

**PERENCANAAN SISTEM PEMANENAN AIR HUJAN DI
PONDOK PESANTREN DARUL AITAMI KABUPATEN ACEH
BARAT**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

RIJAL EFFENDI

NIM. 200702004

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2023 M/1444 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

PERENCANAAN SISTEM PEMANENAN AIR HUJAN DI PONDOK PESANTREN DARUL AITAMI KABUPATEN ACEH BARAT

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Salah Satu Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S1)
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh:

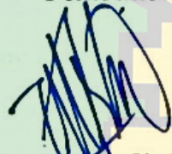
RIJAL EFFENDI

NIM. 200702004

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**

Disetujui untuk dimunaqasyahkan oleh:

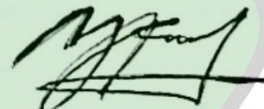
Pembimbing I,



Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.

NIDN. 2010048202

Pembimbing II,

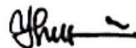


M. Faizi Ikhwal, M.Eng.

NIDN. 2008109101

AR - RANIRY

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Lingkungan



Husnawati Yahya, M.Sc.

NIDN. 2009118301

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

PERENCANAAN SISTEM PEMANENAN AIR HUJAN DI PONDOK PESANTREN DARUL AITAMI KABUPATEN ACEH BARAT

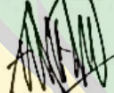
TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: **Sabtu, 23 Desember 2023**
10 Jumadil Akhir 1445 H

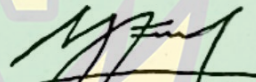
di Darussalam, Banda Aceh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



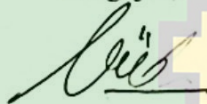
Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
NIDN. 2010048202

Sekretaris,



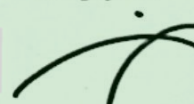
M. Faisi Ikhwal, M.Eng.
NIDN. 2008109101

Penguji I,



Mulyadi Abdul Wahid, M.Sc.
NIDN. 2013128901

Penguji II,



Arief Rahman, M.T.
NIDN. 2010038901



Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh

Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU.
NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rijal Effendi
NIM : 200702004
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh
Judul Skripsi : Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan di Pondok Pesantren Darul Aitami Kabupaten Aceh Barat

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelarakademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari dosen pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, 23 Desember 2023


Rijal Effendi

ABSTRAK

Nama : Rijal Effendi

NIM : 200702004

Program Studi : Teknik Lingkungan

Judul : Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan di Pondok Pesantren
Darul Aitami Kabupaten Aceh Barat

Tebal Halaman : 151

Pembimbing I : Aulia Rohendi, M.Sc.

Pembimbing II : M. Faisi Ikhwal, M.Eng.

Kata Kunci : *pemanenan air hujan, kebutuhan air bersih, pesantren*

Sumber air bersih Pesantren Darul Aitami berasal dari air tanah, namun belum dapat mencukupi kebutuhan para santri dan air cenderung keruh serta bewarna kuning. Sehingga dibutuhkan alternatif sumber air lain dan Pemanenan Air Hujan (PAH) sesuai diterapkan di berbagai bangunan kompleks pendidikan seperti bangunan asrama pesantren. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi air hujan dan desain sistem pemanenan air hujan di Pesantren Darul Aitami. Metode menentukan kualitas air hujan dilakukan dengan menampung air di tiap hari hujan selama lima hari lalu dilakukan pengujian parameter fisik. Metode analisis hujan rencana menggunakan distribusi Log Normal dan menentukan intensitas dengan metode mononobe dengan Periode Ulang Tahun 2 tahun selama 1 jam sebesar 54.46 mm/jam. Hasil penelitian menunjukkan pemanenan air hujan berdasarkan kualitas air hujan memenuhi syarat untuk dijadikan alternatif penggunaan air bersih dan potensi pemanenan berdasarkan kuantitas air hujan dapat memenuhi kebutuhan harian untuk empat asrama, serta dapat menjadi alternatif untuk 1 asrama dan mushola. Desain pemanenan air hujan berdasarkan hasil perhitungan didapatkan untuk dimensi Perpipaan perpipaan tegak dan talang adalah 4, 5, 8, dan 10 inci dengan nilai kemiringan sama sebesar 1% dan pipa horizontal diameter 3 inci. Volume bak penampung tiap asrama adalah 2000, 2250, 3000, 5700 liter.

ABSTRACT

Name : Rijal Effendi
Student ID Number : 200702004
Department : Environmental Engineering
Title : Rainwater Harvesting Planning System at Darul Aitami Islamic Boarding School, West Aceh Regency
Number of Pages : 151
Advisor I : Aulia Rohendi, M.Sc
Advisor II : M. Faisi Ikhwal, M.Eng.
Keywords : rainwater harvesting, clean water needs, islamic boarding school

Pesantren Darul Aitami's clean water source comes from groundwater, but it has not been able to meet the needs of the students and the water tends to be cloudy and yellow in color. So that other alternative water sources are needed and Rainwater Harvesting (RWH) is suitable to be applied in various educational complex buildings such as boarding school buildings. The purpose of this study was to determine the potential of rainwater and design a rainwater harvesting system at Darul Aitami Islamic Boarding School. The method of determining rainwater quality is done by collecting water on each rainy day for five days and then testing physical parameters. The rainfall plan analysis method uses the Log Normal distribution and determines the intensity with the Mononobe method with a 2-year return period for one hour of 54.46 mm/hour. The results showed that rainwater harvesting based on rainwater quality is eligible to be used as an alternative to clean water use and the potential for harvesting based on rainwater quantity can meet the daily needs of four dormitories, and can be an alternative for one dormitory and prayer room. Rainwater harvesting design based on the calculation results obtained for the dimensions of upright piping and gutters are 4, 5, 8, and 10 inches with the same slope value of 1% and a horizontal pipe diameter of 3 inches. The volume of the catch basin for each dormitory is 2000, 2250, 3000, 5700 liters.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kepada Allah Swt. atas berkah dan rahmat-Nya yang telah memungkinkan penulis menyelesaikan proposal berjudul "Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan di Pondok Pesantren Darul Aitami Kabupaten Aceh Barat." Serta, salawat dan salam kepada Nabi Muhammad saw., pembawa ilmu pengetahuan yang telah membimbing manusia dari zaman jahiliah menuju era pengetahuan yang kita nikmati saat ini.

Penyusunan tugas akhir ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan dalam menyelesaikan kurikulum Program Studi Teknik Lingkungan di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Ayahanda Amiruddin, serta Ibunda Yusnawiyah selaku orang tua serta Nursilimiana, A.md., Kifli Rizadi, S.H., dan Riski Ramazayandi, S.P. selaku Abang dan Kakak penulis yang telah mendukung serta memberikan semangat dalam pengerjaan tugas akhir ini. Selama proses penyusunan tugas akhir ini, penulis juga banyak menerima bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam negeri Ar-raniry Banda Aceh.
2. Aulia Rohendi M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan dan dosen pembimbing I yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penyusunan proposal ini.
3. M. Faisi Ikhwal, M.Eng., selaku pembimbing II Tugas Akhir Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
4. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Akademik.
5. Ibu Firda Elvisa, S.Pd., dan Ibu Nurul Huda, S.Pd. yang telah membantu dalam hal administrasi.
6. Pimpinan dan staf Pesantren Darul Aitami yang telah membantu dalam pemberian izin serta pengambilan data untuk tugas akhir penulis.

7. Semua pihak yang membantu dalam pelaksanaan serta penulisan tugas akhir yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Sebagai penutup, penulis berdoa agar Allah Swt. membalas segala kebaikan dari semua pihak yang telah memberikan dukungan. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat yang besar bagi banyak orang. Penulis juga menyadari bahwa masih ada beberapa kekurangan dalam tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak untuk membantu peningkatan kualitas proposal tugas akhir ini.

Banda Aceh, 16 Juni 2023

Penulis,

Rijal Effendi



DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Siklus Hidrologi.....	5
2.2 Air Hujan	6
2.3 Pemanenan Air Hujan.....	7
2.3.1 Metode Pemanenan Air Hujan.....	9
2.3.2 Komponen Pemanenan Air Hujan	11
2.4 Analisis Frekuensi Curah Hujan.....	13
2.5 Uji Distribusi Probabilitas	15
2.6 Intensitas Hujan	17
2.7 Kuantitas Air Hujan pada Sistem Pemanenan Air Hujan (PAH)	17
2.8 Kualitas Air Hujan pada Sistem Pemanenan Air Hujan (PAH)	18
2.9 Penelitian Terdahulu.....	20
BAB III METODOLOGI PERENCANAAN	23

3.1 Lokasi dan Waktu Perencanaan.....	23
3.2 Kerangka Perencanaan	25
3.2.1 Alur Perencanaan	25
3.2.2 Studi Literatur	27
3.2.3 Studi Lapangan	27
3.2.4 Pengumpulan Data	27
3.2.5 Analisis Data	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1 Potensi Pemanenan Air Hujan.....	31
4.1.1 Kualitas Air Hujan	31
4.1.2 Kuantitas Air Hujan	32
4.1.3 Kebutuhan Air Bersih Asrama Darul Aitami	43
4.1.4 Luas Atap Bangunan Asrama	44
4.2 Desain Sistem Pemanenan Air Hujan.....	48
4.2.1 Bak Penampungan	48
4.2.2 Talang Air	52
4.2.3 Diameter Pipa Tegak	54
4.2.4 Diameter pipa Datar	54
4.2.6 BOQ (Bill Of Quantity)	58
BAB V PENUTUP	61
5.1 Kesimpulan	61
5.2 Saran	61
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN A.....	66
LAMPIRAN B	80
LAMPIRAN C.....	115
LAMPIRAN D.....	122

DAFTAR GAMBAR

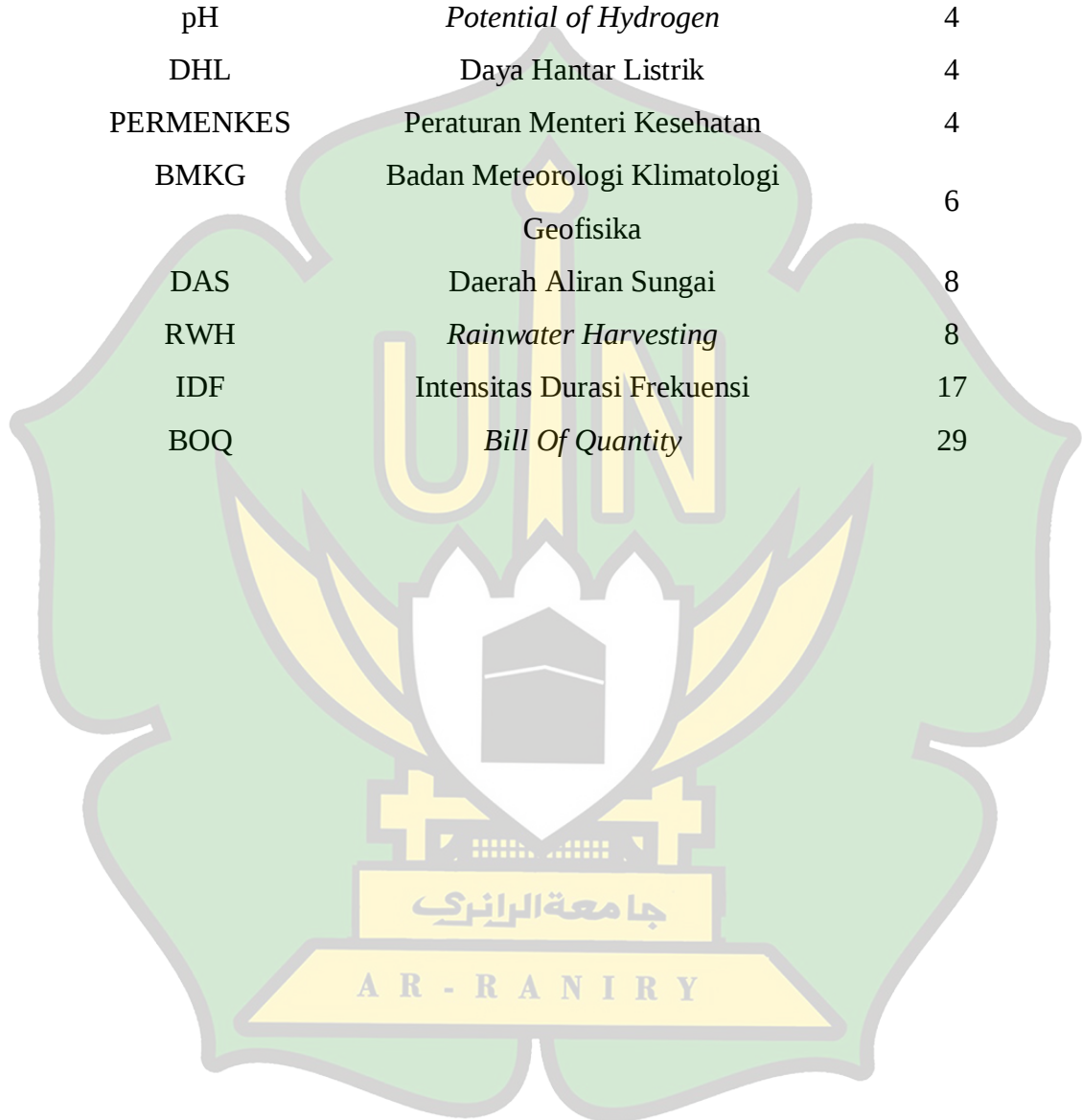
Gambar 2.1	Siklus Hidrologi.....	6
Gambar 2.2	Sistem Pemanenan Hujan Penggunaan Langsung.....	10
Gambar 2.3	Sistem Pemanenan Air Hujan Tanpa Filter	10
Gambar 2.4	Sistem Pemanenan Air Hujan Dengan Filter.....	11
Gambar 3.1	Peta Lokasi Perencanaan Pesantren Darul Aitami	24
Gambar 3.2	Bagan Alir Perencanaan	26
Gambar 3.3	Bagan Alir Analisis Hidrologi.....	29
Gambar 4.1	Kurva IDF metode Log Normal	41
Gambar 4.2	Tampak Atap Wilayah Perencanaan	43
Gambar 4.3	Tampak Atap Asrama Putra 2	44
Gambar 4.4	Tampak Atap Asrama Putra 1 dan 3	44
Gambar 4.5	Tampak Atap Asrama Putri 1	45
Gambar 4.6	Tampak Atap Asrama Putri 2	45
Gambar 4.7	Tampak Atap Mushola	46
Gambar 4.8	Grafik Suplai Hujan Dan Kebutuhan Air Asrama Putra 1	62
Gambar 4.9	Grafik Suplai Hujan Dan Kebutuhan Air Asrama Putra 2	62
Gambar 4.10	Grafik Suplai Hujan Dan Kebutuhan Air Asrama Putra 3	63
Gambar 4.11	Grafik Suplai Hujan Dan Kebutuhan Air Asrama Putri 1	63
Gambar 4.12	Grafik Suplai Hujan Dan Kebutuhan Air Asrama Putri 2	64
Gambar 4.13	Grafik Suplai Hujan Dan Kebutuhan Air Mushola	64

