dan nilai permeabilitas tanah.	meningkatkan kualitas air dengan efektif. Proses pengisian satu sumur resapan memerlukan waktu sekitar 16,88 menit, sementara waktu yang dibutuhkan untuk penyerapan mencapai 2,17 hari.
8	Perencanaan Sistem Pemanenan Air	(Hayatining Pamungkas, Infantri Yekti,	Menjadikan sistem pemanenan air hujan	Kebutuhan air di Ceningan dan Nusa Lembongan selama 6

No	Judul	Peneliti & Tahun	Tujuan	Hasil
	Hujan Dalam Memenuhi Kebutuhan Air di Nusa Penida (<i>Rainwater Harvesting System Planning to Meet Water Needs in Nusa Penida</i>)	et al., 2023)	sebagai salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan air domestik masyarakat di Pulau Nusa Ceningan dan Nusa Lembongan.	bulan kering sebanyak 48.405,5 liter/tahun. Kebutuhan air ini dapat dipenuhi dengan menggunakan pemanenan air hujan yang menggunakan luas atap sebesar sebesar 68,54 m ² dan air hasil panen ditampung dengan bak penampung yang memiliki kapasitas 48,41m ³
9	Potensi Pemanenan Air Hujan Dalam Memenuhi Kebutuhan Air Di Desa Seraya	(Hayatining Pamungkas et al., n.d.)	Sistem pemanenan air hujan yang pernah dilakukan di desa tersebut agar dapat diketahui jumlah potensi air hujan yang mampu di panen, jumlah	Potensi hasil panen keseluruhan air hujan dapat memenuhi 94,03% dari total kebutuhan air di Desa Seraya. Apabila menggunakan bak

No	Judul	Peneliti & Tahun	Tujuan	Hasil
			potensi air hujan yang mampu ditampung oleh masyarakat jika menggunakan penampungan yang sudah ada, dan persentase kebutuhan air yang bisa dihemat dari hasil pemanenan air hujan jika dibandingkan dengan kebutuhan air yang di suplai PDAM saat ini.	penampung yang sudah ada saat ini, hasil panen air hujan dapat memenuhi 14,51% dari total kebutuhan air di Desa Seraya, karena bak air yang ada saat ini hanya mampu menampung 15,44% dari total potensi air hujan yang dapat dipanen.
10	Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan Dengan Teknik Rainwater Harvesting Untuk Kebutuhan Domestik	(Suciatina Silvia & Safriani, 2018)	Mengetahui Potensi Pemanenan Air Hujan Dengan Teknik Rainwater Harvesting Untuk Kebutuhan Domestik	Analisis potensi pemanenan air hujan di Gampong Leuhan menunjukkan sebesar 887.892 liter/hari, dengan rata-rata potensi pemanenan air hujan per rumah sebesar

No	Judul	Peneliti & Tahun	Tujuan	Hasil
				862.031 liter/hari. Perbandingan antara jumlah total air yang dipanen sebesar 887.892 liter/hari dengan total penggunaan air untuk kebutuhan masyarakat Gampong Leuhan sebesar 482.346,90 liter/hari, menunjukkan bahwa dengan teknik pemanenan air hujan akan mencukupi dan mampu menjadi salah satu alternatif dalam penyediaan air bersih.

2.11 *Research Gap-Thory Gap*

Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya, terdapat kesamaan dalam proses analisis potensi Rainwater Harvesting. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis potensi, kebutuhan, serta sistem panen air hujan dengan metode atap di Kota Salatiga, khususnya pada Gedung KH. Hasyim Asy'ari Kampus 3 UIN Salatiga. Dengan demikian, dapat

dipastikan bahwa penelitian ini merupakan studi yang belum pernah dilakukan oleh peneliti lain. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis komparatif dan deskriptif kuantitatif, yang melibatkan pengolahan data primer dan sekunder..



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Subjek Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Kota Salatiga, yang terletak pada koordinat $007^{\circ}17'9,767''$ hingga $007^{\circ}23'25,456''$ Lintang Selatan dan $110^{\circ}27'58,86''$ hingga $110^{\circ}32'6,478''$ Bujur Timur. Kota ini memiliki ketinggian berkisar antara 450 hingga 825 meter di atas permukaan laut. Salatiga dikelilingi oleh beberapa desa yang termasuk dalam Kabupaten Semarang. Di bagian utara, kota ini berbatasan dengan Kecamatan Pabelan dan Kecamatan Tuntang; di timur, dengan Kecamatan Pabelan dan Kecamatan Tenganan; di selatan, dengan Kecamatan Getasan dan Kecamatan Tenganan; serta di barat, dengan Kecamatan Tuntang dan Kecamatan Getasan. Kota Salatiga terdiri dari empat kecamatan, yaitu Tingkir, Sidorejo, Argomulyo, dan Sidomukti (BPS Kota Salatiga, 2023). Lokasi sampel dalam penelitian ini adalah Gedung KH. Hasyim Asy'ari yang terletak di Kampus 3 UIN Salatiga, dengan luas sekitar 2. 737,14 m², dan berada pada koordinat $-7^{\circ}. 308323$ Lintang Selatan serta $110^{\circ}. 479957$ Bujur Timur (Gambar 3. 1).



Gambar 3.1 Gedung KH Hasyim Asy'ari Kampus 3 UIN Salatiga

3.2 Desain Penelitian

Desain penelitian ini mengadopsi pendekatan kuantitatif dengan metode deskriptif. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi potensi air hujan yang dapat dipanen, merancang sistem pengumpulan air hujan, serta menghitung kapasitas optimal bak penampungan..

3.3 Metode / bentuk penelitian

Penelitian ini berbentuk studi lapangan (*field study*) dan studi literatur. Data utama diperoleh melalui pengukuran langsung di Gedung KH. Hasyim Asy'ari Kampus 3 UIN Salatiga, serta analisis data sekunder dari sumber resmi terkait curah hujan dan kebutuhan air domestik.

3.4 Metode Pengumpulan Data

3.4.1 Data Primer:

Pengukuran di lapangan terhadap luas bangunan dan atap gedung serta kondisi lingkungan obyek penelitian.

3.4.2 Data Sekunder:

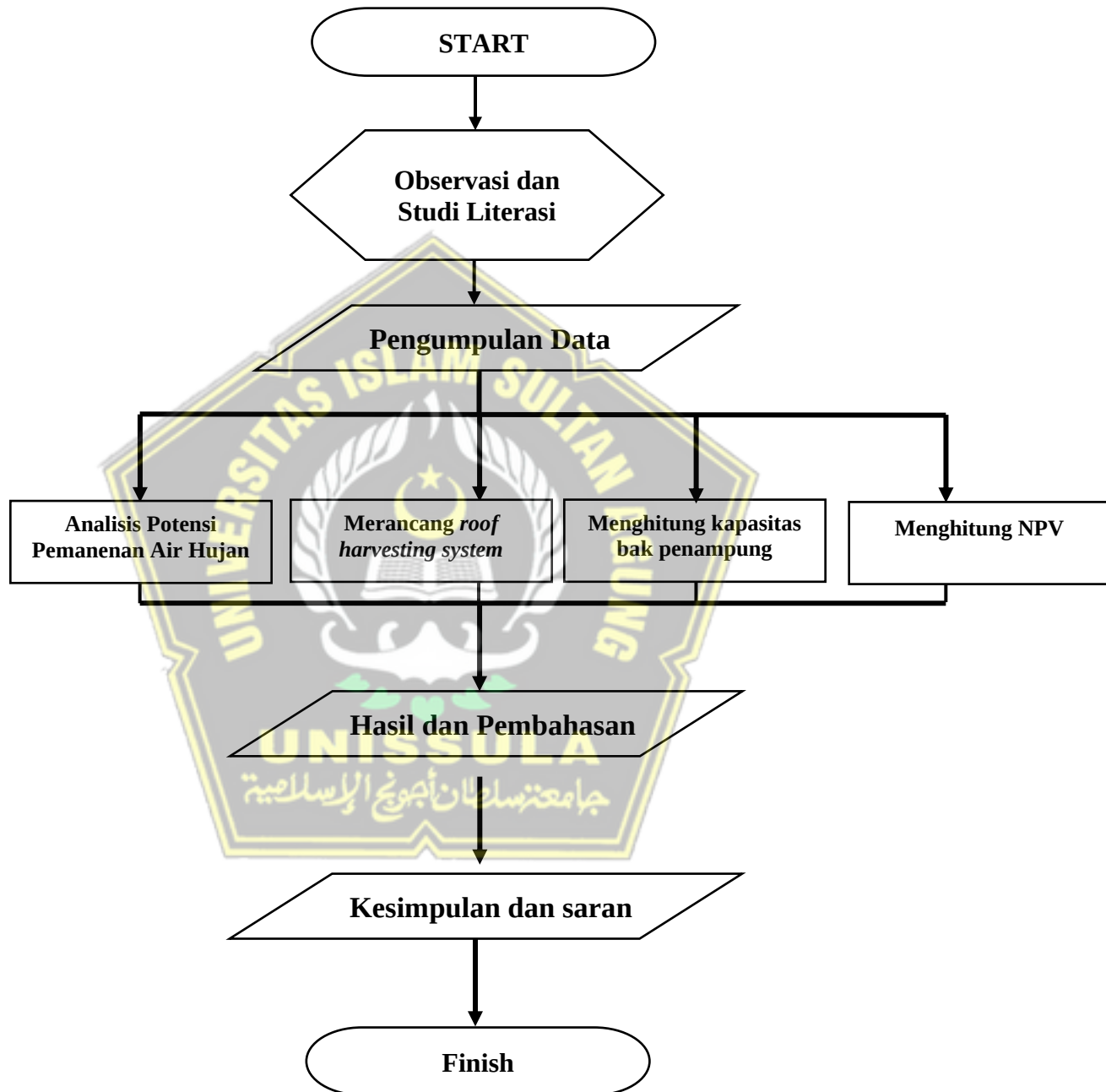
- a. Data curah hujan dari BMKG dan BPS berupa Salatiga dalam angka.
- b. Literatur terkait desain sistem *roof harvesting system*.

3.5 Metode analisis data

Data dianalisis menggunakan pendekatan kuantitatif dengan langkah-langkah sebagai berikut. Menyajikan hasil analisis dalam bentuk tabel, grafik, dan deskripsi naratif untuk mempermudah interpretasi data:

- a. Menghitung potensi air hujan yang dapat dipanen dapat dilakukan dengan mempertimbangkan luas atap serta data curah hujan yang tersedia..
- b. Merancang sistem *roof harvesting system* menggunakan pendekatan teknis dan ekonomis.
- c. Menghitung kapasitas optimal bak penampungan air dengan mempertimbangkan kebutuhan air domestik dan efisiensi sistem.
- d. Membandingkan biaya konsumsi PDAM dengan konstruksi dan maintenance RHS.