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Intensitas Air Hujan.....	6
Tabel 2.2	Persyaratan Statistik Suatu Distribusi	15
Tabel 2.3	Parameter Air untuk Keperluan Higine dan Sanitasi.....	19
Tabel 2.4	Penelitian Terdahulu	20
Tabel 3.1	Jadwal Pelaksanaan Perencanaan.....	24
Tabel 4.1	Data Kualitas Air Hujan dan Sumur Bor Asrama	30
Tabel 4.2	Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi	31
Tabel 4.3	Data Curah Hujan Harian Maksimum.....	32
Tabel 4.4	Perhitungan Parameter Statistik Metode Gumbel dan Normal.....	32
Tabel 4.5	Data Curah Hujan Setelah Dilogaritma.....	33
Tabel 4.6	Perhitungan Parameter Statistik Metode Log Normal dan Log Pearson	33
Tabel 4.7	Rekapitulasi Perhitungan Hujan Rancangan Metode Gumbel.....	35
Tabel 4.8	Rekapitulasi Perhitungan Hujan Rancangan Metode Normal	35
Tabel 4.9	Rekapitulasi Perhitungan Hujan Rancangan Metode Log Normal	35
Tabel 4.10	Rekapitulasi Perhitungan Hujan Rancangan Metode Log Pearson Type III	36
Tabel 4.11	Hasil Uji Chi Kuadrat Metode Gumbel.....	36
Tabel 4.12	Hasil Uji Chi Kuadrat Metode Normal	36
Tabel 4.13	Hasil Uji Chi Kuadrat Metode Log Normal.....	36
Tabel 4.14	Hasil Uji Chi Kuadrat Metode Log Pearson III.....	37
Tabel 4.15	Rekapitulasi Uji Chi Kuadrat 4 Metode	37
Tabel 4.16	Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Metode Gumbel	38
Tabel 4.17	Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Metode Normal	38
Tabel 4.18	Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Metode Log Normal.....	38
Tabel 4.19	Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Metode Log Pearson III	39
Tabel 4.20	Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov 4 Metode.....	39
Tabel 4.21	Hujan Rencana Metode Log Normal	40
Tabel 4.22	Perhitungan Intensitas Metode Mononobe.....	41
Tabel 4.23	Kebutuhan Air Bangunan Perencanaan Pesantren Darul Aitami.....	42
Tabel 4.24	Luas Atap Bangunan Asrama Pesantren Darul Aitami	42
Tabel 4.25	Tabel Penentuan Ukuran Talang.....	53
Tabel 4.26	Tabel Lanjutan Penentuan Ukuran Talang	53
Tabel 4.27	Penentuan Ukuran Perpipa Air Hujan Horizontal	54
Tabel 4.28	Penentuan Ukuran Perpipa Air Hujan Horizontal 1, 2 (Lanjutan)	55
Tabel 4.29	Penentuan Ukuran Perpipa Air Hujan Horizontal 1, 2 (Lanjutan)	55
Tabel 4.30	Rekapitulasi Ukuran Pipa Horizontal.....	56
Tabel 4.31	Rekapitulasi Ukuran Pipa Tegak.....	56
Tabel 4.32	Rekapitulasi Ukuran Perpipa Perencanaan.....	58
Tabel 4.33	Bill Of Quantity Perencanaan PAH Darul Aitami.....	58
Tabel 4.34	<i>Bill Of Quantity</i> Aksesoris PAH Darul Aitami	59

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

Singkatan/Lambang	Kepanjangan/Makna	Halaman Pertama Digunakan
TDS	<i>Total Dissolve Solid</i>	4
pH	<i>Potential of Hydrogen</i>	4
DHL	Daya Hantar Listrik	4
PERMENKES	Peraturan Menteri Kesehatan	4
BMKG	Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika	6
DAS	Daerah Aliran Sungai	8
RWH	<i>Rainwater Harvesting</i>	8
IDF	Intensitas Durasi Frekuensi	17
BOQ	<i>Bill Of Quantity</i>	29



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air memiliki peranan yang sangat vital dalam kehidupan manusia. Air digunakan untuk berbagai kebutuhan sehari-hari seperti memasak, mandi, mencuci, dan lain-lain. Oleh karena itu, penyediaan air bersih menjadi perhatian utama, terutama di negara-negara berkembang seperti Indonesia. Air adalah kebutuhan pokok yang sangat krusial saat ini (Raharja, 2021). Manajemen dan ketersediaan air memiliki peran yang sangat penting dalam menjaga kelangsungan hidup manusia (Purnomo, 2022). Ketersediaan air minum dan fasilitas sanitasi yang memadai adalah kebutuhan dasar untuk menjalani kehidupan yang sehat. Walaupun teknologi telah maju pesat, masih banyak penduduk di seluruh dunia yang tidak memiliki akses yang memadai ke air bersih dan fasilitas sanitasi. Pada wilayah perkotaan, pertumbuhan populasi yang cepat menimbulkan tantangan besar terkait penyediaan air untuk memenuhi kebutuhan masyarakat dan memastikan pemerataan akses terhadap air. Hal ini merupakan salah satu permasalahan yang mendesak dan memiliki dampak signifikan (UN-Habitat, 2016).

Terdapat dua solusi alternatif untuk memenuhi pengelolaan air tawar yang berkelanjutan yaitu solusi pertama mencari alternatif atau tambahan sumber daya air dan solusi kedua yaitu memanfaatkan sumber daya air yang tersedia dengan cara yang lebih efisien. Dari banyak teknologi untuk menambah sumber daya air, pemanenan dan pemanfaatan air hujan adalah solusi yang berwawasan lingkungan, yang dapat menghindari banyak masalah lingkungan. Pemanenan air hujan, dalam arti luas, adalah teknologi yang digunakan untuk mengumpulkan dan menyimpan air hujan untuk keperluan manusia dari atap rumah, permukaan tanah atau tangkapan batu dengan menggunakan teknik sederhana seperti guci dan pot serta teknik rekayasa (UN-Habitat, 2016).

Menurut Undang-Undang Republik Indonesia No 7 tahun 2019 tentang Sumber Daya Air, Pasal 29 disebutkan bahwa pemanfaatan sumber daya air tidak

hanya terbatas pada air permukaan, air tanah, atau air laut saja, melainkan juga mencakup pemanfaatan air hujan. Dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 12 tahun 2009 pasal 5 menjelaskan bahwa setiap penanggungjawab bangunan yang belum melaksanakan pemanfaatan air hujan diwajibkan untuk melakukannya. Berlandaskan ketentuan tersebut, seharusnya penggunaan sumber air alternatif seperti air hujan menjadi pertimbangan bagi masyarakat. Hal ini bertujuan untuk menghindari ketergantungan berlebihan pada sumber air yang telah terlalu banyak digunakan, seperti air sungai atau air tanah, yang dapat mengakibatkan kerusakan ekosistem serta penurunan kualitas air. Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 4 Tahun 2014 Tentang Drainase Perkotaan, diperkenalkan konsep drainase yang ramah lingkungan. Salah satu metode yang diusulkan adalah menampung air hujan menggunakan tandon atau wadah alami, sehingga air hujan dapat dimanfaatkan di musim berikutnya. Konsep ini mencegah air hujan mengalir langsung ke sungai, sehingga dapat meningkatkan kualitas lingkungan dan ekosistem, sekaligus mengurangi risiko banjir. Selama ini, paradigma lama terkait penanganan hujan adalah dengan mengalirkan air menuju sungai dan laut secepat-cepatnya, namun sekarang kita memiliki pendekatan yang lebih berkelanjutan.

Dalam Islam, air hujan dipandang sebagai Rahmat dari Allah swt. Hal ini tercantum dalam Al-Quran surah An-Anfal ayat 11 Allah berfirman: “Ingatlah, ketika Allah membuat kamu mengantuk untuk memberi ketenteraman dari-Nya dan Allah menurunkan air (hujan) dari langit kepadamu untuk menyucikan kamu dengan (hujan) itu dan menghilangkan gangguan-gangguan setan dari dirimu dan untuk menguatkan hatimu serta memperteguh telapak kakimu (teguh pendirian)”. Menurut Mu’jizat (2018), dalam ayat ini hujan dianggap sebagai anugerah yang diberikan oleh Allah Swt kepada hamba-Nya yang membutuhkan. Melalui air hujan, semua makhluk di planet ini mendapatkan manfaatnya. Manusia dapat memanfaatkannya untuk keperluan minum, ritual penyucian, dan berbagai keperluan lainnya. Sementara itu, tumbuhan yang sebelumnya layu menjadi segar kembali, dan tanah yang gersang menjadi lembab, memungkinkan pertumbuhan tanaman.

Penggunaan air hujan telah menjadi praktik umum di banyak negara dalam upaya memenuhi kebutuhan akan pasokan air bersih. Hasil studi yang dilakukan di dua kota besar, yaitu Sylhet dan Chittagong, di Bangladesh menunjukkan bahwa potensi pemanenan air hujan sangat besar, dengan potensi penghematan mencapai sekitar 500-800 m³ air setiap tahunnya (Bashar dkk., 2018). Praktik pemanenan air hujan tidak hanya di kawasan permukiman, tetapi juga diterapkan dalam lingkungan pendidikan. Sebagai contoh, penelitian di Nanyang Technological University Campus di Singapura menunjukkan bahwa penggunaan air hujan dapat mengurangi penggunaan air bersih untuk keperluan toilet hingga sekitar 12,4% (Fitriana dkk., 2022). Penggunaan lainnya dapat dilihat pada kampus Shri Shivaji Vidya Prasarak (SSVP) Sanstha, Vidyanagari, Dhule, India, kompleks kampus tersebut menggunakan sistem pemanenan air hujan untuk memenuhi kebutuhan akan pasokan air bersih, sekaligus berkontribusi pada konservasi air tanah yang semakin menipis (Dwivedi dkk., 2013).

Penggunaan pemanenan air hujan sesuai untuk diterapkan di berbagai bangunan kompleks pendidikan seperti bangunan asrama pondok pesantren. Hal ini karena permasalahan yang dihadapi pondok pesantren yaitu kurangnya pasokan air bersih karena kebutuhan akan air bersih sangatlah tinggi dan digunakan untuk berbagai keperluan, seperti minum, mandi, mencuci, dan ibadah. Salah satu pesantren yang mengalami permasalahan air adalah Pesantren Darul Aitami yang berlokasi di Kecamatan Meureubo, Kabupaten Aceh Barat. Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan pada 20 Juli 2023 dengan pengurus asrama pesantren, bapak Muhib, sumber air bersih pesantren berasal dari sumur bor, namun belum dapat mencukupi kebutuhan para santri dan air cenderung keruh dan berwarna kuning. Dari permasalahan tadi maka perlunya dilakukan perencanaan pemanenan air hujan di pesantren Darul Aitami sebagai alternatif penyediaan air bersih bagi pesantren.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun Rumusan Masalah dalam perencanaan ini adalah:

1. Bagaimana potensi air hujan untuk dimanfaatkan dalam pemanenan air hujan untuk pondok pesantren Darul Aitami?

2. Bagaimana desain sistem pemanenan air hujan di pondok pesantren Darul Aitami?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas, maka tujuan yang akan dicapai dalam perencanaan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui potensi air hujan untuk dimanfaatkan dalam pemanenan air hujan di pondok pesantren Darul Aitami.
2. Untuk mendesain sistem pemanenan air hujan di pondok pesantren Darul Aitami.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan penelitian yang ingin dicapai, maka perencanaan ini diharapkan mempunyai manfaat baik secara langsung maupun tidak. Adapun manfaat perencanaan ini berikut:

1. Memberikan saran kepada pihak Pondok Pesantren Darul Aitami dalam upaya penyediaan air bersih dari air hujan, terutama selama musim kemarau.
2. Memanfaatkan sumber air hujan sebagai alternatif pasokan air bersih pada musim kemarau.