3.6 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

BAB IV

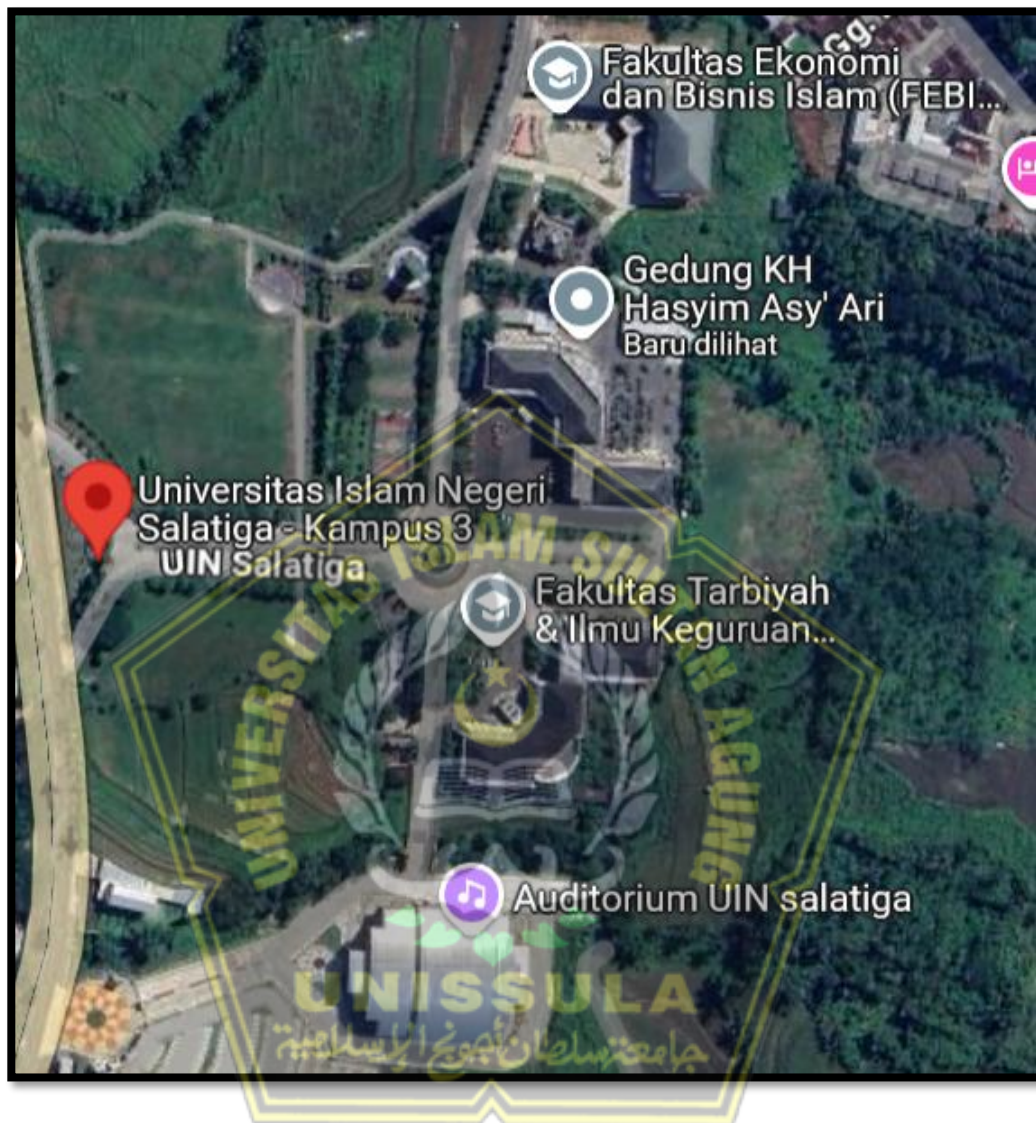
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Lokasi Penelitian Kampus 3 UIN Salatiga

Lokasi penelitian ini terletak di Kampus III dengan koordinat -7. 309785615813213, 110. 47804402808711. Saat ini, di tahun 2024, Kampus III UIN Salatiga memiliki enam gedung, antara lain Gedung Utama KH. M. Hasyim Asy'ari yang digunakan sebagai Kantor Rektorat dan Fakultas Dakwah. Selain itu, terdapat juga Gedung KH. Ahmad Dahlan yang diperuntukkan bagi Fakultas Teknologi Informasi dan Komunikasi (FTIK) serta Program Pascasarjana, dan Auditorium Student Centre. Gedung Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam (FEBI) juga menghiasi kampus ini, yang dilengkapi dengan area parkir yang luas dan sarana olahraga.

Pengembangan Kampus III akan terus dilakukan hingga memenuhi standar sarana dan prasarana yang layak untuk pendidikan tinggi. Sebagai bagian dari rencana besar pengembangan UIN Salatiga, pada tahun 2023, gedung perkuliahan FEBI telah selesai dibangun. Gambar 4. 1 menggambarkan lanskap Kampus III UIN Salatiga pada tahun 2025, saat penelitian ini dilaksanakan.

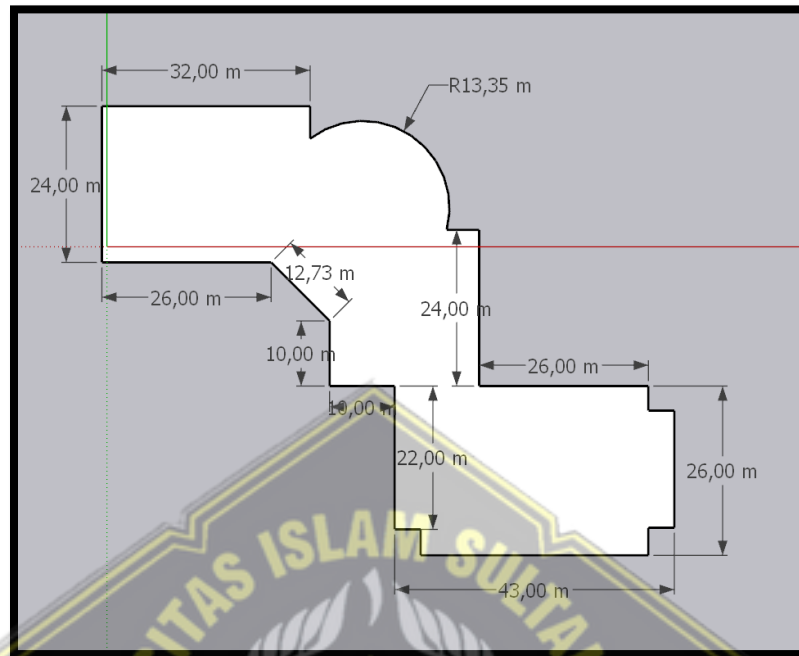
Kompleks Kampus III diresmikan oleh Menteri Agama Lukman Hakim Saifuddin ketika kampus ini masih bernama IAIN Salatiga. Pembangunan dimulai pada 24 Juni 2015 dan selesai pada 31 Desember 2016, dengan peresmian dilakukan pada tahun 2017. Gedung kembar yang baru dibangun ini terdiri dari Gedung KH. Ahmad Dahlan (pembangunan tahun 2015) dan Gedung KH. Hasyim Ashari (pembangunan tahun 2016) yang membentang di area seluas 15 hektar di atas tanah seluas 50 hektar. Gedung yang telah mulai digunakan sejak Februari 2017 ini diperuntukkan bagi Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan, Fakultas Dakwah, Program Pascasarjana, serta Kantor Rektorat dan Akademik.



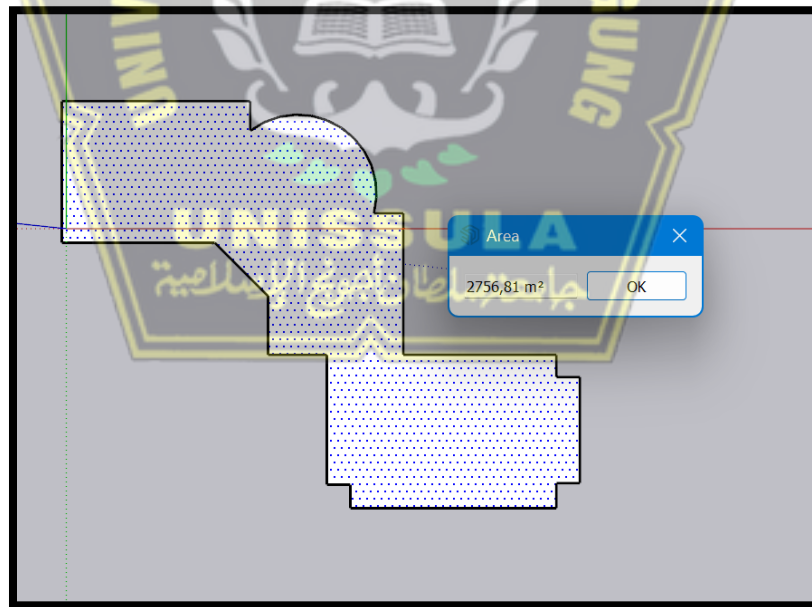
Gambar 4.1 Lansekap kampus III UIN Salatiga

4.1.1 Gedung KH. Hasyim Asy'ari

Gedung KH. Hasyim Asy'ari UIN Salatiga terdiri dari 3 lantai yang mana difungsikan sebagai ruang rektorat, administrasi dan juga perpustakaan. Setelah dilakukan observasi lapangan (Gambar 4.5), kemudian digambar ke dalam aplikasi Sketch UpTM diperoleh luas bangunan adalah sebesar 2.756,81 m². Adapun lay out bangunan terlihat pada Gambar 4.2. dan Gambar 4.3 yang menunjukkan hasil pengukuran area menggunakan aplikasi Sketch Up.



Gambar 4.2 Sketch Lay Out Bangunan Gedung KH. Hasyim Asy'ari UIN Salatiga



Gambar 4.3 Perhitungan Area Bangunan Menggunakan Aplikasi Sketch Up

Gambar 4.4 menunjukkan fasad bangunan Gedung obyek penelitian dan suasana observasi oleh peneliti. Perlu diketahui bahwa Gambar 4.3 menunjukkan luas bangunan

keseluruhan. Sedangkan luas area penangkapan air hujan adalah area yang tertutupi dengan atap. Luas area tangkapan mendatar dengan tanpa memperhitungkan kemiringan atap. Perhitungan luas *catchment area* akan dibahas pada sub bab berikutnya.

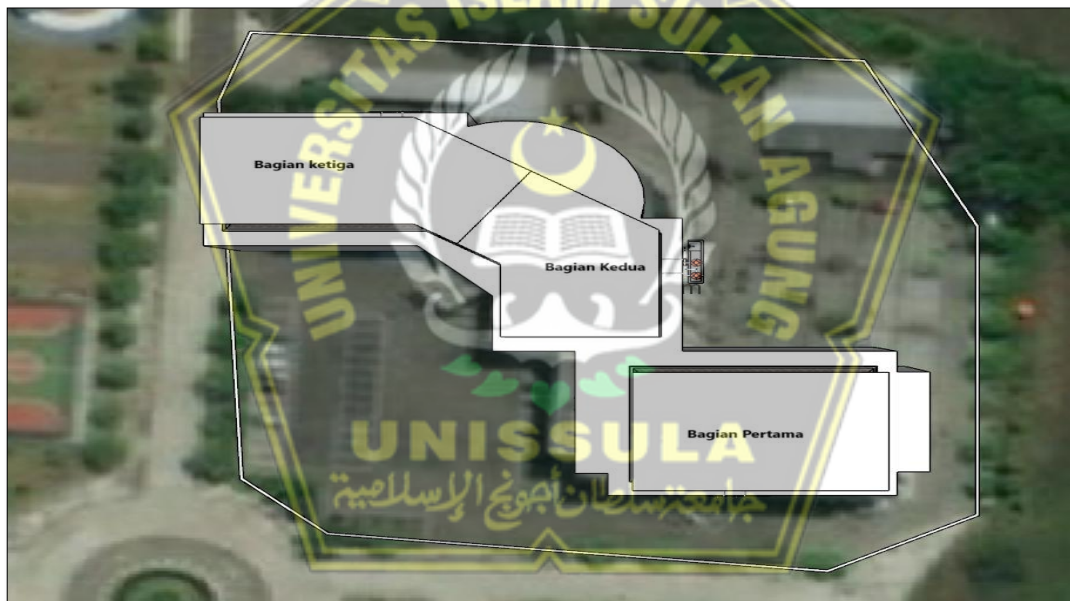


Gambar 4.4 Fasad Gedung KH. Hasyim Asy'ari UIN Salatiga

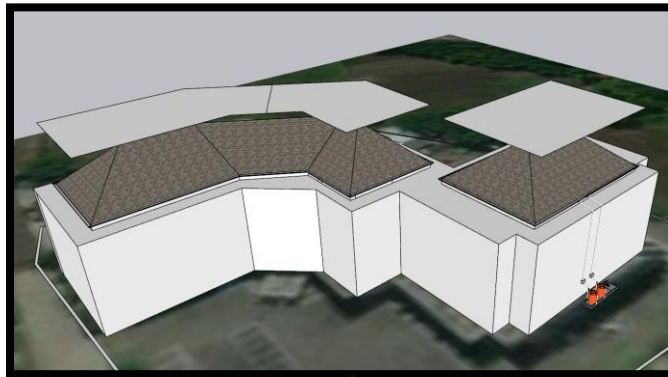
Atap Gedung KH. Hasyim Asy'ari ini terbuat dari atap genteng metal dengan

kemiringan 30%. Sedangkan bagian luar terdiri dari cor atap beton. Eksisting saat ini air hujan yang turun dialirkan menuju drainase atau selokan dan dialirkan menuju resapan air. Maka selama ini air hujan dibuang dan dibiarkan tanpa dimanfaatkan untuk kepentingan non domestik. Berdasarkan diskusi dengan pengelola Gedung, selama ini pemenuhan air bersih non domestik untuk mahasiswa dan dosen dipenuhi dari air bersih PDAM Kota Salatiga.