1.5 Batasan Penelitian

Agar penulisan proposal ini dapat terlaksana dengan baik dan fokus terhadap masalah serta tujuan perencanaan maka perencanaan perlu dibatasi. Adapun perencanaan ini hanya sebatas pada:

1. Wilayah studi yang akan direncanakan adalah pada asrama putra, putri, dan mushola di pondok pesantren Darul Aitami.
2. Aspek yang akan ditinjau pada perencanaan ini meliputi aspek teknis.
3. Standar yang digunakan dalam analisis kualitas air bersih adalah Permenkes Nomor 2 Tahun 2023
4. Parameter kualitas air yang digunakan menggunakan parameter fisik dan kimia yang mengacu pada Permenkes Nomor 2 Tahun 2023. Parameter fisik meliputi *Total Dissolved Solid* (TDS) dan Daya Hantar Listrik (DHL). Parameter kimia meliputi pH.

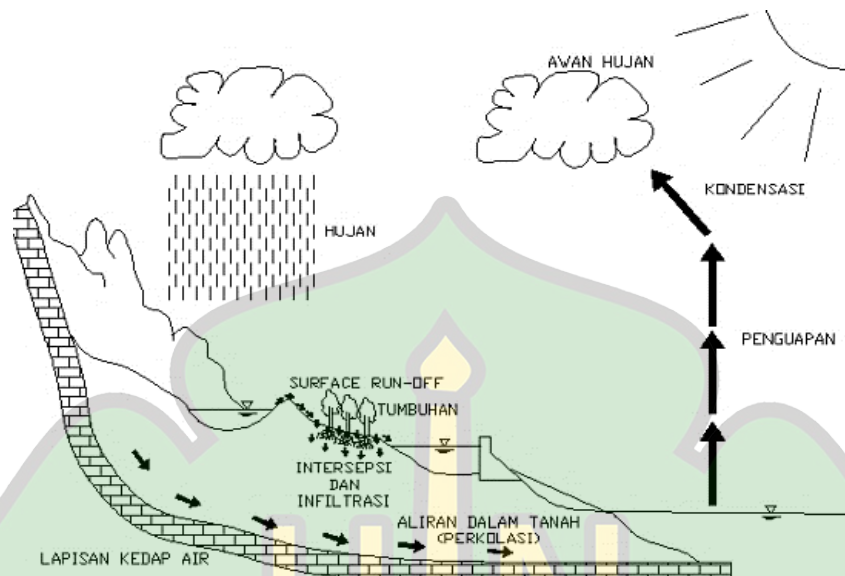
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Siklus Hidrologi

Air memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan manusia, digunakan untuk berbagai keperluan seperti memasak, mandi, mencuci, dan lainnya (Purnomo, 2022). Selain itu, manusia juga memanfaatkan air bersih dalam berbagai bidang seperti industri dan pertanian (Artiningrum dkk., 2020). Meskipun sering dianggap sebagai sumber daya alam yang tak terbatas, ketersediaan air sesungguhnya terbatas karena mengikuti siklus yang konstan. Pada dasarnya, jumlah air di permukaan bumi tidak pernah bertambah dan distribusinya tidak merata (Purnomo, 2022). Siklus hidrologi adalah fenomena di mana seluruh air di permukaan bumi mengalami proses perubahan, dimulai dari penguapan. Air yang menguap ke atmosfer berubah menjadi awan di langit, dan kemudian berubah menjadi bintik-bintik air. Bintik-bintik air ini akhirnya turun ke bumi sebagai hujan atau, dalam kondisi tertentu, butiran es yang kita kenal sebagai salju. Setelah hujan turun, air masuk ke dalam tanah melalui celah atau pori-pori tanah, mengikuti arah gerakan vertikal atau horizontal (Ismail, 2023).

Penguapan air (evapotranspirasi) dari berbagai sumber, seperti tanaman dan laut, adalah langkah pertama dalam proses hidrologi. Kondensasi yang dihasilkan dari uap air ini menciptakan awan. Proses presipitasi yaitu proses air jatuh sebagai hujan atau es dari atmosfer ke permukaan laut dan darat. Hujan ini mengalir ke sungai, memasuki laut, atau meresap ke tanah. Air hujan yang tidak segera meresap ke dalam tanah akan berkumpul di cekungan sebelum akhirnya mengalir di atas permukaan ke tempat yang lebih rendah, sebuah proses yang dikenal sebagai aliran permukaan (limpasan). Dalam proses yang dikenal sebagai *interflow*, sebagian air yang meresap ke dalam tanah akan mengalir keluar ke sungai. Sementara sebagian lainnya akan mengalir secara vertikal lebih dalam ke dalam tanah dan menjadi sumber air tanah (*groundwater*) (Marbun dkk., 2018).



Gambar 2.1 Siklus Hidrologi

Sumber: Triadmojo, (2008)

2.2 Air Hujan

Dalam siklus hidrologi, hujan adalah kejadian alam yang dipengaruhi oleh iklim. Menurut Franchitka (2020), hujan memainkan fungsi penting dalam kehidupan manusia. Badan Meteorologi Klimatologi Geofisika (BMKG) membagi jenis hujan menjadi tiga kategori berdasarkan jumlah curah hujan: hujan sedang, didefinisikan sebagai 20 hingga 50 mm per hari; hujan lebat, didefinisikan sebagai 50 hingga 100 mm per hari; dan hujan yang sangat deras, didefinisikan sebagai 100 milimeter atau lebih per hari (Silvia dan Safriani, 2018). Jumlah hujan yang turun selama jangka waktu tertentu selama hujan disebut sebagai intensitas curah hujan. Menurut intensitas, hujan biasanya dibagi menjadi lima, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Intensitas Air Hujan

No	Tingkatan	Intensitas (mm/menit)
1	Sangat Lemah	< 0,02
2	lemah	0,02 – 0,05
3	Sedang	0,05 – 0,25
4	Deras	0,25 - 1

5	Sangat Deras	>1
---	--------------	----

(Sumber: Silvia dan Safriani, 2018)

Hujan yang turun dengan tingkat curah hujan yang sangat rendah hingga normal (0,02 hingga 0,25 mm/menit) hujan ini memiliki tingkat limpasan yang tinggi mencegahnya mengisi kembali sumber air tanah dalam dan berpotensi menimbulkan banjir. Diperlukan sistem drainase alami maupun buatan yang baik untuk mampu mengatur laju limpasan permukaan yang terjadi jika hujan seperti ini tidak terkendali. Curah hujan dengan curah hujan yang kuat (0,25-1 mm/menit) memiliki tingkat limpasan permukaan yang tinggi, yang mencegahnya mengisi kembali sumber air tanah yang dalam. Air harus disimpan dalam badan air untuk memperlambat laju limpasan permukaan. Curah hujan yang sangat deras (>1 mm/menit) dan memiliki tingkat limpasan yang tinggi mencegah air jatuh dari yang digunakan untuk mengisi sumber air tanah yang dalam. Jika hujan jenis ini tidak dikendalikan, bisa mengakibatkan banjir. Sistem drainase dan *reservoir* alami dan buatan yang kuat diperlukan untuk mengatasi masalah ini agar dapat mengatur jumlah limpasan permukaan yang terjadi. (Silvia dan Safriani, 2018).

Menurut Arifin (2021), bahwa banyak praktik menggunakan air hujan untuk meningkatkan kesejahteraan keluarga, antara lain:

1. Menyediakan air bersih yang dibutuhkan sehingga tidak perlu membelinya sepanjang musim kemarau dan bulan-bulan tertentu di musim hujan, dapat menghemat uang.
2. Air hujan dapat diubah menjadi air aki yang menguntungkan dan dijual dengan menggunakan teknologi sederhana.
3. Air hujan dapat dimanfaatkan sebagai air minum dalam kemasan atau air hujan dalam kemasan yang dapat didistribusikan secara luas kepada masyarakat umum dengan penerapan teknologi khusus.

2.3 Pemanenan Air Hujan

Air hujan merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki peran penting dalam mendukung kelangsungan hidup makhluk. Sayangnya, seringkali kita mengalami pemborosan air hujan dalam kehidupan sehari-hari, air hujan seringkali hanya mengalir ke saluran drainase dan berakhir ke laut tanpa

dimanfaatkan secara optimal. Padahal, dengan pengelolaan yang baik, air hujan dapat memberikan banyak manfaat bagi kelangsungan hidup, terutama bagi manusia (Gunawan dan Ismail, 2020).

Pemanfaatan air hujan telah diatur dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 12 tahun 2009, yang mengusulkan tiga cara utama:

1. Pembuatan kolam pengumpul air hujan, seperti embung, kolam, situ, waduk, dan sejenisnya. Biasanya digunakan untuk wilayah yang lebih luas, seperti lahan pertanian dalam suatu Daerah Aliran Sungai (DAS).
2. Pembuatan sumur resapan, yaitu lubang yang digunakan untuk meresapkan air hujan ke dalam tanah atau lapisan batuan pembawa air.
3. Pembuatan lubang resapan biopori, yang merupakan lubang vertikal ke dalam tanah dengan kedalaman yang tidak melebihi muka air tanah.

Salah satu metode yang dapat digunakan untuk memanfaatkan air hujan adalah melalui pengumpulan air hujan. Ini melibatkan pengumpulan, penyimpanan, dan distribusi air hujan dari permukaan yang kedap air, seperti atap, untuk digunakan sesuai kebutuhan. Pengumpulan air hujan dapat dilakukan secara pasif dengan mengalirkan air hujan langsung ke dalam tanah atau secara aktif dengan menyimpannya dalam wadah penyimpanan. Air hujan yang terkumpul biasanya mengalir dari permukaan atap melalui sistem pengaliran air, seperti talang air, menuju berbagai jenis tangki penyimpanan melalui saluran pengaliran (Marni, 2019).

Pemanenan air hujan adalah cara efektif untuk mengumpulkan dan menyimpan air hujan yang jatuh pada atap rumah atau bangunan selama hujan. Ini dapat mengurangi volume air hujan yang mengalir dan membantu mengisi kembali air tanah, terutama di lingkungan perkotaan (Wijayanti dkk., 2023). Pendekatan ini dikenal sebagai *Rainwater Harvesting* (RWH) atau Pemanenan Air Hujan (PAH). Sistem PAH yang sederhana melibatkan sistem pengaliran air hujan, seperti saluran pengumpul atau pipa, yang mengarahkan air hujan dari atap ke tangki penyimpanan. Selanjutnya, air dapat diolah melalui alat filtrasi dengan dua tahap filtrasi (Prihadi dkk., 2019). Manfaat dari PAH termasuk pengurangan

kekeringan dengan mengumpulkan dan menyimpan air hujan, serta memberikan alternatif sumber air bersih (Fitri dkk., 2022).

Menurut Fathi (2018), pemanenan air hujan memiliki beberapa manfaat antara lain:

1. Airnya gratis, satu-satunya biaya adalah biaya pengumpulan dan penggunaan.
2. Penggunaan akhir dari air yang dipanen terletak dekat dengan sumbernya, menghilangkan kebutuhan akan sistem distribusi yang rumit dan mahal.
3. Air hujan menyediakan sumber air ketika air tanah tidak tersedia.
4. Air hujan bebas sodium.
5. Air hujan lebih unggul untuk irigasi lanskap.
6. Pemanenan air hujan mengurangi aliran ke saluran air dan juga mengurangi polusi sumber *nonpoint* dengan mengurangi banjir, erosi dan kontaminasi air permukaan dengan sedimen, pupuk dan pestisida dalam limpasan curah hujan.
7. Pemanenan air hujan menghemat uang dengan mengurangi tagihan konsumen.