Gedung KH. Hasyim Asy'ari berdasarkan aliran air hujan pada atapnya bisa dibagi menjadi 3 bagian. Bagian pertama adalah gedung bagian sayap timur yang merupakan area Fakultas Dakwah. Bagian kedua adalah bagian perpustakaan pada bagian tengah gedung tersebut. Sedangkan bagian ketiga adalah area rektorat di area sayap barat. Gambar 4.5 dan 4.6 menunjukkan pembagian area atap sebagai dasar pembagian area panen air hujan.



Gambar 4.5 Pembagian Bagian Atap Panen Air Hujan



Gambar 4.6 Tampilan 3D *Catchment Area*

Gambar 4.7 proses observasi lapangan pengukuran luas Gedung menggunakan alat penelitian berupa roll meter, kamera, dan laptop untuk memasukkan ukuran di aplikasi desain dan aplikasi peta google Map. Observasi dilakukan pada tanggal 7-8 Januari 2025 setiap pukul 08.00 s.d pukul 09.00.



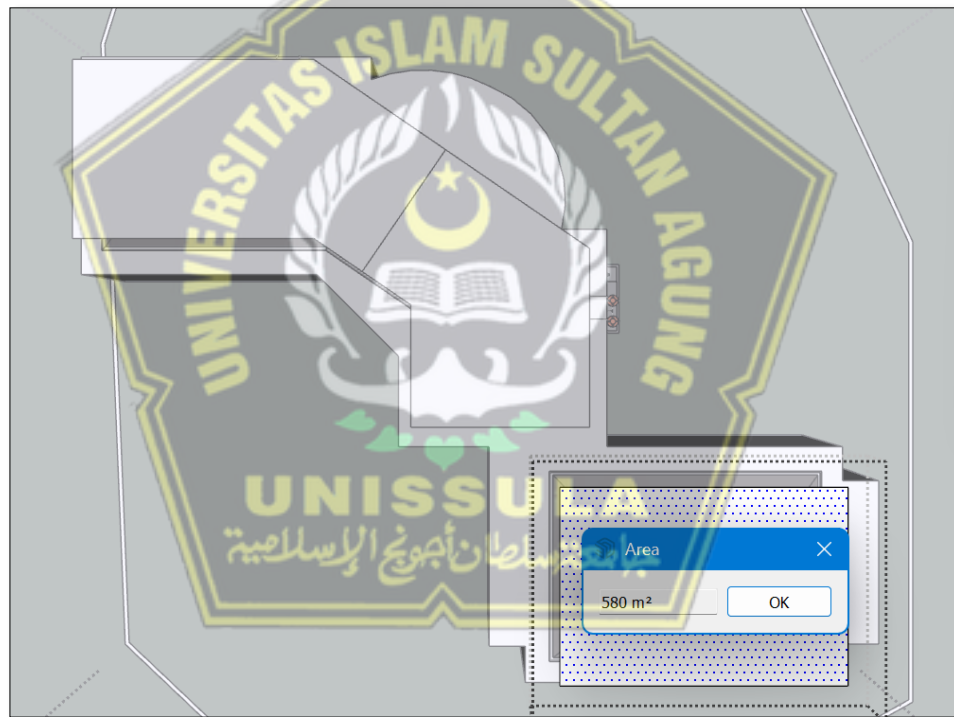
Gambar 4.7 Bangunan Gedung KH. Hasyim Asy'ari UIN Salatiga

4.2 Potensi Air Hujan Yang Bisa Dipanen

Pemanenan air hujan dengan metode atap ini menggunakan kolam atau wadah yang digunakan untuk menampung air hujan yang jatuh di atap bangunan. Obyek penelitian ini adalah Gedung KH. Hasyim Asy'ari Kampus 3 UIN Salatiga dengan luas sebesar 2.756,81 m². Namun area panen air hujan adalah area yang merupakan area atap. Tidak termasuk area atap cor beton. Luas dari masing-masing bagian area panen air hujan adalah sebagai berikut:

a. Luas atap bagian pertama

Pada gambar 4.8 menunjukkan luas area panen air hujan pada area atap bagian pertama (sayap timur Gedung).



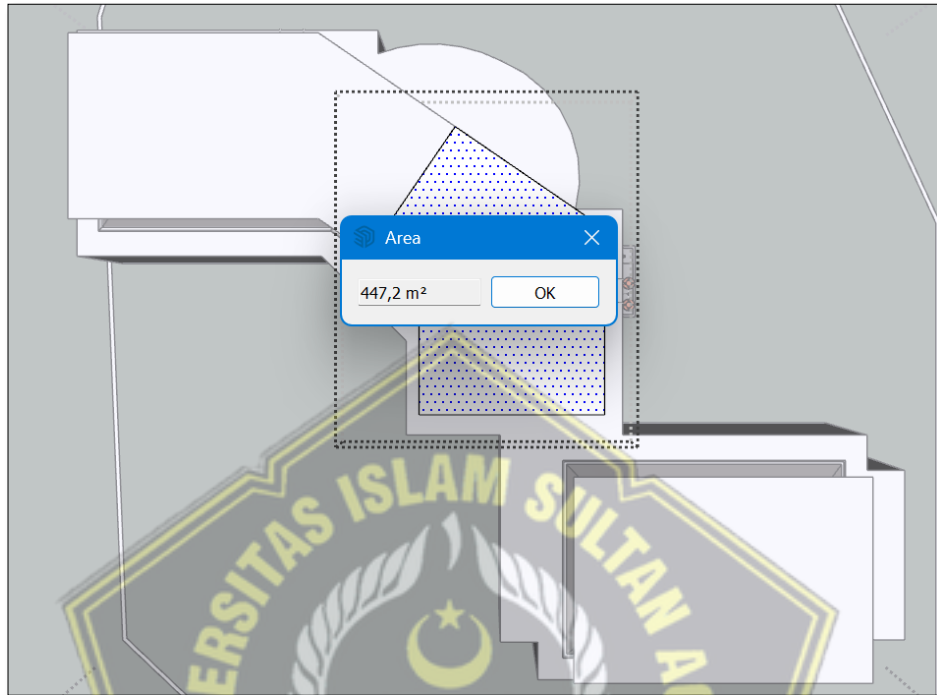
Gambar 4.8 Luas Area Atap Bagian Pertama (Sayap Timur-Fakultas Dakwah)

Pada aplikasi desain menggunakan Sketchup, area pertama dari panen air hujan didapatkan luas 580 m². Area air hujan yang dipanen di area ini akan dialirkan menuju ke tanki air A dan B dalam perencanaan *roof harvesting system* nantinya.

b. Luas atap bagian kedua

Pada gambar 4.9 menunjukkan area panen atap bagian kedua yaitu area

perpustakaan kampus.

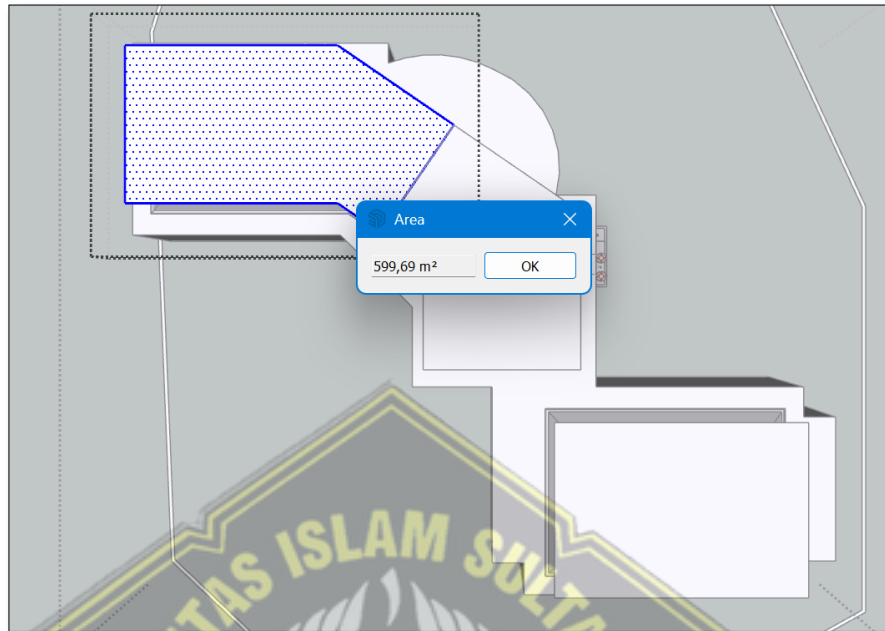


Gambar 4.9 Luas Area Atap Bagian Kedua

Hasil perhitungan luas menggunakan aplikasi Sketch Up, area atap bagian kedua adalah sebesar 447,2 m². Area air hujan yang dipanen di area kedua ini akan dialirkan menuju ke tanki air C dan D dalam perencanaan *roof harvesting system* nantinya.

c. Luas atap bagian kedua

Pada gambar 4.10 menunjukkan area panen atap bagian ketiga yaitu area Fakultas Dakwah.



Gambar 4.10 Luas Area Atap Bagian Ketiga

Hasil perhitungan luas menggunakan aplikasi Sketch Up, area atap bagian ketiga adalah sebesar 599,69 m². Area air hujan yang dipanen di area kedua ini akan dialirkan menuju ke tanki air E dan F dalam perencanaan *roof harvesting system* nantinya.

Setelah mendapatkan luas ketiga area yaitu, Area Pertama 580 m², Area Kedua 447,2 m², dan area ketiga sebesar 599,69 m². Untuk selanjutnya dilakukan perhitungan debit. Adapun perhitungan debit, menggunakan rumus rasional sebagai berikut:

$$Q = \alpha . I . A \dots \dots \dots (4.1)$$

Dengan, Q = Debit air masuk (m³/detik),
 α = koefisien run off,
 I = Intensitas hujan (mm/jam),
 A = Luas atap bangunan (m²).

4.2.1 Intensitas Air Hujan Di Kota Salatiga

Untuk menentukan intensitas curah hujan di suatu daerah, diperlukan data curah hujan

dengan jangka waktu pendek, seperti data per jam. Namun, dalam penelitian ini, data yang tersedia hanyalah data curah hujan harian. Oleh karena itu, intensitas curah hujan dapat dihitung menggunakan persamaan Mononobe. Dengan demikian, intensitas curah hujan (mm/jam) dapat diperoleh dari data harian dengan menerapkan metode Mononobe (Suud et al. , 2020).

Intensitas yang berkaitan dengan durasi dan frekuensi dapat digambarkan melalui kurva Intensitas-Durasi-Frekuensi (IDF). Kurva IDF ini digunakan untuk menghitung banjir rencana dengan metode rasional. Dalam penelitian ini, curah hujan harian dianalisis melalui analisis frekuensi. Prosesnya dimulai dengan menentukan rata-rata curah hujan harian maksimum, diikuti dengan penghitungan parameter statistik untuk memilih distribusi yang paling sesuai. Waktu kejadian hujan yang dominan ditentukan sebagai durasi hujan dengan frekuensi tertinggi. Intensitas hujan dihitung berdasarkan data pengamatan yang ada. Melalui analisis frekuensi, kami memperoleh estimasi besar curah hujan rancangan untuk periode ulang 2, 5, 10, 20, 50, dan 100 tahun, dengan penghitungan periode ulang 2 tahun dalam satu jam. Data yang diperlukan untuk analisis ini adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Curah Hujan, Hari Hujan, dan Rata-rata Curah Hujan, 2022 – 2023 (mm)

Tahun	2022			2023		
	Curah Hujan	Hari Hujan	Rata-rata Curah Hujan	Curah Hujan	Hari Hujan	Rata-rata Curah Hujan
Januari	239	19	13	281	12	23,42
Februari	223	15	15	194	12	16,17
Maret	290	20	15	377	12	31,42
April	137	9	15	219	10	21,90
Mei	228	11	21	221	5	44,20
Juni	238	14	17	6	3	2,00
Juli	20	6	3	-	-	-

Agustus	8	4	2	-	-	-
September	103	9	11	-	-	-
Oktober	275	14	20	107	18	5,94
November	448	17	26	68	12	5,67
Desember	216	12	18	273	11	24,82
	2425	150	16	1746	95	18,38

Sumber : Salatiga Dalam Angka 2023 (BPS Kota Salatiga, 2023)

R_{24} didapat dari rata-rata curah hujan dalam 2 tahun di Kota Salatiga berdasarkan data pada Tabel 4.1 yaitu sebesar 17,19 mm. $t=24$ jam

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}} \dots \dots \dots (4.2)$$

$$I = \frac{17,19}{24} \left(\frac{24}{1} \right)^{\frac{2}{3}}$$

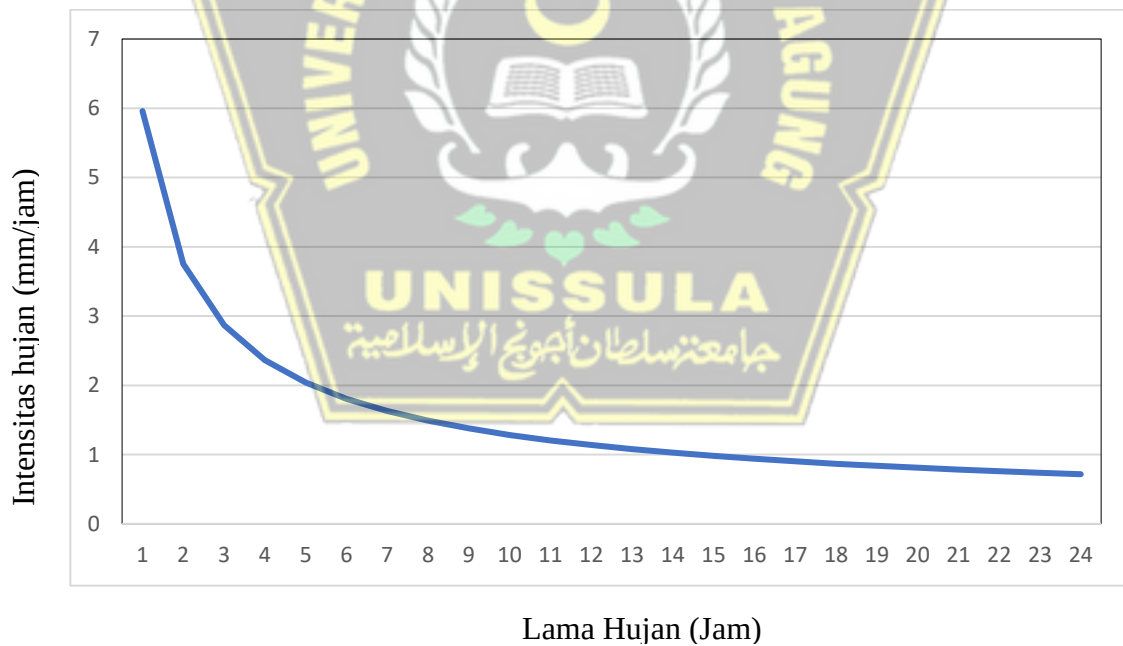
$$I = 5,96 \text{ mm/jam}$$

Selanjutnya hasil perhitungan akan diperlihatkan dalam bentuk tabel IDF di Tabel 4.2 dan grafik IDF pada Gambar 4.11 sebagai berikut untuk setiap jamnya:

Tabel 4.2 Nilai IDF (Intensity Duration Frequency)

Lama Hujan (Jam)	Intensitas hujan (mm/jam) $I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{\frac{2}{3}}$
1	5,95944
2	3,754212
3	2,865
4	2,365005
5	2,0381
6	1,804837
7	1,628571
8	1,48986
9	1,377348

10	1,283922
11	1,20488
12	1,136976
13	1,077895
14	1,025936
15	0,979816
16	0,938553
17	0,901376
18	0,867675
19	0,836957
20	0,80882
21	0,782935
22	0,759027
23	0,736863
24	0,71625



Gambar 4.11 Grafik IDF

Hasil analisis intensitas curah hujan dengan durasi dan periode ulang yang spesifik dapat diintegrasikan ke dalam Kurva Intensitas Durasi Frekuensi (IDF). Kurva IDF (Gambar 4. 11) menggambarkan hubungan yang jelas antara durasi dan intensitas hujan. Selain itu,

kurva ini juga dapat digunakan dalam analisis debit puncak menggunakan metode rasional.. Pada kurva IDF Gambar 4.11 Intensitas air hujan yang turun dalam 24 jam atau 1 hari adalah sebesar 0,72 mm/hari. Angka intensitas ini yang adakan digunakan untuk menghitung debit yang bisa dipanen pada obyek penelitian.

4.2.2 Perhitungan Debit Pada Objek Penelitian

Dengan rumus

$$Q = \alpha . I . A \dots \dots \dots (4.3)$$

Dengan, Q = Debit air masuk (m^3 /detik),
 α = koefisien run off,
 I = Intensitas hujan (mm/jam),
 A = Luas atap bangunan (m^2).

Tabel 2.1 (pada Bab 2) menunjukkan koefisien *run off* beberapa material atap (Biswas & Mandal, 2014).Bahan atap bangunan pada Gedung KH. Hasyim Asy'ari adalah genteng metal bergelombang, maka diambil koefisien *run off* sebesar 0,8.

Dari grafik IDF pada Gambar 4.6 diperoleh Intensitas hujan dalam 1 hari/ 24 jam adalah sebesar 0,72 mm/hari. Dikonversi kedalam satuan meter, intensitas hujan dalam 1 hari adalah sebesar 0,0072m/hari. Maka perhitungan akan menjadi sebagai berikut:

- a. Debit air area pertama

$$Q1 = \alpha . I . A1 \dots \dots \dots (4.4)$$

$$\begin{aligned} \text{Debit} &= 0,8 \times 0,0072 \text{ m/hari} \times 580 \text{ m}^2 \\ &= 3,3408 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 3.340,8 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

- b. Debit air area kedua

$$Q2 = \alpha . I . A2 \dots \dots \dots (4.5)$$

$$\begin{aligned} \text{Debit} &= 0,8 \times 0,0072 \text{ m/hari} \times 447,2 \text{ m}^2 \\ &= 2,576 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 2.576 \text{ liter/hari} \end{aligned}$$

c. Debit area ketiga

$$Q3 = \alpha . I . A3 \dots\dots\dots(4.6)$$

$$\begin{aligned}\text{Debit} &= 0,8 \times 0,0072 \text{ m/hari} \times 599,69 \text{ m}^2 \\ &= 3,4542 \text{ m}^3/\text{hari} \\ &= 3.454,2 \text{ liter/hari}\end{aligned}$$

$$Q = Q1 + Q2 + Q3 \dots\dots\dots(4.7)$$

$$\begin{aligned}Q &= 3.340,8 \text{ liter/hari} + 2.576 \text{ liter/hari} + 3.454,2 \text{ liter/hari} \\ &= 9.371 \text{ liter/hari}\end{aligned}$$

Jadi debit total dari ketiga area atap panen air hujan adalah sebesar 9.371 liter dalam sehari (24 jam).

4.3 Kebutuhan Air Non Domestik

Kota Salatiga diprediksi pada tahun 2024 berjumlah penduduk 263.544 jiwa. Berdasarkan tabel 2.4 maka Salatiga sebagai kota obyek penelitian berada pada kota kategori III, yaitu kota sedang dengan kebutuhan air bersih 90 s.d 120 liter/orang/hari. Karena obyek penelitian ini adalah di sebuah bangunan kampus maka kebutuhan air termasuk kebutuhan non domestik. Berdasarkan Tabel 2.5, kriteria obyek penelitian adalah kebutuhan air untuk mahasiswa atau murid yaitu sebesar 10 liter/murid/hari.

Tabel 4.3 adalah data statistik jumlah mahasiswa di UIN Salatiga. Gedung KH. Hasyim Asy'ari adalah Gedung kuliah untuk Fakultas Dakwah, dengan jumlah mahasiswa sebanyak 2.996 orang dan jumlah dosen 27 orang (BPS Kota Salatiga, 2023). Berdasarkan riset terdahulu bahwa penggunaan air non domestik di kampus adalah sebesar 31,6 % persen dari jumlah civitas akademika. Karena belum tentu semua mahasiswa hadir setiap hari. Selain itu juga belum tentu semua civitas akademika menggunakan air di hari itu di kampus.

Table 4.3 Jumlah Mahasiswa dan Dosen Fakultas Dakwah UIN Salatiga

Fakultas Dakwah	Jumlah Mahasiswa	Jumlah Dosen
Total	2 996	27

S1 - Komunikasi dan Penyiaran Islam	1 142	9
S1 - Manajemen Dakwah	449	5
S1 - Pengembangan Masyarakat Islam	372	5
S1 - Psikologi Islam	1 033	8

Sumber : Salatiga dalam Angka 2023

Dengan demikian kebutuhan air non domestik di Gedung KH. Hasyim Asy'ari kampus 3 UIN Salatiga adalah sebagai berikut:

Jumlah Civitas akademika = $2.996 + 27 = 3.023$ orang

Jumlah pengguna air = $31,6\% \times 3.023 \text{ orang} = 955,268 \text{ orang}$

Jumlah penggunaan air = $955,268 \times 10 \text{ liter/hari} = 9.552,68 \text{ liter/hari}$

4.3.1 Volume Bak Penampungan

Berdasarkan data pada sub bab 4.2.2 bahwa debit yang mampu dipanen oleh Gedung KH. Hasyim Asy'ari adalah sebesar 9.371 liter dalam sehari. Sedangkan kebutuhan air per hari adalah 9.552,68 liter/hari. Maka jika dengan hanya mengandalkan air hujan saja bisa jadi tidak akan mampu melayani kebutuhan air setiap harinya. Besar kapasitas tandon air yang bisa dipasang khusus untuk *Rainwater harvesting* bisa menjadi opsi pilihan.

Pada bab tinjauan Pustaka, terdapat beberapa sistem *lay out rainwater harvesting*. Pemilihan yang lebih beralasan adalah sistem lay out yang ke 6. Yaitu dengan membagi air yang dipanen ke dalam 2 *water tank*. Diletakkan tidak menempel namun berjarak tidak jauh dari lokasi bangunan utama. (Lihat gambar 2.10). Maka volume bak tampungan yang dapat dipilih adalah 6 buah *water tank* dengan volume 1.550 liter (sesuai dengan *water tank* yang ada di pasaran) dengan range harga antara 3,6 juta sampai dengan 3,8 juta (Gambar 4.12).