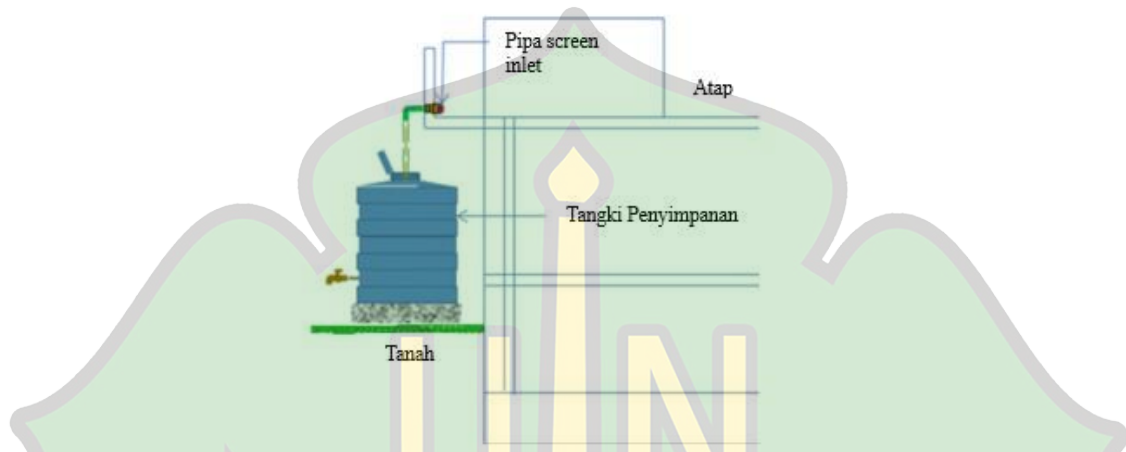
2.3.1 Metode Pemanenan Air Hujan

Sistem pemanenan air hujan, jika dilihat dari caranya, dapat dibagi menjadi dua kategori. Pertama adalah dengan mengumpulkan air hujan dari permukaan atap bangunan, sementara yang kedua adalah dengan mengumpulkan air hujan langsung dari permukaan tanah. (Anantika dkk., 2019). Menurut Haq (2017), pemanenan air hujan di gedung-gedung dapat dilakukan dengan cara yang sangat sederhana, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.2, dengan menggunakan teknologi yang sangat sederhana. Bisa juga dikembangkan dengan cara lain menggunakan berbagai teknologi canggih dan otomatis di hampir semua komponen pemanenan air hujan tergantung pada permintaan dan keinginan pengguna bangunan. Berbagai cara mengembangkan sistem pemanenan air hujan di gedung dengan menggabungkan berbagai komponen penting dan opsional dari sistem pemanenan, antara lain:

1. Sistem penggunaan langsung

Dalam metode ini, air hujan dikumpulkan langsung dari daerah tangkapan dan selanjutnya digunakan. Pertama, pembilasan air hujan dapat dilakukan atau dihindari tergantung pada tujuan penggunaan air hujan. Sistem ini adalah bentuk

pemanenan air hujan yang paling sederhana. Sistem ini, hanya memerlukan daerah tangkapan air dan tangki penyimpanan. Tangkapan harus dijaga kebersihannya, dan tangki penyimpanan harus dirawat secara teratur. Sistem penggunaan langsung dapat dilihat pada Gambar 2.2.

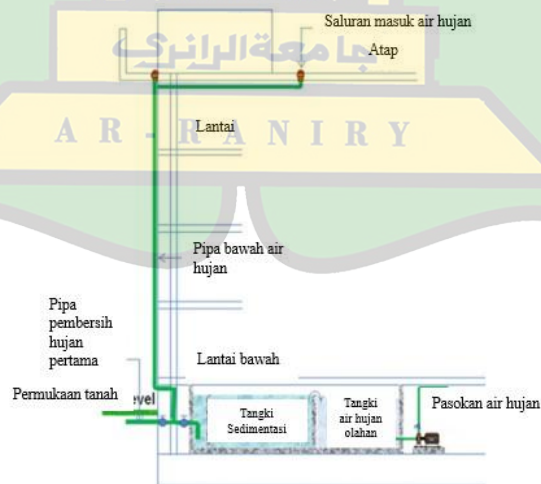


Gambar 2.2 Sistem Pemanenan Hujan Penggunaan Langsung

Sumber: Haq, (2017)

2. Sistem tanpa filter

Sedimentasi digunakan dalam sistem ini pada tangki penyimpanan dengan memasukkan unsur yang diperlukan untuk pengendapan partikel tersuspensi yang ada dalam air hujan. Tangki penyimpanan dirancang untuk memiliki dua fungsi yaitu pengendapan dan penyimpanan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.3.

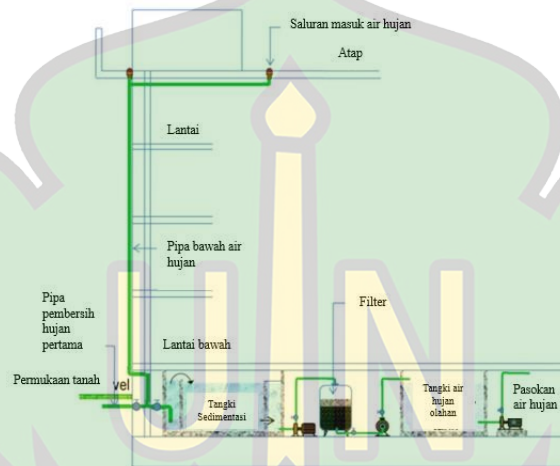


Gambar 2.3 Sistem Pemanenan Air Hujan Tanpa Filter

Sumber: Haq, (2017)

3. Sistem yang dengan filter

Sistem ini menggunakan filtrasi yang dipasang setelah tangki sedimentasi. Tangki tambahan, seperti yang ditunjukkan Gambar 2.4 diperlukan untuk mengumpulkan air hujan yang disaring air hujan untuk disuplai ke berbagai lokasi di gedung-gedung yang membutuhkan air hujan.



Gambar 2.4 Sistem Pemanenan Air Hujan Dengan Filter

Sumber: Haq, (2017)

4. Sistem lengkap

Dalam metode ini, semua sistem pemanenan air hujan digabungkan. Sistem ini menggunakan disinfeksi. Sistem lengkap harus dikembangkan untuk dapat mengkonsumsi air hujan sebagai air minum.

2.3.2 Komponen Pemanenan Air Hujan

Secara umum, pemanenan air hujan (PAH) didefinisikan sebagai kegiatan mengumpulkan dan menyimpan air hujan untuk digunakan kembali dalam kegiatan sehari-hari dan untuk tujuan konservasi air tanah. Dalam kajian ini, PAH dimaksudkan sebagai sumber alternatif untuk pemenuhan kebutuhan air domestik yang tidak dapat diminum. PAH untuk perumahan, perkantoran, sekolah, dan permukiman lainnya dikenal dengan *Rooftop Rainwater Harvesting* (RRWH). Hal ini dikarenakan air hujan ditangkap terlebih dahulu di atap bangunan sebelum

ditampung di reservoir. Menurut Susilo (2018), sistem RWH sederhana terdiri dari beberapa komponen :

1. Atap untuk menampung air hujan
2. Talang untuk menampung air hujan
3. Talang filter untuk menyaring air dari talang
4. Pipa masuk untuk mengalirkan air dari talang
5. Tangki untuk menyimpan air dari pipa saluran masuk
6. Pompa untuk mengeluarkan air dari tangki
7. Filter saluran keluar untuk menyaring air dari tangki
8. Pipa saluran keluar untuk mengalirkan air dari tangki.

Sistem Pemanenan Air Hujan (PAH) biasanya terdiri dari beberapa komponen, termasuk area pengumpulan air hujan, sistem pengaliran air hujan, tangki penyimpanan, saluran pembuangan air dari atap pertama, serta pompa jika diperlukan.

1. Area Penangkapan Air Hujan

Daerah tangkapan air dari sistem pemanenan air adalah permukaan, yang menerima curah hujan secara langsung dan memberikan pasokan air ke sistem. Area ini dapat berupa area beraspal seperti teras atau halaman bangunan, atau area tidak beraspal seperti halaman rumput atau tanah terbuka. Air hujan yang dipanen dari permukaan tangkapan air di sepanjang tanah, hanya boleh digunakan untuk penggunaan seperti penyiraman rumput dan bukan untuk dikonsumsi karena rentan terhadap kontaminasi. Penggunaan di rumah, air hujan yang dipanen dari atap lebih aman untuk keperluan minum daripada air panen limpasan.

Air hujan dapat dikumpulkan dari segala jenis atap. Atap ubin atau logam lebih mudah digunakan, dan menghasilkan air yang bersih. Satu-satunya jenis atap umum yang tidak dapat digunakan, terutama untuk menampung air untuk minum, adalah atap dari bahan timah, atau dicat dengan cat berbasis timah.

2. Sistem Pengaliran Air Hujan

Saluran pengaliran adalah saluran pipa atau saluran air yang membawa air hujan dari daerah tangkapan air atau atap ke sistem panen. Saluran dapat dari bahan apa pun seperti *Poly Vinyl Chloride* (PVC), asbes atau Besi Galvanis (GI);

bahan yang umum tersedia. Saluran harus berada di tepi atap miring untuk mengumpulkan dan mengangkut air hujan ke tangki penyimpanan. Talang dapat berupa setengah lingkaran atau persegi panjang dan dapat dibuat menggunakan bahan yang tersedia. Talang setengah lingkaran dari bahan PVC yang dengan mudah didapatkan dengan memotong pipa menjadi dua saluran setengah lingkaran yang sama.

3. Bak Penampung

Menurut Fajar dkk (2021), penempatan tangki air hujan membaginya menjadi dua kategori, yaitu:

1. Tangki di atas tanah memiliki keuntungan lebih murah, lebih mudah dirawat, dan terlihat jika ada kerusakan. Tangki seperti ini sering digunakan untuk menyimpan air di Indoensia. Kekurangan tangki di atas tanah adalah dibutuhkan ruang yang seharusnya dapat digunakan untuk bangunan lain.
2. Jika dibandingkan dengan tangki di atas tanah, tangki bawah tanah tidak membutuhkan banyak area. Selain itu, karena suhu bawah permukaan seringkali lebih rendah, lebih sedikit air yang menguap, sehingga mengurangi kehilangan penguapan. Namun, tangki bawah tanah cenderung lebih mahal dan sulit untuk dirawat dan diperbaiki apabila ada kerusakan.

2.4 Analisis Frekuensi Curah Hujan

Analisis frekuensi digunakan untuk menentukan curah hujan rancangan dalam berbagai periode ulang dengan membandingkan distribusi hujan secara teoritis dengan distribusi hujan yang ditemukan dalam data sebenarnya (Sofia dan Nursila, 2019). Dalam proses analisis frekuensi untuk mendapatkan nilai curah hujan rencana atau debit rencana, terdapat beberapa distribusi probabilitas yang digunakan. Beberapa distribusi probabilitas kontinu yang umum digunakan dalam analisis ini meliputi: Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson Type III.

Curah hujan rencana metode Gumbel dapat diperoleh secara statistik dengan rumus berikut:

$$X = \bar{X} + S \times K \quad (2.1)$$

Keterangan rumus:

X = Hujan rencana atau debit dengan periode ulang T

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata dari data hujan (X)

S = Standar deviasi dari data curah hujan (X)

K = Faktor frekuensi Gumbel

$$= \frac{Y_t.Y_n}{S_n} \quad (2.2)$$

a. Distribusi Normal dan Log Normal

Sebaran normal mempunyai koefisien asimetris (C_s) = 0, sedangkan log normal mempunyai nilai asimetris $C_s = 3C_v + 3C_v^3$, dimana nilai C_v adalah koefisien variasi.

$$X = \bar{X} + K \times S \quad (2.3)$$

Keterangan rumus:

X = Hujan rencana atau debit dengan periode ulang T

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata dari data hujan (X)

S = Standar deviasi dari data curah hujan (X)

K = Faktor frekuensi, nilainya bergantung dari T

b. Distribusi Log Pearson III

Pearson telah mengembangkan serangkaian fungsi probabilitas yang dapat dipakai untuk hampir semua distribusi probabilitas empiris. Persamaan umum dari sebaran log Pearson III adalah sebagai berikut:

$$\text{Log } X = \text{Log } \bar{X} + K \times S \log X \quad (2.4)$$

Keterangan rumus:

Log X = Nilai logaritmis hujan rencana atau debit dengan periode ulang T

Log $\bar{X}$ = Nilai rata-rata dari Log X

$$= \frac{\sum \log x}{n} \quad (2.5)$$

S log X = Standar deviasi dari log X

$$= \frac{\sum (\log X - \log \bar{X})^2}{n} \quad (2.6)$$

K = Variabel standar, besarnya bergantung koefisien kepengcengan

Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing jenis distribusi seperti pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Persyaratan statistik suatu distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
2	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
3	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6 C_v^6 + 15 C_v^4 + 16 C_v^2 + 3$
4	Log Pearson III	Selain dari nilai diatas

Keterangan Tabel

$$a) \text{ Koefesien Kepencengan } (C_s) = \frac{\sum((X_i - \bar{X}))^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} \quad (2.7)$$

$$b) \text{ Koefesien Kurtosis } (C_k) = \frac{\sum((X_i - \bar{X}))^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4} \quad (2.8)$$

$$c) \bar{X} = \text{nilai rata-rata dari } X = \frac{\sum X_i}{n} \quad (2.9)$$

$$d) \text{ Standar Deviasi } (S) = \sqrt{\frac{\sum((X_i - \bar{X}))^2}{n-1}} \quad (2.10)$$

2.5 Uji Distribusi Probabilitas

a. Metode Chi-Kuadrat (χ^2)

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan Metode Uji Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum \frac{(Of - Ef)^2}{Ef} \quad (2.11)$$

Keterangan rumus:

χ^2 = Parameter Chi-Kuadrat terhitung

Ef = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

Of = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama

n = Jumlah sub kelompok

Selanjutnya distribusi probabilitas yang dipakai untuk menentukan curah hujan rencana adalah distribusi probabilitas yang mempunyai simpangan maksimum terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis, atau dirumuskan sebagai berikut:

$$\chi^2 < \chi^2_{cr} \quad (2.12)$$

Keterangan rumus:

χ^2 = Parameter Chi-Kuadrat terhitung

χ^2_{cr} = Parameter Chi-kuadrat kritis

Prosedur perhitungan dengan menggunakan Metode Uji Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut:

1. Urutkan data dari terbesar ke kecil atau sebaliknya.

2. Menghitung derajat kebebasan (Dk) dan χ^2_{cr}

3. Menghitung kelas distribusi

4. Menghitung interval kelas

5. Perhitungan χ^2_{cr}

6. Bandingkan nilai χ^2 terhadap χ^2_{cr}

b. Metode Smirnov-Kolmogorov

Pengujian distribusi dengan Metode Smirnov-Kolmogorov dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

1. Urutkan data X dari besar ke kecil atau sebaliknya

2. Tentukan peluang empiris masing-masing data yang sudah diurutkan tersebut P(X) dengan rumus tertentu, rumus Weibull misalnya.

$$P(X) = \frac{n+1}{i} \quad (2.13)$$

Keterangan rumus:

n = Jumlah data

i = Nomor urut data (setelah diurutkan dari besar ke kecil atau sebaliknya)

3. Tentukan peluang teoritis masing-masing data yang sudah diurutkan tersebut P'(X) berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih (Gumbel, Normal, dan sebagainya).