Gambar 4.12 Tangki Air 1550L TB 160 Orange

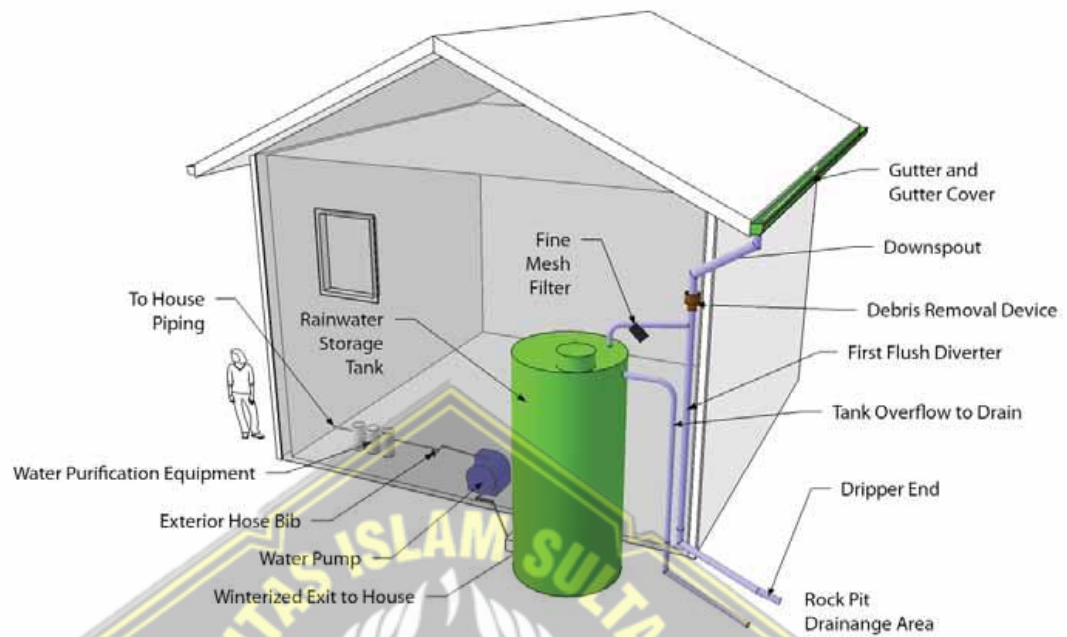
4.4 **Rain Water Harvesting Design**

Di berbagai negara bahkan sudah ada jasa special pembuatan *Rainwater harvesting* dan sudah ada bagian-bagian yang dibutuhkan dalam pembuatan RWH menjadi produk-produk yang dijual di pasar. Sebagai contoh suatu perusahaan di Australia secara spesifik menerbitkan *handbook* untuk *rainwater harvesting* lengkap dengan produk dan cara menginstalnya. Bahkan perusahaan tersebut bersedia mendesain secara *custom* untuk bangunan yang akan mengimplementasikan RWH.

Proses desain yang 12 tahap itu untuk memaksimalkan sistim yang akan diterapkan. Berdasarkan prinsip desain tersebut maka bisa diterapkan di obyek penelitian sebagai berikut.

a. Melakukan perhitungan air yang akan dipanen

Dari data di bab 4.2 didapat hasil perhitungan adalah sebesar 9.371 liter dalam sehari (24 jam). Dengan volume bak penampungan antara adalah 6 buah *water tank* dengan volume 1.550 liter. Gambar 4.13 memberikan gambaran versi sederhana perencanaan sistim *roof water harvesting*.



Gambar 4.13 Versi Sederhana Roof Water Harvesting

b. Menentukan *Design Lay Out* dan Lokasi Penangkapan Air

Desain yang pantas direkomendasikan untuk tandon di Bangunan obyek penelitian yaitu Gedung KH. Hasyim Asy'ari Kampus 3 UIN Salatiga adalah sistem yang ke-6, dengan pertimbangan sebagai berikut (Lihat Gambar 2.10):

- a. Tanah yang dimiliki cukup luas, sehingga tandon bisa dibuat berjarak dari bangunan utama tanpa mengganggu aktivitas kampus.
- b. Luasnya daerah tangkapan dan besarnya air yang dipanen membutuhkan setidaknya 6 tandon air.

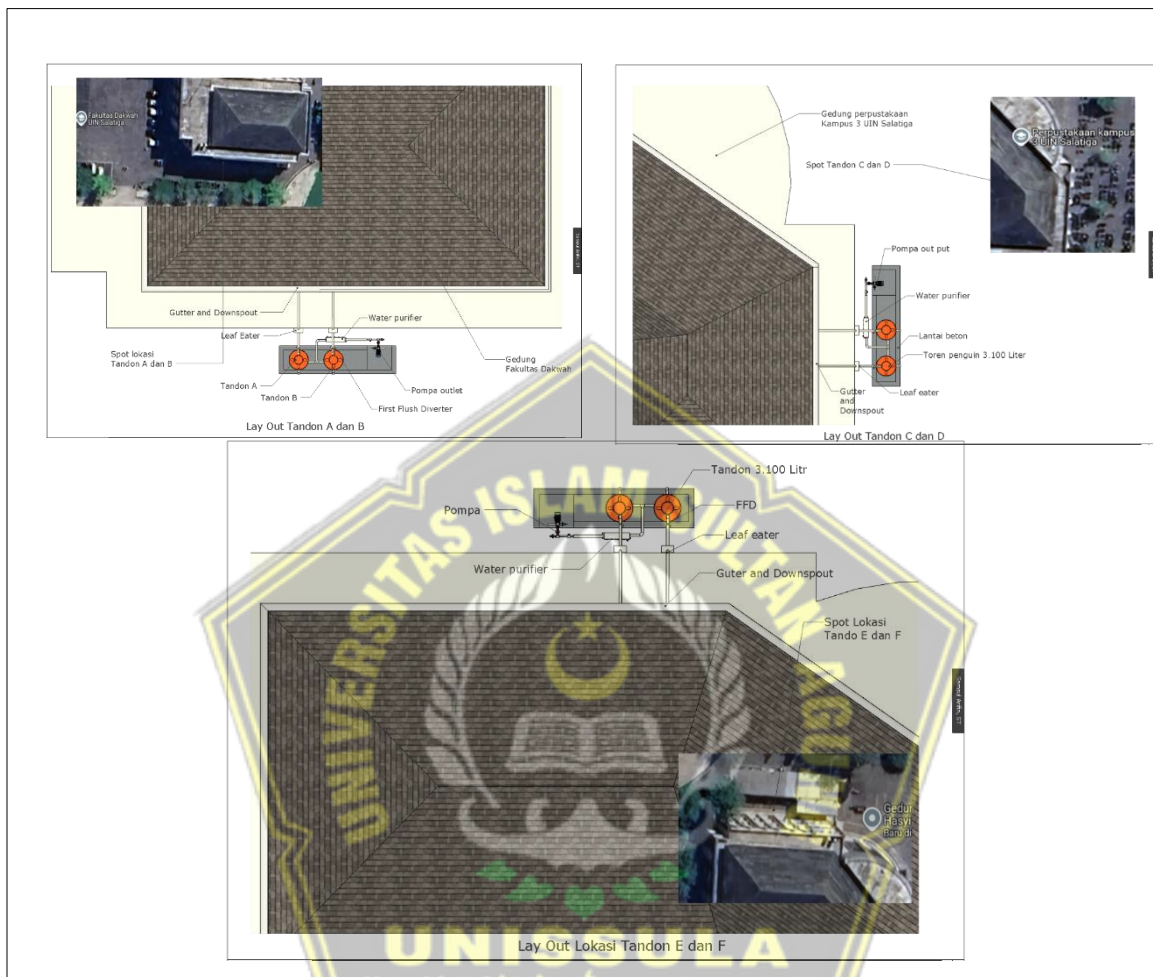


Gambar 4.14 Pilihan Lokasi Tandon Air

Dari Volume air yang bisa ditampung oleh bangunan obyek penelitian, yaitu sebesar 9.371 liter dalam sehari, maka bisa dibagi menjadi 6 buah tandon ukuran Tangki Air 1550L TB 160 merk Penguin (Gambar 4.12). Pada Gambar 4.14 terlihat pilihan lokasi untuk penempatan tandon air. Untuk tandon A dan B mengumpulkan air dari bangunan Fakultas Dakwah. Tandon C dan D mengumpulkan air dari bangunan Perpustakaan UIN Kampus 3. Sedangkan Tandon E dan F mengumpulkan air dari area rektorat.

c. Gambar Kerja Instalasi dan Perpipaan Roof Harvesting System

Gambar 4.15 s.d 4.18 adalah desain lay out, perpipaan dan detail *roof water harvesting*.

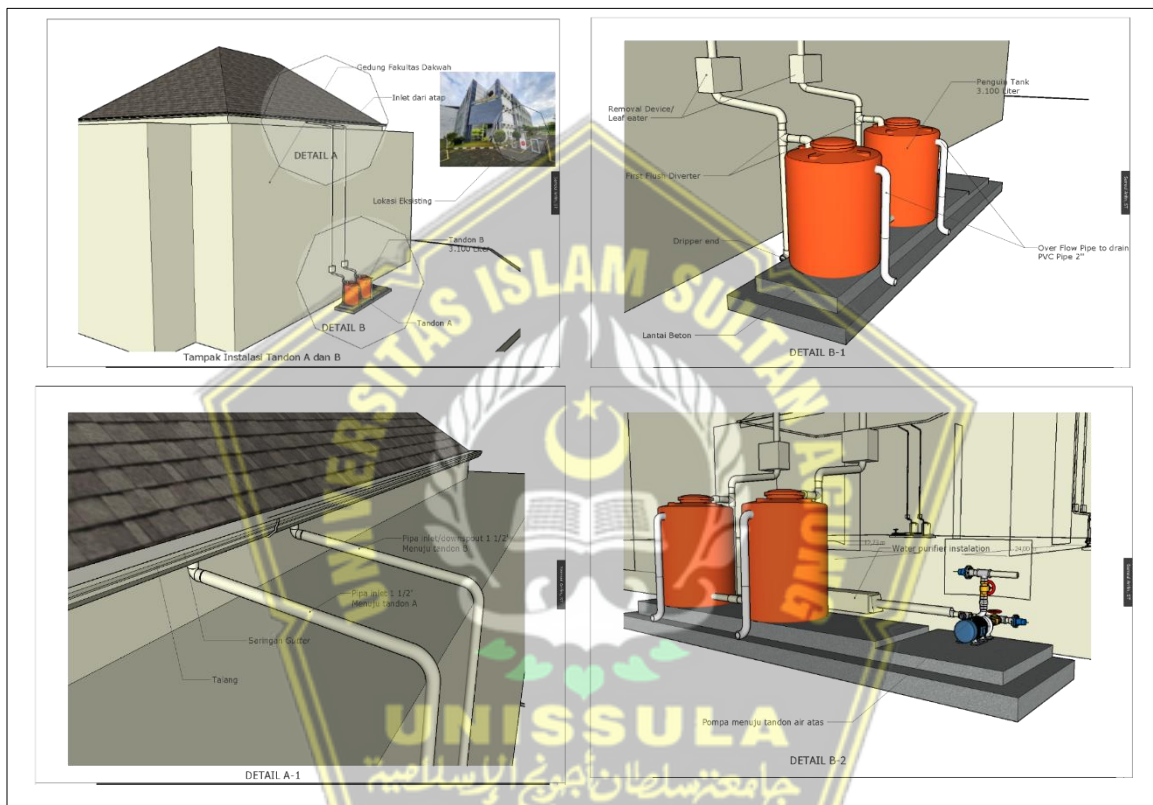


Gambar 4.15 Lay Out Tandon A, B, C, D, E dan F

Pada gambar 4.15 adalah lay out penempatan tandon atau *water tank* dari A sampai dengan F. Ke enam *water tank* ini terletak antara lain A dan B di samping Fakultas Dakwah. *Water tank* C dan D di belakang perpustakaan. *Water tank* E dan F terletak di samping rektorat. Lokasi-lokasi ini terpilih sebagai lokasi yang paling strategis dan terdekat dengan area panen air hujan area pertama, kedua dan ketiga. Dimana luas dari area pertama adalah 580 m^2 dengan potensi debit yang dipanen sebesar 3.340,8 liter/hari, dialirkan menuju tandon air A dan B. Luas area kedua (perpustakaan) dengan luas tangkapan air hujan sebesar $447,2 \text{ m}^2$ dan potensi debit yang dipanen sebesar 2.576 liter/hari, dialirkan menuju tandon air C

dan D. Luas area ketiga yaitu area rektorat dengan luas area tangkapan 599,69 m² dan potensi debit terpanen 3.454,2 liter/hari, dialirkan menuju *water tank* E dan F.

Pada eksistingnya di lapangan, area tandon A dan B ini adalah area reservoir air bersih untuk kebutuhan keseluruhan Gedung. Jika desain ini memang diimplementasikan maka panen air hujan dari area panen ini bisa langsung di alirkan ke reservoir eksisting.



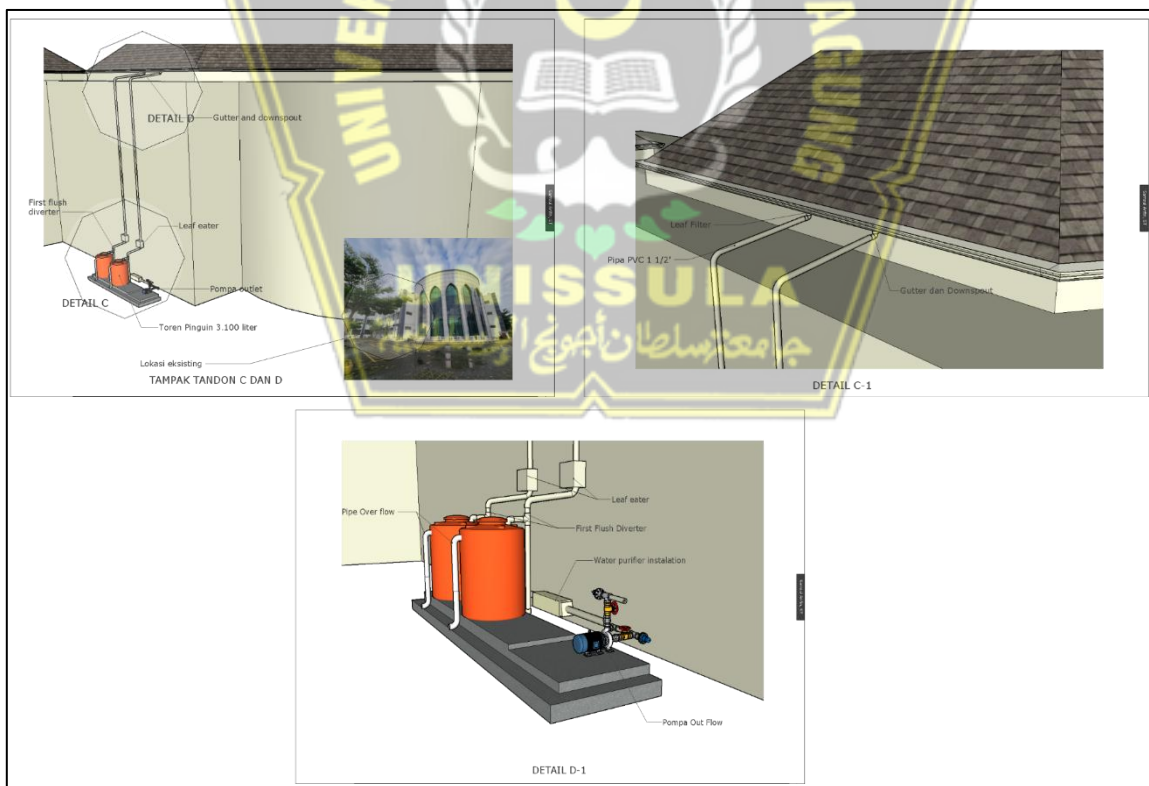
Gambar 4.16 Detail Instalasi Tandon

Pada gambar 4.16 terlihat instalasi pipa yang terpasang mengalirkan air dari area panen pertama terbagi menjadi 2 kolam penampungan. Dua kolam terhubung sehingga membentuk bejana berhubungan. Potensi volume air hujan dengan potensi debit sebesar 3.340,8 liter/hari dibagi menjadi 2 *water tank*. Tangki air ini masing-masing berukuran 1.550 Liter sesuai dengan tangki air yang banyak tersebar di pasaran.

Gambar 4.16 menunjukkan desain talang untuk panen air hujan di area pertama. Area pertama Fakultas dakwah. Talang yang memang digunakan untuk panen air hujan didesain

berbeda dengan talang biasa. Karena ada filter daun sejak dari talang pertama. Ini mencegah bercampurnya air hujan dengan material yang dapat mempengaruhi kejernihan air panen air hujan. Kedua pipa pada gambar 4.16 menuju ke masing-masing tandon air yaitu tandon air A dan B. Pipa yang dipilih adalah pipa dengan ukuran 1,5 inci dan material terbuat dari PVC. Kemiringan pipa di desain sedemikian rupa agar tidak terjadi *backwater* atau *logging*. Kemiringan tersebut harus bisa menyesuaikan dengan knee PVC di bagian ujung yang didesain dengan knee bersudut 30 derajat. Air kemudian mengalir dan akan menuju ke *water tank* 1.550 liter di bawah seperti terlihat pada gambar 4.16.

Air yang masuk ke *water tank* A dan B sebelumnya akan melewati FFD atau *First Flush Diverter*. FFD ini berfungsi memisahkan hujan yang turun pertama agar tidak masuk ke penampungan, akan tetapi masuk ke pipa yang akan dikeringkan (*drained*) pada saat setiap kali turun hujan. Maintenance ini adalah perawatan rutin yang harus dikerjakan setiap kali terjadi hujan.



Gambar 4.17 Detail Tandon C dan D

Gambar 4.17 memberikan gambaran detail instalasi tandon C dan D. Air yang terkumpul dari area panen air hujan di perpustakaan dialirkan melalui talang (detail C-1) dan ditampung oleh tandon C dan D (detail D-1). Potensi untuk area panen air hujan kedua dengan potensi sebesar 2.576 liter/hari. Air panen itu dialirkan ke tandon C dan D, terbagi menjadi 2 *water tank* volume 1.550 liter sesuai dengan yang tersedia di pasaran.



Gambar 4.18 Detail Instalasi Tandon E dan F

Gambar 4.18 adalah instalasi untuk area tangkapan ketiga yaitu bagian rektorat. Air yang dipanen dari area sebesar 599,69 m² adalah 3.454,2 liter/hari. Air difilter sejak dari talang seperti terlihat pada gambar detail E. Potensi air yang dipanen itu dialirkan menuju tandon E dan F (detail F). Sebelumnya melewati instalasi FFD (*First Flush Diverter*) sebagai pembeda hujan pertama agar air hujan yang tertampung adalah air hujan dengan kualitas terbaik.

4.5 Perawatan Sistem Pemanenan Air Hujan

Perawatan rutin akan menjaga sistem Panen Hujan berfungsi optimal sehingga terus mengalirkan air hujan yang lebih bersih dan banyak untuk digunakan di dalam dan di sekitar bangunan. Ada beberapa Daftar Periksa (*Maintenance Checklist*) untuk sistem pemanenan air hujan ini. Untuk menguraikan tugas-tugas perawatan dasar dan jadwal waktu untuk membantu petugas mengatur jadwal perawatan. Tabel 4.4 contoh ceklis perawatan untuk sistem pemanenan air hujan.

Tabel 4.4 Maintenance Checklist

A. Inspeksi setiap selesai hujan		
Inspeksi	Periksa	Ceklis
<i>Wet system pipes</i>	Kuras secara manual atau otomatis untuk mencegah fermentasi anaerobik, pencucian tanin, dan pembekuan di iklim dingin.	
B. Setiap 3 kali hujan		
Pengalih siraman pertama dengan pencuci pengontrol aliran	Lepaskan dan bersihkan saluran keluar, saringan penyaring, dan pencuci pengontrol aliran untuk mencegah penyumbatan dan memastikan unit kosong setelah setiap kejadian hujan.	
C. Inspeksi setiap bulan		
Kepala saluran hujan model ember (misalnya <i>Leaf Catcha</i>)	Singkirkan dedaunan dan sampah dari daerah tangkapan air dan sikat atau siram saringan sesuai keperluan untuk mencegah penyumbatan dan pembusukan vegetasi.	
Kepala hujan tertutup (misalnya <i>Leaf Eater Slimline</i>)	Singkirkan dedaunan dan kotoran dari penutup, lalu sikat atau siram layar sesuai kebutuhan untuk memastikan kinerja optimal.	

Filter pusaran air	Bersihkan filter dan saringan dengan sikat atau selang air sesuai kebutuhan agar filter berfungsi optimal dan memastikan hasil air yang tinggi.	
D. Inspeksi setiap 3 bulan		
Atap, talang air dan jaring talang air	Bersihkan dan singkirkan dedaunan dan sampah sesuai kebutuhan untuk menjaga kualitas dan kuantitas air; pangkas cabang dan tanaman yang menjorok sesuai kebutuhan; pertimbangkan untuk memasang kasa talang air agar perawatannya lebih mudah.	
Ujung pipa dengan saringan pembersih otomatis (misalnya <i>Leaf Eater Original</i> , <i>Leaf Eater Ultra</i> , dll.).	Bersihkan layar dengan sikat atau selang air sesuai kebutuhan untuk membuang daun atau kotoran agar kualitas dan kuantitas air hujan optimal	
Pengalih siram pertama dengan katup pelepas yang canggih (misalnya, <i>First Flush Plus</i> , pengalih yang ditingkatkan, dll.)	Lepaskan dan bersihkan katup pelepas lanjutan sesuai kebutuhan untuk mencegah penyumbatan dan memastikan unit terus kosong sesuai keinginan setelah setiap hujan; pastikan pengaturan pelepasan otomatis masih sesuai dengan kebutuhan dan preferensi Anda.	
Layar saluran masuk tangki	Singkirkan semua daun dan sampah, lalu bersihkan sesuai kebutuhan untuk mencegah pantulan air dan memastikan penampungan air lebih baik; pastikan tidak ada lubang yang dapat dimasuki nyamuk; pertimbangkan untuk mengganti dengan filter Maelstrom untuk penyaringan yang lebih halus, penampungan air	

	yang lebih baik, dan perawatan yang lebih mudah.	
Lubang penyaring	Singkirkan semua daun dan sampah, dan bersihkan kasa sesuai kebutuhan untuk menjaga kualitas dan kuantitas air; pastikan tidak ada lubang yang dapat dimasuki nyamuk	
E. Setiap 6 Bulan		
Layar luapan tangki atau katup penutup	Bersihkan sesuai kebutuhan untuk memastikan fungsi optimal; pastikan tidak ada lubang yang dapat dimasuki nyamuk; pastikan tidak ada penghalang yang menghalangi outlet tangki Anda	
Pompa air dan filter pompa	Periksa dan bersihkan filter pompa sesuai kebutuhan untuk menjaga keawetan dan fungsinya; periksa panduan perawatan untuk pompa Anda dan lakukan perawatan yang diperlukan.	
Saringan air	periksa komponen filter dan ganti kartrid jika perlu	
F. Dibersihkan Setiap Tahun		
Celah udara atau pencegahan aliran balik	Semprotkan air atau sikat pada layar untuk membersihkannya sesuai kebutuhan; uji untuk memastikan pencegahan aliran balik berfungsi.	
Air Hujan Yang dipanen/tersimpan	Pengujian kualitas air lengkap menggunakan proses pengujian yang tepat.	
G. Dibersihkan setiap 2 tahun		
Tangki Air hujan	Buang endapan dan/atau lumpur yang terkumpul dari dasar tangki untuk meningkatkan kualitas air; perbaiki retakan, lubang, atau celah.	