4. Hitunglah selisih (ΔP) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data yang sudah diurutkan:

$$\Delta P = P(X) - P'(X) \quad (2.14)$$

5. Tentukan apakah $\Delta P < \Delta P$ kritis, jika “tidak” artinya Distribusi Probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.

2.6 Intensitas Hujan

Intensitas curah hujan merujuk pada jumlah curah hujan yang diukur dalam tinggi hujan atau volume hujan per unit waktu, yang terjadi selama satu periode tertentu ketika hujan terjadi secara konsisten. Pembuatan Kurva Intensitas Durasi dan Frekuensi (IDF) dapat dilakukan dengan menganalisis data curah hujan otomatis, seperti durasi hujan dalam menit atau jam. Intensitas hujan, yang diukur dalam milimeter per jam (mm/jam), dapat dihitung berdasarkan data empiris curah hujan harian (dalam milimeter) menggunakan metode Mononobe. Intensitas curah hujan (I) dalam rumus Rasional dapat dihitung dengan menggunakan rumus yang sesuai. (Saragi dkk., 2022):

$$I = \frac{R_{24}}{24} \times \left(\frac{24}{tc} \right)^{2/3} \quad (2.15)$$

Keterangan rumus:

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

t = Durasi curah hujan (jam)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

2.7 Kuantitas Air Hujan pada Sistem Pemanenan Air Hujan (PAH)

Metode sederhana yang bisa digunakan untuk menghitung volume air hujan yang dibutuhkan adalah menggunakan curah hujan tahunan dikalikan dengan luasan tangkapan air hujan, seperti rumus di bawah ini:

$$V = I \times A_{\text{atap}} \quad (2.16)$$

Keterangan rumus:

V = Total air hujan yang ditangkap (m^3)

I = Tinggi curah hujan tahunan (mm)

A = Luas atap sebagai bidang penangkap (m^2).

Efisiensi dalam menangkap air hujan ditentukan oleh koefisien tangkapan air hujan, yang mencerminkan persentase air hujan yang berhasil diambil dari sistem pemanenan air hujan dengan mempertimbangkan kerugian air. Koefisien ini sangat tergantung pada desain sistem pemanenan air hujan dan cara air hujan tersebut digunakan untuk memenuhi kebutuhan air. Untuk kebutuhan dalam

ruangan, efisiensi biasanya berada dalam kisaran 75 hingga 90%, sementara untuk kebutuhan luar ruangan, efisiensi dapat mencapai sekitar 50%.

Dalam menghitung berapa banyak curah hujan yang dapat ditampung, kita memerlukan informasi tentang luas atap bangunan serta data curah hujan yang diperoleh dari Stasiun BMKG. Menurut Maryono (2016), jumlah air hujan yang dapat dikumpulkan dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\Sigma Q = a \times R \times A \quad (2.17)$$

Keterangan rumus:

ΣQ = Jumlah air yang dapat dipanen (m^3 /hari)

a = Koefisien *Runoff* (0,8)

R = Curah Hujan Harian (mm)

A = Luas Atap Bangunan (m^2)

Kebutuhan air total yang digunakan sebagai acuan dalam menentukan kebutuhan air per tahun. Rumus untuk mengetahui jumlah tersebut dengan persamaan:

Kebutuhan Air = Rata-rata konsumsi air per orang $\times$ Jumlah Penghuni $\times$ 365 Hari.

2.8 Kualitas Air Hujan pada Sistem Pemanenan Air Hujan (PAH)

Setelah menghitung volume hujan, langkah selanjutnya adalah memeriksa kualitas air. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa kualitas udara sesuai dengan peraturan dan standar yang berlaku yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 2 Tahun 2023. Peraturan tersebut menetapkan standar kualitas udara yang relevan untuk menjaga kesehatan dan lingkungan. Standar kualitas ini biasanya digunakan di lingkungan higienis seperti mandi, menyikat gigi, mencuci makanan, membersihkan piring dan pakaian.

Parameter yang digunakan untuk mengukur kualitas udara dalam konteks kesehatan lingkungan meliputi parameter fisik, biologi dan kimia. Parameter ini dapat dibagi menjadi dua kategori, yaitu parameter wajib dan parameter tambahan. Lihat Tabel 2.3 untuk detail tentang parameter ini.

Tabel 2.3 Parameter Air untuk Keperluan Higine dan Sanitasi

No	Jenis Parameter	Kadar maksimum yang diperbolehkan	Satuan
Mikrobiologi			
1	<i>Escherichia coli</i>	0	CFU/1000ml
2	<i>Total Coliform</i>	0	CFU/1000ml
Fisik			
3	Suhu	Suhu udara ± 3	
4	Total Dissolve Solid	<300	mg/L
5	Kekeruhan	<3	NTU
6	Warna	10	TCU
7	Bau	Tidak berbau	
Kimia			
8	pH	6,5 – 8,5	-
9	Nitrat (sebagai NO^3) (terlarut)	20	mg/L
10	Nitrit (sebagai NO^2) (terlarut)	3	mg/L
11	Kromonium valensi 6 (Cr^{6+}) (terlarut)	0,01	mg/L
12	Besi (Fe) (terlarut)	0,2	mg/L
13	Mangan (Mn) (terlarut)	0,1	mg/L

(Sumber: Permenkes, 2023)

2.9 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.4 Penelitian terdahulu

NO	Nama pengarang dan Judul	Metode	Hasil
1	KP Miu dkk., 2022 Perencanaan Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Penyediaan Kebutuhan Air Bersih (Studi Kasus Desa Pelehu Kec. Bilato Kab. Gorontalo)	Kebutuhan air penduduk dihitung berdasarkan proyeksi pertumbuhan penduduk dari tahun 2021 sampai dengan tahun 2025. Intensitas curah hujan dianalisis dengan distribusi Normal, Log-Normal, Log Pearson III, dan Gumbel, sedangkan metode yang digunakan untuk menganalisis intensitas curah hujan adalah Mononobe. Debit air dihitung dengan metode rasional sebesar 0,8420 m ³ /detik≈824,027 liter/detik.	Potensi air hujan di desa tersebut adalah 2966,4975 m ³ /jam ≈2.966.498 liter/jam. Karakteristik air hujan telah memenuhi baku mutu untuk parameter Kimia, Fisika, dan Bakteriologi berdasarkan Permenkes No. 32 Tahun 2017. Rencana anggaran instalasi pemanenan air hujan sebesar Rp. 6.219.000 (Enam Juta Dua Ratus Sembilan Belas Ribu Rupiah).
2	Nailah dan Masduqi, 2018 Perencanaan <i>Rainwater Harvesting</i> Dan Pengolahan Air Limbah Di Pondok Pesantren Mambaul Ulum Bata-Bata Pamekasan	Proses perencanaan ini dimulai dengan melakukan studi literatur sebagai langkah awal. Kemudian, dilanjutkan dengan pengumpulan data, baik yang bersifat primer maupun sekunder. Data yang telah terkumpul kemudian diolah dan dianalisis guna mendukung perencanaan mengenai pemanenan air hujan dan pengolahan air limbah. Proses perencanaan ini dibagi menjadi dua blok utama, yaitu untuk pondok putra dan	Di pondok putri, perencanaan untuk pemanenan air hujan menghasilkan kapasitas sebesar 347,76 m ³ , sementara di pondok putra kapasitasnya sebesar 469,52 m ³ . Selain itu, dalam hal pengolahan limbah, metode yang akan digunakan adalah <i>Anaerobic Baffled Reactor</i> (ABR) di pondok putri dengan 4 kompartemen dan dimensi total 21,2 x 4,3 x 4,3 m. Di sisi lain, di pondok putra, direncanakan penggunaan ABR dengan 3 kompartemen dan dimensi total 23,43 x 4,3 x

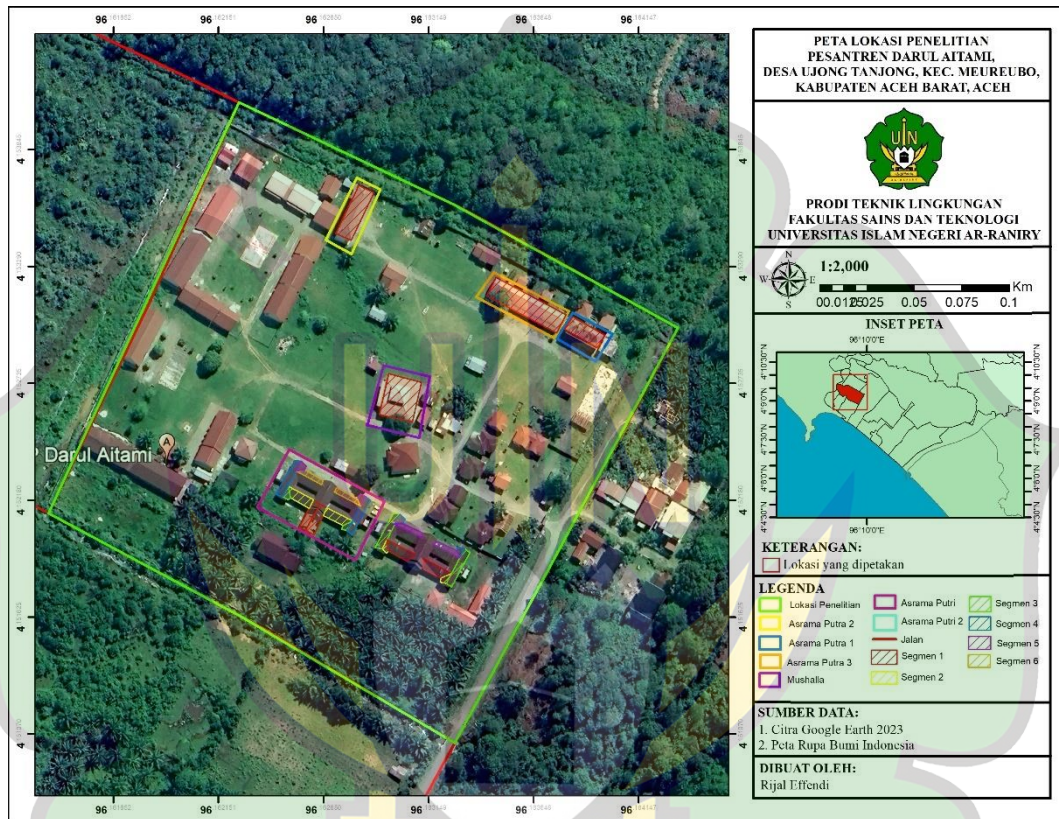
NO	Nama pengarang dan Judul	Metode	Hasil
		pondok putri.	3,8 m.
3	Rika Sylviana dan Dede Hendriyana, 2018 Perencanaan Teknis Pemanenan Air Hujan Terintegrasi Dengan Sumur Resapan	Salah satu cara untuk mencegah bencana tersebut adalah dengan menggabungkan teknologi pemanenan air hujan dengan sistem sumur resapan. Data yang diperlukan untuk proyek ini diperoleh melalui survei lapangan ke lokasi yang relevan dan berkoordinasi dengan instansi terkait. Selanjutnya, dilakukan perencanaan teknis atau desain bangunan yang mencakup elemen-elemen seperti penampungan atau perangkat air hujan (harvest rain) dan sistem peresapan air hujan ke dalam sumur resapan yang akan diterapkan pada bangunan-bangunan pemerintah dan pendidikan.	Luas atap antara 101 hingga 1000 m ² , kapasitas penampungan air hujan adalah 6,5 m ³ per hari. Untuk luas atap antara 1001 hingga 2000 m ² , kapasitas penampungan adalah 13 m ³ per hari. Sedangkan untuk luas atap yang lebih besar, yaitu antara ≥ 2500 hingga 3000 m ² , kapasitas penampungan air hujan adalah 19,5 m ³ per hari. Kewajiban untuk menyediakan sumur resapan di setiap bangunan kantor kecamatan/kelurahan adalah sebanyak 20 unit sumur resapan dengan kapasitas 1 m ³ jika luas atapnya mencapai 500 m ² . Sementara itu, untuk bangunan fasilitas pendidikan yang rata-rata memiliki luas atap sekitar 1500 m ² , kewajiban adalah menyediakan 60 unit sumur resapan dengan kapasitas 1 m ³ .
4	Quaresvita, 2016 Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih (Studi Kasus Asrama ITS)	Dalam perencanaan pemanfaatan air hujan di Asrama ITS, mempertimbangkan baik kualitas maupun kuantitas air hujan yang tersedia. Sampel air hujan diambil dari aliran yang jatuh dari atap asrama, dan kemudian sampel air hujan ini dianalisis di	Kualitas air hujan menunjukkan nilai pH sebesar 6,75, kadar kesadahan sebesar 35,71 mg/L, dan Total Dissolved Solid (TDS) sebesar 336 mg/L. Menurut PERMENKES No 492 Tahun 2010, nilai-nilai ini menunjukkan bahwa air hujan layak digunakan sebagai air bersih. Selama musim