4.6 Perhitungan Biaya Penerapan *Rain Water Harvesting*

Pemanfaatan air hujan untuk pemenuhan kebutuhan air baik domestik maupun non domestik seharusnya memberikan efek efisiensi ekonomi. Konversi air dari air PDAM menjadi air *Roof Harvesting System* akan memunculkan penghematan untuk bangunan yang mengimplementasikannya. Nilai ekonomis ini didapatkan dalam kurun waktu tertentu misal 15 tahun (asumsi usia RHS membutuhkan rehab). Dua hal yang dibandingkan adalah nilai konsumsi air PDAM dalam 15 tahun dibandingkan Nilai RAB instalasi RHS ditambah nilai maintenance dalam 15 tahun.

4.6.1 Perhitungan Biaya Air Non Domestik 15 tahun

Pada sub bab ini akan dilakukan simulasi perhitungan biaya air non domestik untuk jangka waktu 15 tahun. Angka 15 tahun dipilih berdasarkan klaim dari produk pipa PVC (website pipa PVC merk Rucika) yang memiliki usia pakai sampai dengan 50 tahun dan water tank dengan usia pakai (*life time*) sampai dengan 38 tahun (website tanki air merk penguin). Sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan mengenai kebutuhan air non domestika di kampus tempat diadakan penelitian yaitu 9.552,68 liter/hari. Untuk mendapatkan nilai rupiah dari konsumsi dapat dengan mengalikannya dengan harga tarif air minum PDAM Kota Salatiga. Tabel 4.5 adalah besar tarif air minum di PDAM Kota Salatiga. Gedung KH. Hasyim Asy'ari dalam hal ini masuk dalam kategori sekolah, dengan kode SOC dan tarif per meter kubik pada hitungan kubik 0-10 adalah sebesar Rp 1.050,00. Untuk kubik 11-20 dengan harga Rp 1.850,0-, untuk kubik 21-30 dengan tarif Rp 2.850,- dan tarif di atas 30 m³ adalah Rp 3.300,00. Tabel 4.6 adalah tabel abonemen yang didepankan kepada pelanggan, Gedung KH. Hasyim Asy'ari menggunakan ukuran meter terbesar dengan tarif abonemen perbulan Rp 24.500,00.

Tabel 4.5 Tarif Air Minum PDAM Salatiga

NO	GOLONGAN PELANGGAN	Kode	KLASIFIKASI KONSUMSI AIR			
			0-10	11-20	21-30	>30
			TARIF	TARIF	TARIF	TARIF
A	Kelompok I					
	Sosial Umum	GH	1.050	1.650	2.650	2.950
	Tempat Ibadah	TI	1.050	1.650	2.650	2.950
	Panti Asuhan	SOA	1.050	1.850	2.850	3.300
	Yayasan Sosial	SOB	1.050	1.850	2.850	3.300
	Sekolah	SOC	1.050	1.850	2.850	3.300
	Rumah Tangga A	RTA	1.100	1.600	2.950	4.550

Tabel 4.6 Abonemen PDAM Salatiga

NO	BIAYA	UKURAN METER					
		0,5"	0,75"	1"	1,5"	2"	3"
		Rp	Rp	Rp	Rp	Rp	Rp
1	Dana Meter	4.000	5.000	6.000	9.000	12.000	20.000
2	Administrasi	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500	4.500
Jumlah		8.500	9.500	10.500	13.500	16.500	24.500

Dengan 2 tabel di atas dan nilai pemakaian air di Gedung KH Hasyim Asy'ari, maka akan dapat dihitung estimasi biaya pemakaian air PDAM di Gedung ini. Perhitungannya didasarkan pada data pemakaian air per hari sebesar 9,55 m³/hari. Kemudian dikalikan per bulan, pertahun, per lima tahun, tujuh tahun, sepuluh tahun dan lima belas tahun.

Tabel 4.7 Perhitungan Tarif PDAM Kebutuhan Air Gedung KH. Hasyim Asy'ari

Perhitungan Pemakaian Air di Gedung KH. Hasyim Asy'ari							
Durasi Waktu	Pemakaian air	Tarif 0-10	Tarif 11-20	Tarif 21-30	Tarif >30	Abonemen	Jumlah tagihan
1 hari	9,55	1050	1850	2850	3300		
1 bulan	191,04	10.500	18.500	28.500	531.432	24.500	613.432
1 tahun	2292,48	126.000	222.000	342.000	6.377.184	294.000	7.361.184
5 tahun	11462,4	630.000	1.110.000	1.710.000	31.885.920	1.470.000	36.805.920
6 Tahun	57,312	756.000	1.332.000	2.052.000	38.263.104	1.764.000	44.167.104
10 tahun	22924,8	1.260.000	2.220.000	3.420.000	63.771.840	2.940.000	73.611.840
15 tahun	34387,2	1.890.000	3.330.000	5.130.000	95.657.760	4.410.000	110.417.760

Berdasarkan tabel 4.7 dengan asumsi tidak terjadi kenaikan tarif, maka biaya yang dikeluarkan untuk air bersih adalah sebesar Rp 110.417.760,- selama 15 tahun ke depan. Akan tetapi berdasarkan data dari BPS bahwa prosentase hari hujan di Salatiga dalam 3 tahun terakhir adalah sebesar 39,73% hari dalam 1 tahun (BPS Kota Salatiga, 2023). Tabel 4.8 menunjukkan konversi panen hujan berdasarkan banyaknya hari hujan di Kota Salatiga.

Tabel 4.8 Konversi panen hujan berdasarkan prosentase hari hujan di Kota Salatiga

Durasi Waktu	Jumlah tagihan	Prosentase Hari Hujan	Penghematan
1 hari			
1 bulan	Rp 613.432		
1 tahun	Rp 7.361.184	39,73%	Rp 2.924.305,97
4 tahun	Rp 29.444.736	39,73%	Rp 11.697.223,89
5 tahun	Rp 36.805.920	39,73%	Rp 14.621.529,86
6 Tahun	Rp 44.167.104	39,73%	Rp 17.545.835,84
10 tahun	Rp 73.611.840	39,73%	Rp 29.243.059,73
15 tahun	Rp 110.417.760	39,73%	Rp 43.864.589,59

Berdasarkan Tabel 4.8 konstruksi RHS memberikan penghematan sebesar 39,7% setiap tahunnya dibandingkan hanya mengkonsumsi air PDAM untuk kebutuhan air Non domestik di Gedung KH. Hasyim Asy'ari.

4.6.1 Rencana Anggaran Biaya Instalasi dan Perawatan *Roof Harvesting System*

Pembuatan instalasi pemanena air hujan atap ini adalah konstruksi sederhana yang

tidak membutuhkan biaya besar. Apalagi jika diterapkan di rumah untuk kebutuhan domestik, maka instalasinya terhitung murah dibandingkan hal yang didapat sesudahnya. Untuk instalasi pada subyek penelitian di Gedung KH. Hasyim Asy'ari, Rencana Anggaran dan Biayanya terlihat pada Tabel 4.9.

Tabel 4.9 Rencana Anggaran Biaya Instalasi Panen Air Hujan Atap di Gedung KH. Hasyim As'ari

RAB Konstruksi PAH untuk 15 Tahun					
No	Item Pekerjaan	Vol	Satuan	Harga Satuan	Jumlah
1	Water Toren Penguin TB 160 , 1550 Ltr	6	Unit	Rp 2.700.000,00	Rp 16.200.000,00
2	Pipa 3"	90	m'	Rp 72.000,00	Rp 6.480.000,00
3	Knee	12	unit	Rp 21.420,00	Rp 257.040,00
4	Penguin Kit Pengalihan Air Hujan PH 50 (FFD)	6	unit	Rp 250.000,00	Rp 1.500.000,00
5	Pompa air	3	unit	Rp 1.115.000,00	Rp 3.345.000,00
6	Konstruksi beton	3	unit	Rp 750.000,00	Rp 2.250.000,00
7	Tukang	1	ls	Rp 2.000.000,00	Rp 2.000.000,00
Total Biaya Konstruksi					Rp 32.032.040,00
8	Biaya maintenance per tahun	15	tahun	Rp 1.000.000,00	Rp 15.000.000,00
					Rp 47.032.040,00

Pada Tabel 4.9 terlihat bahwa biaya konstruksi pemasangan panen air hujan adalah sebesar Rp 32.032.040,-. Biaya itu setara dengan biaya penghematan pembayaran air minum PDAM Gedung KH. Hasyim Asyari untuk waktu 10 sampai dengan 12 tahun ke depan. Bahkan Ketika terdapat pemakaian yang melebihi kebiasaan, sudah tidak terdapat penambahan pemakaian lagi. Karena air yang didapat adalah air yang dipanen secara gratis dari air hujan. Biaya untuk panen air hujan adalah biaya konstruksi dan biaya perawatan saja, bukan biaya konsumsi per meter kubik.

4.7 Perhitungan Net Present Value Project

Berdasarkan perhitungan di atas, untuk mengetahui kelayakan apakah proyek ini bisa dilanjutkan atau tidak perlu dilanjutkan dengan analisis perhitungan *Net Present Value*. Diketahui pengelola Gedung KH Hasyim Asy'ari UIN Salatiga berencana akan membangun

instalasi *Roof Harvesting System* untuk mencukupi kebutuhan air non domestiknya. Harga Konstruksi adalah Rp32,032.040 dengan suku bunga pinjaman sebesar 5,75% per tahun. Arus kas yang masuk dari penghematan yang bisa diestimasikan sekitar Rp 2.924.305,97 per tahun selama lima belas tahun. Dengan kasus tersebut, perhitungan kelayakan proyek konstruksi itu adalah sebagai berikut:

Diketahui :

Bt (benefit pada tiap tahun) = Rp 2.924.305,97

Ct (cost pada tiap tahun) = Rp 1.000.000,-/tahun

t (waktu) = 1,2,3,...

n (jumlah tahun) = 15 Tahun

i (tingkat suku bunga) = 5,75%/tahun

Nilai Investasi = Rp 32.032.040,00

$$NPV = \sum_{t=1}^{t=n} \frac{(Bt-Ct)}{(1+i)}$$

$$NPV = \sum_{t=1}^{15} \frac{(Bt-Ct)}{(1+i)}$$

Hasil akan terlihat pada Tabel 4.10 sebagai berikut:

Tabel 4.10 Notasi Sigma NPV

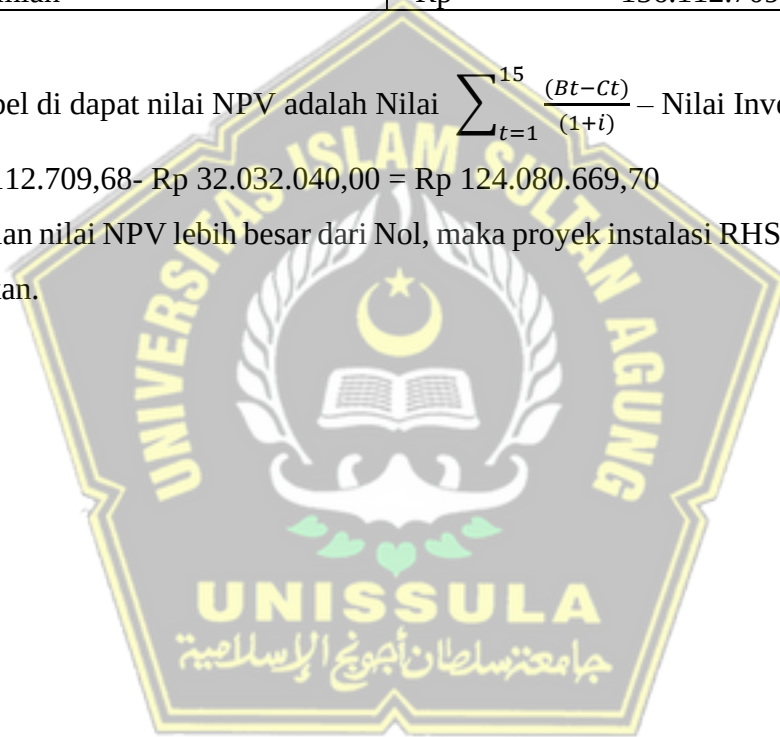
n	(Bt-Ct)	(1-i)	$\sum_{t=1}^{15} \frac{(Bt - Ct)}{(1 + i)}$
1	1924306	1,479167	Rp 1.300.939,25
2	3848612	1,479167	Rp 2.601.878,49
3	5772918	1,479167	Rp 3.902.817,74
4	7697224	1,479167	Rp 5.203.756,99
5	9621530	1,479167	Rp 6.504.696,24
6	11545836	1,479167	Rp 7.805.635,48