NO	Nama pengarang dan Judul	Metode	Hasil
		laboratorium. Untuk menghitung berapa banyak air hujan yang dapat dikumpulkan dari atap bangunan asrama, dengan memperhatikan curah hujan rata-rata yang terjadi. Selanjutnya membandingkan kebutuhan akan air bersih untuk semua penghuni asrama dengan jumlah air yang dapat dikumpulkan dari atap bangunan tersebut. Selisih dari perhitungan ini digunakan untuk menentukan volume air yang dapat dikumpulkan.	hujan, air hujan yang terkumpul dapat menjadi alternatif untuk pasokan air bersih bagi penghuni asrama. Hasil dari analisis dalam perencanaan ini menunjukkan bahwa dengan sistem ini, dapat dilakukan penghematan biaya air bersih hingga Rp 17.000.000,00 selama musim hujan.
5	Fajar dkk, 2021 Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih Gedung Asrama TB 4 ITERA	Metode analisis hidrologi bertujuan untuk menentukan jumlah air hujan yang dapat dikumpulkan melalui atap Asrama TB 4 ITERA. Data curah hujan yang digunakan dalam perencanaan ini berasal dari BMKG Radin Inten Lampung Selatan. Untuk menghitung curah hujan, kita menggunakan distribusi log pearson tipe III yang terpilih, sementara untuk menghitung intensitas hujan, metode yang digunakan I adalah metode mononobe dengan nilai PUH selama 5 tahun selama 2 jam sebesar 24,78 mm.hari	Berdasarkan curah hujan tersebut, kami menentukan dimensi talang, pipa tegak, pipa datar, dan pipa pencucian atap dengan ukuran sebesar 5 inci. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas penampungan air hujan adalah sebesar 10.100 liter per hari. Biaya yang diperlukan untuk perencanaan pemanenan air hujan di Asrama TB 4 ITERA ini sebesar Rp. 65.532.800,00.

BAB III

METODOLOGI PERENCANAAN

3.1 Lokasi dan Waktu Perencanaan



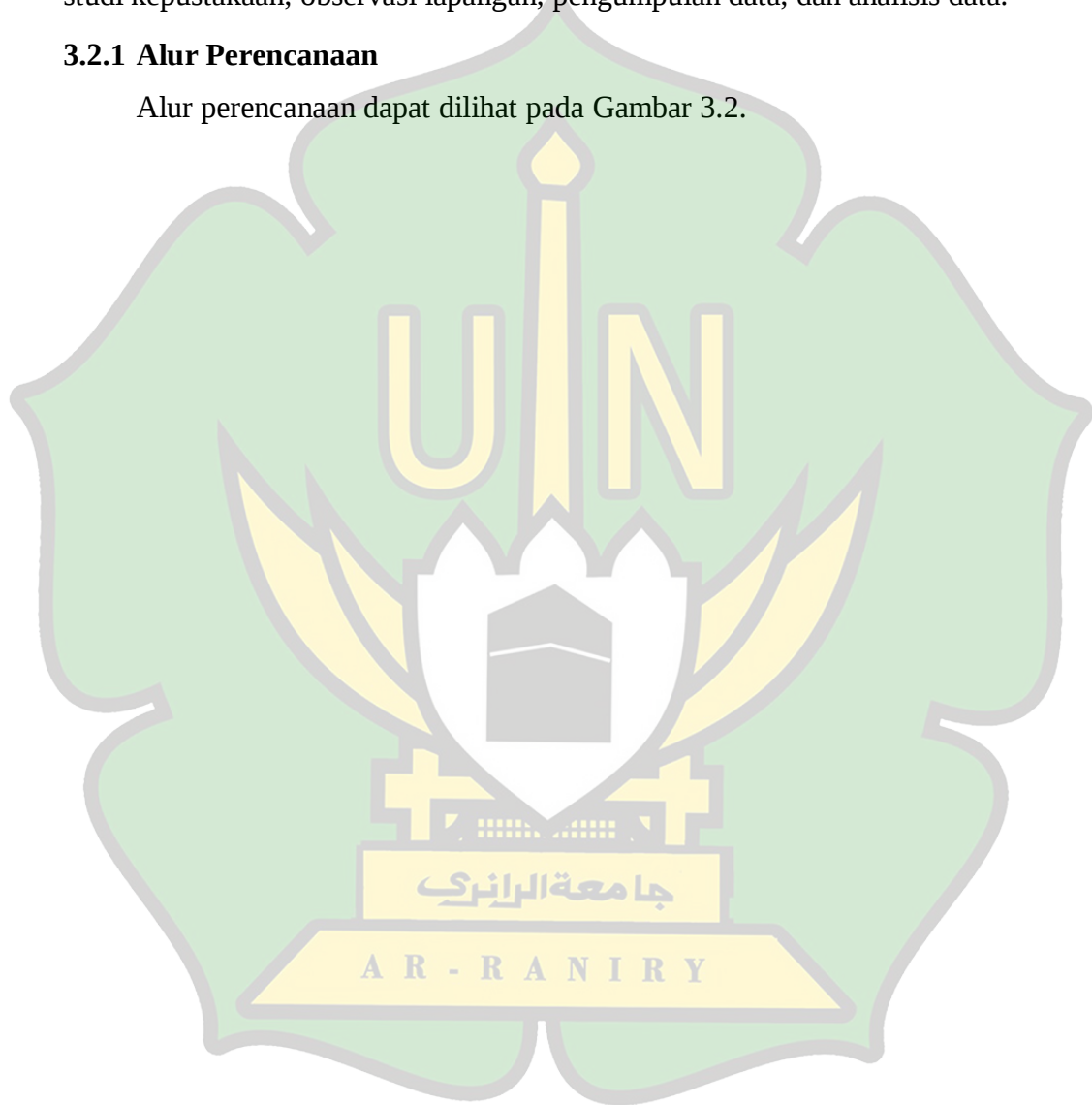
Perencanaan ini akan dilaksanakan di pesantren Darul Aitami yang terletak di Jalan Perjuangan Nomor 01 Dusun Geuchik Dolah, Gampong Ujong Tanjong, Kecamatan Meureubo, Kabupaten Aceh Barat. Curah hujan di Kabupaten Aceh Barat yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi BMKG Cut Nyak Dhien menggambarkan bahwa curah hujan rata-rata tahunan mencapai 3.372 mm (Badan Pusat Statistik, 2020). Peta lokasi perencanaan dapat dilihat pada Gambar 3.1.

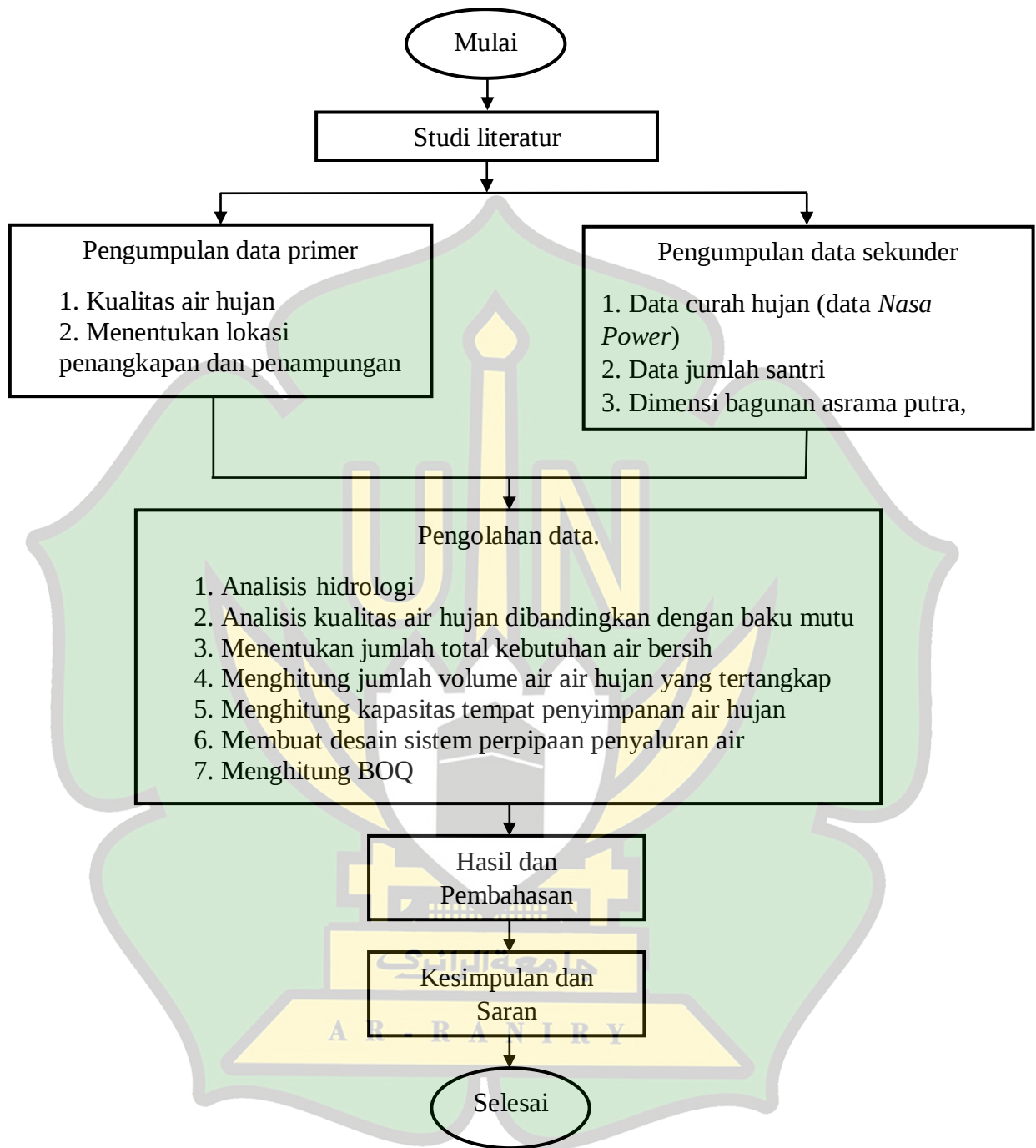
3.2 Kerangka Perencanaan

Kerangka perencanaan merincikan tahapan yang harus dilalui dalam proses perencanaan dengan tujuan mempermudah penyusunan perencanaan dan pembuatan laporan tugas akhir. Langkah dalam kerangka perencanaan mencakup studi kepustakaan, observasi lapangan, pengumpulan data, dan analisis data.

3.2.1 Alur Perencanaan

Alur perencanaan dapat dilihat pada Gambar 3.2.





Gambar 3.2 Bagan Alir Perencanaan

3.2.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan teori-teori yang akan menjadi dasar dalam proses perencanaan. Literatur yang dijadikan rujukan dalam perencanaan ini mencakup jurnal penelitian serta buku-buku. Beberapa aspek yang akan dipelajari dari literatur tersebut meliputi:

1. Analisis hidrologi.
2. Sistem dan metode pemanenan air hujan.
3. Perhitungan volume tangki penampungan air hujan.

3.2.3 Studi Lapangan

Tahapan ini dilakukan untuk mengevaluasi kondisi terkini di lokasi perencanaan. Studi lapangan meliputi kunjungan langsung ke lokasi serta wawancara dengan pihak yang bertanggung jawab di Pondok Pesantren Darul Aitami. Data yang akan dikumpulkan melalui observasi lapangan antara lain:

1. Kondisi sistem perpipaan atau talang air bersih di bangunan asrama.
2. Informasi mengenai sumber air bersih yang digunakan oleh Pesantren Darul Aitami.
3. Data tentang jumlah dan karakteristik penghuni asrama di Pesantren Darul Aitami.
4. Area yang dapat digunakan untuk menampung air hujan.

3.2.4 Pengumpulan Data

Data-data yang harus dikumpulkan sebagai berikut:

1. Data Sekunder yang diperlukan dalam kegiatan perencanaan, antara lain:
 - a. Data curah hujan dari tahun 2013 hingga 2022 yang diperoleh dari Analisis curah hujan dilakukan dengan membandingkan jumlah curah hujan yang tercatat di data online BMKG Stasiun Cut Nyak Dhien dengan curah hujan yang disediakan oleh NASA Power. Data curah hujan dari NASA Power diperoleh pada <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>. Dua data akan dibandingkan dengan menghitung nilai korelasi dan *plotting* dengan *Ms Excel* didapatkan data yang disediakan NASA Power dapat digunakan sebagai alternatif data hujan yang tidak

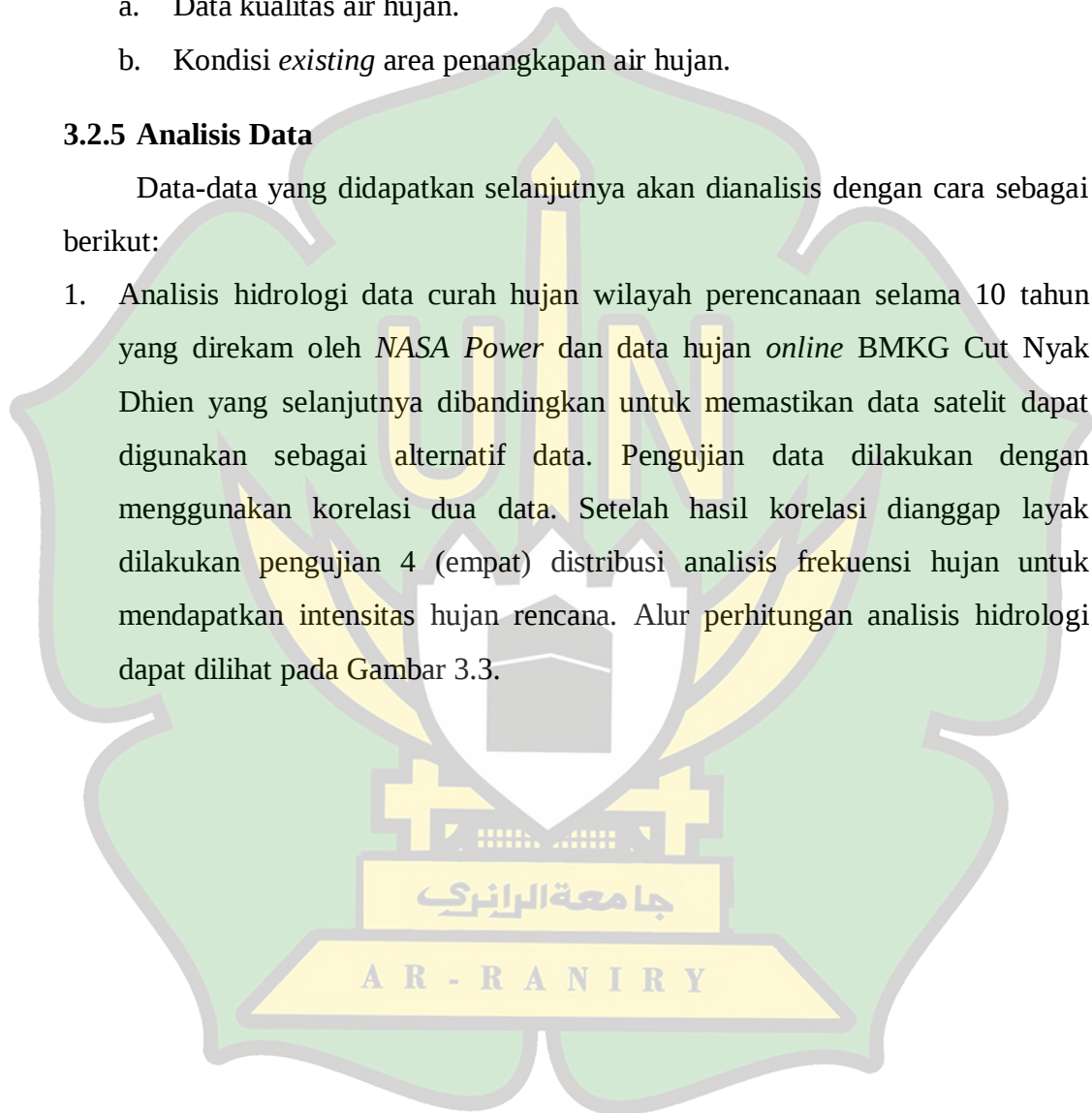
tersedia. Hasil *Plotting* dua data dapat dilihat pada Lampiran D.

- b. Data jumlah santri Darul Aitami.
 - c. Data dimensi asrama putra, putri, dan mushola Pesantren Darul Aitami.
2. Data-data primer yang harus dikumpulkan adalah sebagai berikut:
 - a. Data kualitas air hujan.
 - b. Kondisi *existing* area penangkapan air hujan.

3.2.5 Analisis Data

Data-data yang didapatkan selanjutnya akan dianalisis dengan cara sebagai berikut:

1. Analisis hidrologi data curah hujan wilayah perencanaan selama 10 tahun yang direkam oleh *NASA Power* dan data hujan *online* BMKG Cut Nyak Dhien yang selanjutnya dibandingkan untuk memastikan data satelit dapat digunakan sebagai alternatif data. Pengujian data dilakukan dengan menggunakan korelasi dua data. Setelah hasil korelasi dianggap layak dilakukan pengujian 4 (empat) distribusi analisis frekuensi hujan untuk mendapatkan intensitas hujan rencana. Alur perhitungan analisis hidrologi dapat dilihat pada Gambar 3.3.





Gambar 3.3 Bagan alir analisis hidrologi

2. Analisis kualitas air hujan, parameter air bersih yang dianalisis meliputi pH, DHL dan TDS. Pengambilan sampel dilakukan dengan *grab sampling*. Wadah penampungan berupa botol mineral 1,5 L dilengkapi dengan penyangga untuk menangkap hujan dan diletakkan tepat di bawah jatuhnya air hujan yang berasal dari atap. Alat untuk mengukur parameter multiparameter.
3. Menghitung total kebutuhan air bersih dengan merujuk pada pedoman Peraturan Dirjen Cipta Karya Pekerjaan Umum (1996) yang mengatur Standar Pemakaian Air untuk Kebutuhan Domestik, serta data mengenai jumlah penghuni asrama dan kebutuhan air bersih per individu per hari yang sesuai dengan standar SNI 03-7065-2005.

4. Perhitungan kapasitas tempat penyimpanan air hujan dilakukan berdasarkan data debit curah hujan dan kebutuhan air bersih. Dengan informasi ini, kami dapat merencanakan kapasitas tempat penyimpanan air hujan yang sesuai. Kami menggunakan persamaan berikut untuk menghitung ukuran tangki penyimpanan, sebagaimana yang dijelaskan oleh Fajar dkk. (2021):

$$(S) \text{ Suplai air} = \frac{C \times I \times A}{1000 \text{ mm/m}} \quad (3.4)$$

$$(B) = \text{Jumlah Penghuni} \times \text{Kebutuhan perhari} \quad (3.5)$$

$$\text{Volume Bak Penampungan} = S - B \quad (3.6)$$

Keterangan rumus:

C = koefisien limpasan (*runoff*)

I = intensitas hujan (mm/hari)

A = luas daerah tangkapan (m²)

B = volume kebutuhan air

5. Merancang sistem perpipaan mencakup gambar sistem perpipaan yang menunjukkan aliran air hujan dari tangkapan air ke area penyimpanan. Selanjutnya, perhitungan dilakukan untuk menentukan dimensi talang bangunan, yang harus dilengkapi dengan sistem drainase yang mengarahkan air hujan yang dikumpulkan dari atap melalui talang datar dan talang vertikal ke tangki penampungan air. Ukuran talang dan pipa kemudian dihitung berdasarkan intensitas curah hujan. Dimensi talang dan pipa pada permukaan datar seperti area atap terbuka ditentukan sesuai dengan standar sistem plambing bangunan yang dijelaskan dalam SNI 8153-2015. Pengkonversian ukuran atap berdasarkan intensitas hujan yang didapat dilakukan interpolasi dengan rumus berdasarkan Komala dkk. (2021):

$$Y = Y1 + \frac{X - X1}{X2 - X1} \times (Y2 - Y1) \quad (3.7)$$

6. Melakukan perhitungan *Bill Of Quantity* (BOQ) berdasarkan desain perancangan, yang mencakup perincian jumlah yang diperlukan untuk sistem pemanenan air hujan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Potensi Pemanenan Air Hujan

4.1.1 Kualitas Air Hujan

Pengujian kualitas air hujan bertujuan untuk mengetahui kelayakan air hujan di daerah asrama pesantren untuk digunakan sebagai alternatif air bersih. Parameter yang diuji meliputi: pH, TDS, DHL, dan suhu. Hasil pengujian kualitas air hujan di daerah asrama pesantren tercantum pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Data Kualitas Air Hujan dan Sumur Bor Asrama

No	Parameter	Satuan	Hasil pengujian air sumur bor		Hasil pengujian air hujan					Baku mutu
			Asrama putra	Asrama putri	27-10-2023	28-10-2023	29-10-2023	30-10-2023	4-11-2023	
1	DHL	µ/cm	834	523	42	14	34	36	20	-
2	TDS	mg/L	412	337	21	5	18	18	9	<300
3	pH	-	8,11	8,09	7,03	6,49	8,09	7,50	7,78	6,5-8,5

Hasil uji kualitas air hujan berdasarkan parameter uji di Asrama Pesantren Darul Aitami menunjukkan bahwa air tersebut memenuhi standar kualitas air bersih yang diatur dalam Permenkes No 2 Tahun 2023. Temuan ini menegaskan bahwa air hujan dapat dianggap sebagai alternatif yang layak untuk kebutuhan air bersih berdasarkan parameter yang diuji. Air hujan pada perencanaan ini hanya digunakan untuk pemakaian toilet sehingga tidak ditambahkan unit filtrasi. Pada penelitian mengenai tingkat keasaman (pH), data dari curah hujan menunjukkan nilai 7,03 pada hari pertama, 6,49 pada hari kedua, dan kemudian 8,09, 7,50, dan 7,78 pada hari-hari berikutnya. Berdasarkan hasil pengujian lapangan, pH air hujan memenuhi persyaratan yang ditetapkan oleh PERMENKES RI No 2 Tahun 2023 untuk standar kualitas air lingkungan dan kesehatan air yang digunakan untuk keperluan kolam renang, solus per aqua (SPA), dan pemandian umum.

Kualitas Daya Hantar Listrik (DHL), hasil pengukuran menunjukkan nilai 42 μcm , 14 μcm , 34 μcm , 36 μcm , dan 20 μcm . Menurut Nita dkk (2023), pengukuran daya hantar listrik digunakan untuk memprediksi mineral yang terkandung dalam air dan juga menaksir kemampuan ion-ion pada air yang dapat menghantarkan listrik dengan perhitungan DHL dapat memprediksi kandungan mineral dan parameter air bersih lain yang terkandung di dalam air hujan salah satunya kandungan besi. Nilai *Total Dissolved Solids* (TDS) pada penelitian ini adalah 21 ppm, 5 ppm, 18 ppm, 18 ppm, dan 19 ppm. Konsentrasi TDS mempengaruhi konduktivitas listrik air hujan; semakin tinggi konsentrasi TDS yang terionisasi, semakin besar konduktivitas listriknya. Meskipun demikian, nilai TDS yang diukur jauh di bawah ambang batas maksimum 300 mg/l, menunjukkan bahwa air hujan ini cocok untuk digunakan sebagai air bersih.

4.1.2 Kuantitas Air Hujan

4.1.2.1 Analisis Curah Hujan Maksimum

1. Menentukan jenis probabilitas

Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data dengan syarat masing-masing jenis distribusi, syarat distribusi dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
2	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
3	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
4	Log Pearson III	Selain dari nilai diatas

Sumber: Bambang, (2008)

Data curah hujan rata-rata bulanan dalam 10 tahun di Kabupaten Aceh Barat seperti ditunjukkan pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Data Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Curah hujan harian maksimum (Xi) (mm)
2013	46.85
2014	79.72
2015	63.99
2016	105.89
2017	275.63
2018	80.12
2019	69.59
2020	166.81
2021	143.92
2022	120.73
Jumlah	1153.3

Sumber: NASA Power, (2023)

Perhitungan penentuan jenis probabilitas Metode Gumbel dan Normal dapat dilihat pada Tabel 4.4. Perhitungan lengkap dapat dilihat pada lampiran B.

Tabel 4.4 Perhitungan Parameter Statistik Metode Gumbel Dan Normal

No	Tahun	Curah hujan harian maksimum (mm)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
1	2013	46.85	-68.48	4688.83	-321067	21985086
2	2014	79.72	-35.61	1267.72	-45137	1607104
3	2015	63.99	-51.34	2635.28	-135282	6944712
4	2016	105.89	-9.44	89.02	-840	7924
5	2017	275.63	160.31	25697.69	4119469	660371427
6	2018	80.12	-35.21	1239.39	-43633	1536093
7	2019	69.59	-45.74	2091.69	-95663	4375168
8	2020	166.81	51.49	2650.71	136472	7026238
9	2021	143.92	28.60	817.67	23381	668591
10	2022	120.73	5.41	29.21	158	853
Jumlah		1153.3		41207.212	3637857	704523196
$\bar{X}$		115		4120.721	363786	70452320
S		67.665				
Cs		1.631				
Ck		6.668				

No	Tahun	Curah hujan harian maksimum (mm)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
Cv		0.587				

Perhitungan distribusi dilakukan dengan tujuan membandingkan parameter dengan persyaratan metode Normal dan Gumbel. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa kedua metode tersebut tidak memenuhi persyaratan yang ditetapkan.