7	13470142	1,479167	Rp	9.106.574,73
8	15394448	1,479167	Rp	10.407.513,98
9	17318754	1,479167	Rp	11.708.453,23
10	19243060	1,479167	Rp	13.009.392,47
11	21167366	1,479167	Rp	14.310.331,72
12	23091672	1,479167	Rp	15.611.270,97
13	25015978	1,479167	Rp	16.912.210,22
14	26940284	1,479167	Rp	18.213.149,46
15	28864590	1,479167	Rp	19.514.088,71
Jumlah			Rp	156.112.709,68

Dari tabel di dapat nilai NPV adalah Nilai $\sum_{t=1}^{15} \frac{(Bt-Ct)}{(1+i)} - \text{Nilai Investasi}$

Yaitu Rp 156.112.709,68- Rp 32.032.040,00 = Rp 124.080.669,70

Dengan demikian nilai NPV lebih besar dari Nol, maka proyek instalasi RHS ini sangat layak untuk di kerjakan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis data yang telah dikerjakan, didapat kesimpulan sebagai berikut :

- a. Hasil perhitungan potensi air hujan yang bisa dipanen pada obyek penelitian ini adalah Gedung KH. Hasyim Asy'ari Kampus 3 UIN Salatiga dengan luas sebesar 2.756,81 m², dan luas *catchment area* atap 1.626,89 m². Dari luas itu didapat volume air hujan sebesar 9.371 liter/hari.
- b. Kapasitas volume bak penampungan sebagai desain yang direkomendasikan adalah sebesar 6 x 1.550 liter. Didapat kapasitas maksimal untuk pemanenan air hujan sebesar 9.300 liter terbagi ke dalam 6 tandon air yang diletakkan sesuai dengan *catchment area* terdekat.
- c. Tahapan mendesain sebuah sistem pemanenan air hujan dari atap terbagi menjadi 12 langkah yang bisa dikategorikan ke dalam 3 kategori. Kategori pertama penyaringan air yaitu penyaringan material kasar di bagian talang dengan *gutter* dan pemisahan aliran hujan pertama (FFD). Kategori kedua adalah proses mengalirkan air menuju tandon air. Kategori ketiga adalah perawatan atau *maintenance* yang dipersiapkan dari awal.
- d. Biaya yang dikeluarkan untuk air bersih adalah sebesar Rp 110.417.760,- selama 15 tahun ke depan, sedangkan biaya konstruksi pemasangan panen air hujan adalah sebesar Rp 32.032.040,00,-. Konstruksi RHS memberikan penghematan sebesar 39,7% setiap tahunnya.
- e. Proyek ini memiliki nilai NPV positif sehingga a proyek instalasi RHS ini sangat layak untuk di kerjakan.

5.2 Saran

- a. Sistem pemanenan air hujan bisa menjadi salah satu alternatif pemenuhan kebutuhan air baik domestik maupun non domestik. Mengingat negara Indonesia setidaknya

mengalami 6 bulan musim hujan dengan curah hujan yang tinggi. Lebih-lebih di daerah dengan curah hujan tinggi karena berada di sekeliling pegunungan seperti Kota Salatiga ini.

- b. Sistim *rainwater harvesting* bisa dipertimbangkan oleh Pemerintah Kota Salatiga sebagai bentuk usaha pengembangan kota yang berkelanjutan dan implementasi *green building*.
- c. Saran untuk calon peneliti guna mengerjakan penelitian lanjut dengan mengambil obyek penelitian selain bangunan. Bisa jadi jalan, halaman Gedung, maupun area persawahan atau perkebunan yang mungkin bisa merupakan salah satu upaya pemanfaatan air hujan. Untuk peneliti dengan sub bidang lingkungan bisa dengan meneliti tingkat kepastian air hasil *rain water harvesting*. Untuk peneliti dengan sub bidang ekonomi bisa memperhitungkan efisiensi ekonomi Ketika sistim ini diterapkan secara massif.
- d. Sistim ini dapat diterapkan di bangunan publik utilitas dalam rangka memperoleh efisiensi ekonomi dalam hal pemenuhan kebutuhan air bersih non domestik. Dapat juga diterapkan di komplek perumahan atau perkampungan untuk kebutuhan air domestik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anchan, S. S., & Shiva Prasad, H. C. (2021). Feasibility of roof top rainwater harvesting potential - A case study of South Indian University. *Cleaner Engineering and Technology*, 4. <https://doi.org/10.1016/j.clet.2021.100206>
- Biswas, B. K., & Mandal, B. H. (2014). Construction and Evaluation of Rainwater Harvesting System for Domestic Use in a Remote and Rural Area of Khulna, Bangladesh. *International Scholarly Research Notices*, 2014, 1–6. <https://doi.org/10.1155/2014/751952>
- BPS Kota Salatiga. (2021, August 19). *Luas Wilayah*. Source Url: <https://salatigakota.bps.go.id/Indicator/5/97/1/Luas-Wilayah.Html>. Source Url: <https://salatigakota.bps.go.id/indicator/5/97/1/luas-wilayah.html>
- BPS Kota Salatiga. (2023). *Kota Salatiga Dalam Angka 2023*.
- Christalivea, D., & Pakereng, M. A. I. (2023). Prediksi Volume Penyaluran Air Minum Kota Salatiga Tahun 2021 Berdasarkan Time Data Series Menggunakan Regresi Linear. *Jurnal EMT KITA*, 7(2), 422–429. <https://doi.org/10.35870/emt.v7i2.1031>
- Dinas Komunikasi dan Informatika Kota Salatiga. (2024). *Jumlah Penduduk Kota Salatiga menurut Jenis Kelamin per Kelurahan 2018 (Semester I)*. <https://diskominfo.salatiga.go.id>
- Fachrudin, Prastowo, Mustafiril, & Indra Setiawan, B. (2015). Pemanenan Air Hujan Menggunakan Konsep Zero Runoff System (ZROS) dalam Pengelolaan Lahan Pala Berkelanjutan. *Agustus*, 22(2).
- Ferianto Saragih, D., Utami, C., Qadry, A., & Nurzanah, W. (2023). *Pemodelan Pemanenan Air Hujan Untuk Mendukung Konsep Kampus Hijau dan Pengurangan Risiko Banjir*. 12(2).
- Hasan, A. (2014). *Pola Konsumsi Air Bersih Pada Kampus Politeknik Negeri Sriwijaya*.
- Hayatining Pamungkas, T., Infantri Yekti, M., & Adi Alit Putra, I. G. (2023). Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan Dalam Memenuhi Kebutuhan Air di Nusa Penida (Rainwater Harvesting System Planning to Meet Water Needs in Nusa Penida). *Jurnal*

- Penelitian Pengelolaan Daerah Aliran Sungai*, 7(1), 59–76.
<https://doi.org/10.59465/jppdas.2023.7.1.59-76>
- Hayatining Pamungkas, T., Kariyana, I. M., Gede, I., & Putra, A. A. (n.d.). *POTENSI PEMANENAN AIR HUJAN DALAM MEMENUHI KEBUTUHAN AIR DI DESA SERAYA*. 19(1). <https://doi.org/10.25077/jrs.19.1.32-43.2023>
- Hayatining Pamungkas, T., Kariyana, I. M., Gede, I., & Putra, A. A. (2023). Potensi Pemanenan Air Hujan Dalam Memenuhi Kebutuhan Air di Desa Seraya. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 19(1), 32–43. <https://doi.org/10.25077/jrs.19.1.32-43.2023>
- Hussain Khahro, S., Yasmin Zainun, N., & Ghazali, M. (2020). Water Filtration Design for Rainwater Harvesting System in Faculty of Civil Engineering and Built Environment, UTHM. *Recent Trends in Civil Engineering and Built Environment*, 1(1), 149–156. <https://doi.org/10.30880/rtcebe.2020.01.01.014>
- Kabbashi, N. A., Jami, M. S., Abdurahman, N. H., & Puad, N. I. M. (2020). Rainwater harvesting quality assessment and evaluation: IIUM case study. *IIUM Engineering Journal*, 21(1), 12–22. <https://doi.org/10.31436/iiumej.v21i1.1139>
- Morey, A., Dhurve, B., Haste, V., & Wasnik, B. (2016). Rain Water Harvesting System. *International Research Journal of Engineering and Technology*. www.irjet.net
- Mosley, L. (2005). *Water Quality of Rainwater Harvesting Systems*. <https://www.researchgate.net/publication/242143735>
- Nurzanah, W. (2021). *Sumur Resapan Untuk Pemanenan Air Hujan di Kecamatan Medan Belawan*.
- Qomariyah, S. (2017). Analisis Pemanfaatan Air Hujan Dengan Metode Penampungan Air Hujan Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Rumah Tangga Di Kota Surakarta. *E-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL*, 1062.
- Rakhmat, A. (2023). Pembangunan Kota Berkelanjutan. *Amanah News Cetak*.
- Ramadhayanti, N., & Helda, N. (2021). Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan Dalam Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih di Kecamatan Banjarbaru Utara. In *Universitas Dharma Andalas* (Vol. 01, Issue 1).

- Regional District of Nanaimo. (2024). *Rainwater Harvesting BEST PRACTICES GUIDEBOOK*. www.rainwaterconnection.com
- Saputra, B. A. (2019). *Analisis Ketersediaan Air Bersih (Studi Kasus Perusahaan Daerah Air Mimun Kota Salatiga)*.
- Suciatina Silvia, C., & Safriani, M. (2018). *Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan Dengan Teknik Rainwater Harvesting Untuk Kebutuhan Domestik*.
- Sudarto, & Qomariyah, S. (2017). *Analisis Pemanfaatan Air Hujan Dengan Metode Penampungan Air Hujan Untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Rumah Tangga Di Kota Surakarta*.
- Suud, A., Franchitika, R., & Kuswandi. (2020). *Analisa Debit Air Hujan Dengan Metode Rainwater Harvesting Untuk Kebutuhan Air Bersih di SDN 066656 Kecamatan Medan Selayang*.
- Utami, W., Muhammad, F., & Nurlaila. (2022). *Pengamanan Kualitas Air Minum*. www.rainwaterharvesting.com.au.
- (2024). *Helping People Collect Rainwater*.
- Zabidi, H. A., Goh, H. W., Chang, C. K., Chan, N. W., & Zakaria, N. A. (2020a). A review of roof and pond rainwater harvesting systems for water security: The design, performance and way forward. In *Water (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 11, pp. 1–22). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/w12113163>
- Zabidi, H. A., Goh, H. W., Chang, C. K., Chan, N. W., & Zakaria, N. A. (2020b). A review of roof and pond rainwater harvesting systems for water security: The design, performance and way forward. In *Water (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 11, pp. 1–22). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/w12113163>
- Zabidi, H. A., Goh, H. W., Chang, C. K., Chan, N. W., & Zakaria, N. A. (2020c). A review of roof and pond rainwater harvesting systems for water security: The design, performance and way forward. In *Water (Switzerland)* (Vol. 12, Issue 11, pp. 1–22). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/w12113163>
- Zain M, A. H., Abu Hadba, O. K., & Khaled A, H. (2014). The Potential of Roof Top Rain Water Harvesting as a Water Resource in Jordan: Featuring Two Application Case

Studies. *International Journal of Environmental and Ecological Engineering*, 8, 148–153.

Zainuri. (2021). *EKONOMI TEKNIK* (S. S. S. E. Eka Martinelly, Ed.). CV. Jasa Surya.