Oleh karena itu, dilanjutkan dengan perhitungan menggunakan metode Log Normal dan Log Pearson. Dalam perhitungan ini data curah hujan dilogaritmakan terlebih dahulu, perhitungan logaritma dapat menggunakan *Ms Excel*. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Data Curah Hujan Setelah Dilogaritma

Tahun	Curah hujan rata-rata (X_i) (mm)	$\log X_i$
2013	46.85	1.671
2014	79.72	1.902
2015	63.99	1.806
2016	105.89	2.025
2017	275.63	2.440
2018	80.12	1.904
2019	69.59	1.843
2020	166.81	2.222
2021	143.92	2.158
2022	120.73	2.082

Perhitungan penentuan jenis probabilitas Metode Log Normal dan Log Pearson lengkap dapat dilihat pada Tabel 4.6. Perhitungan lengkap dapat dilihat pada lampiran B.

Tabel 4.6 Perhitungan Parameter Statistik Log Normal Dan Log Pearson

No	Tahun	Curah hujan harian maksimum (Xi) (mm)	$\log X_i$	$\log (X_i - \bar{X})$	$\log (X_i - \bar{X})^2$	$\log (X_i - \bar{X})^3$	$\log (X_i - \bar{X})^4$
1	2013	46.85	1.671	-0.334	0.11188	-0.0374246	0.01251824069
2	2014	79.72	1.902	-0.104	0.01074	-0.0011130	0.00011534939
3	2015	63.99	1.806	-0.199	0.03964	-0.0078912	0.00157106405
4	2016	105.89	2.025	0.020	0.00039	0.0000076	0.00000014919
5	2017	275.63	2.440	0.435	0.18933	0.0823838	0.03584721587
6	2018	80.12	1.904	-0.101	0.01029	-0.0010445	0.00010597216
7	2019	69.59	1.843	-0.163	0.02646	-0.0043033	0.00069995130
8	2020	166.81	2.222	0.217	0.04710	0.0102212	0.00221820860
9	2021	143.92	2.158	0.153	0.02338	0.0035759	0.00054682872
10	2022	120.73	2.082	0.077	0.00587	0.0004497	0.00003445260
Jumlah		1153	20.052	0.00000	0.465084	0.04486149246	0.053657432627
$\log \bar{X}$		2.00520166					
$S \log \bar{X}$		0.227					
Cs		0.53					
Ck		3.987					
Cv		0.113367					

Berdasarkan perbandingan parameter dengan syarat pemilihan metode hanya metode Log Pearson tipe III yang memenuhi syarat, namun syarat ini tidak terlalu menentukan dalam memilih metode. Oleh karena itu, dilakukan pengujian Chi-Kuadrat dan Smirnov Kolmogorov.

2. Perhitungan Hujan Rencana

Curah hujan rencana (X) merujuk pada hujan dengan periode ulang tertentu (T), yang diperkirakan akan terjadi di suatu bangunan air atau tempat penampungan air hujan. Periode ulang mengacu pada waktu hipotetis suatu kejadian memiliki nilai tertentu. Dalam data curah hujan atau debit, nilai curah hujan rencana atau debit rencana dapat dihitung untuk memastikan hasil perhitungan yang dapat digunakan.

Distribusi probabilitas kontinu yang umumnya digunakan termasuk Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson Type III.

a. Metode Gumbel

Data hujan harian maksimum dalam 10 tahun seperti yang tertera pada Tabel 4.3. Besar hujan rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun menggunakan metode Distribusi Probabilitas Gumbel diperoleh pada Tabel 4.7. Perhitungan lengkap dapat dilihat pada lampiran B.

Tabel 4.7 Rekapitulasi Perhitungan Hujan Rancangan Metode Gumbel

T	Y _t	K	Hujan Rencana (mm)
100	4,600149	4,322819	407.83
50	3,901939	3,587551	358.08
25	3,198534	2,846814	307.96
10	2,250367	1,848323	240.39
5	1,49994	1,058067	186.92
2	0,366513	-0,13552	106.16

b. Metode Normal

Data hujan harian maksimum dalam 10 tahun seperti yang tertera pada Tabel 4.3. Besar hujan rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun menggunakan metode Distribusi Probabilitas Normal diperoleh pada Tabel 4.8. Perhitungan lengkap dapat dilihat pada lampiran B.

Tabel 4.8 Rekapitulasi Perhitungan Hujan Rancangan Metode Normal

T	AR - RAKIRY	RR (mm)
100	2,330	272.98
50	2,050	254.04
25	1,708333	230.92
10	1,280	201.94
5	0,840	172.16
2	0,000	115.33

c. Metode Log Normal

Data hujan harian maksimum dalam 10 tahun seperti yang tertera pada Tabel 4.4. Besar hujan rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100

tahun menggunakan metode Distribusi Probabilitas Log Normal diperoleh pada Tabel 4.9. Perhitungan lengkap dapat dilihat pada lampiran B.

Tabel 4.9 Rekapitulasi Perhitungan Hujan Rancangan Metode Log Normal

T	K	Hujan Rencana (mm)
100	2.33	342.66
50	2.05	295.95
25	1.708333	247.48
10	1.28	197.78
5	0.84	157.09
2	0	101.20

d. Metode Log Pearson Type III

Data hujan harian maksimum dalam 10 tahun seperti yang tertera pada tabel 4.4. Besar hujan rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun menggunakan metode Distribusi Probabilitas Log Normal diperoleh pada tabel 4.10. Perhitungan lengkap dapat dilihat pada lampiran B.

Tabel 4.10 Rekapitulasi Perhitungan Hujan Rancangan Metode Log Pearson Type III

P	T	KT	Hujan Rencana (mm)
0.01	100	2.029	412.85
0.02	50	1.834	339.27
0.04	25	1.606	275.04
0.1	10	1.231	202.28
0.2	5	0.855	154.48
0.5	2	0.066	96.90

4.1.2.2. Uji Probabilitas

Uji distribusi dimaksud untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik data yang dianalisis

1. Uji Chi Kuadrat

Tabel 4.11 Hasil Uji Chi Kuadrat Metode Gumbel

Kelas	P	T	Yt	K	R	Interval			Ef	Of	$\frac{(Ef - of)^2}{Ef}$
1	0,2	5	1,49994	1,058	187		>	187	2	1	0.5
2	0,4	2,5	0,671727	0,1859	128	128	-	187	2	2	0.0
3	0,6	1,67	0,08742	-0,4294	86	86	-	128	2	2	0
4	0,8	1,25	-0,475885	-1,0226	46	46	-	86	2	5	4.5

Kelas	P	T	Yt	K	R	Interval			Ef	Of	$\frac{(Ef - of)^2}{Ef}$
5							<	46	2	0	2
						Jumlah			10	10	7

Tabel 4.12 Hasil Uji Chi Kuadrat Metode Normal

Kelas	P	T	K	R	Interval			Ef	Of	$\frac{(Ef - of)^2}{Ef}$
1	0,2	5	0,840	172.16		>	172.16	2	1	0.5
2	0,4	2,5	0,250	132.24	132.24	-	172.16	2	2	0
3	0,6	1,67	-0,250	98.41	98.41	-	132.24	2	2	0
4	0,8	1,25	-0,840	58.49	58.49	-	98.41	2	4	2
5						<	58.49	2	1	0.5
					Jumlah			10	10	3

Tabel 4.13 Hasil Uji Chi Kuadrat Metode Log Normal

Kelas	P	T	K	R	Interval			Ef	Of	$\frac{(Ef - of)^2}{Ef}$
1	0,2	5	0,840	157		>	157	2	2	0
2	0,4	2,5	0,250	115	115	-	157	2	2	0
3	0,6	1,67	-0,250	89	89	-	115	2	1	0.5
4	0,8	1,25	-0,840	65	65	-	89	2	3	0.5
5						<	65	2	2	0
					Jumlah			10	10	1

Tabel 4.14 Hasil Uji Chi Kuadrat Metode Log Pearson Type III

Kelas	P	T	K	R	Interval			Ef	Of	$\frac{(Ef - of)^2}{Ef}$
1	0,2	5	0.808	154		>	154	2	2	0
2	0,4	2,5	0.066	105	105	-	154	2	3	0.5
3	0,6	1,67	-0.713	70	70	-	105	2	2	0
4	0,8	1,25	-1.501	46	46	-	70	2	3	0.5
5						<	46	2	0	2
					Jumlah			10	10	4

Tabel 4.15 Rekapitulasi Uji Chi Kuadrat 4 Metode

Uji Kesesuaian Distribusi			
Uji Chi Kuadrat			
Metode	X ² Hitung	X ² Kritis	Kesimpulan

Uji Kesesuaian Distribusi			
Uji Chi Kuadrat			
Normal	3	5.991	Diterima
Log Normal	1	5.991	Diterima
Gumbel	7	5.991	Ditolak
Log Pearson Tipe III	3	5.991	Diterima

2. Uji Smirnov Kolmogorov

Hasil pengujian distribusi menggunakan Metode Smirnov-Kolmogorov menunjukkan bahwa distribusi probabilitas harus memiliki selisih (ΔP) antara peluang empiris dan teoritis yang kurang dari ΔP . Informasi mengenai distribusi yang dipilih atau diterima berdasarkan hasil perhitungan uji Metode Smirnov-Kolmogorov dapat dilihat dalam Tabel 4.20. Perhitungan lengkap dapat dilihat pada lampiran B.

Tabel 4.16 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Metode Gumbel

No	Tahun	Curah hujan (Xi) (mm)	Curah hujan (Xi) (mm)	P	f(t)	Yt	T	P'	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2013	47	276	0.09	2.37	2.74	15.98785	0.06	0.03
2	2014	80	167	0.18	0.76	1.22	3.91162	0.26	0.07
3	2015	64	144	0.27	0.42	0.90	2.99331	0.33	0.06
4	2016	106	121	0.36	0.08	0.57	2.31488	0.43	0.07
5	2017	276	106	0.45	-0.14	0.36	1.99104	0.50	0.05
6	2018	80	80	0.55	-0.52	0.00	1.58212	0.63	0.09
7	2019	70	80	0.64	-0.53	0.00	1.58212	0.69	0.05
8	2020	167	70	0.73	-0.68	-0.15	1.45540	0.69	0.04
9	2021	144	64	0.82	-0.76	-0.23	1.39683	0.72	0.10
10	2022	121	47	0.91	-1.01	-0.47	1.25295	0.80	0.11
								ΔP maks	0,11

Tabel 4.17 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Metode Normal

No	Tahun	Curah hujan (Xi) (mm)	Curah hujan (Xi) (mm)	P	f(t)	P'	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2013	47	276	0.09	2.37	0.01	0.08
2	2014	80	167	0.18	0.76	0.21	0.03

No	Tahun	Curah hujan (Xi) (mm)	Curah hujan (Xi) (mm)	P	f(t)	P'	ΔP
3	2015	64	144	0.27	0.42	0.32	0.05
4	2016	106	121	0.36	0.08	0.45	0.08
5	2017	276	106	0.45	-0.14	0.58	0.12
6	2018	80	80	0.55	-0.52	0.72	0.17
7	2019	70	80	0.64	-0.53	0.72	0.08
8	2020	167	70	0.73	-0.68	0.77	0.04
9	2021	144	64	0.82	-0.76	0.79	0.03
10	2022	121	47	0.91	-1.01	0.86	0.05
						ΔP maks	0,17

Tabel 4.18 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Metode Log Normal

No	Tahun	Curah hujan rata-rata (Xi) (mm)	Curah hujan rata-rata (Xi) (mm)	Log Xi diurutkan	P	f(t)	P'	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2013	47	276	2.440326	0.09	1.91	0.02	0.07
2	2014	80	167	2.222222	0.18	0.95	0.16	0.02
3	2015	64	144	2.158121	0.27	0.67	0.24	0.04
4	2016	106	121	2.081815	0.36	0.34	0.35	0.01
5	2017	276	106	2.024855	0.45	0.09	0.45	0.01
6	2018	80	80	1.903741	0.55	-0.45	0.69	0.14
7	2019	70	80	1.901567	0.64	-0.46	0.69	0.06
8	2020	167	70	1.842547	0.73	-0.72	0.78	0.05
9	2021	144	64	1.806112	0.82	-0.88	0.82	0.00
10	2022	121	47	1.670710	0.91	-1.47	0.94	0.03
							ΔP maks	0,14

Tabel 4.19 Perhitungan Smirnov-Kolmogorov Metode Log Pearson III

No	Tahun	Curah hujan rata-rata (Xi) (mm)	Curah hujan rata-rata (Xi) (mm)	Log Xi diurutkan	P	f(t)	P'	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2012	47	276	2.440326	0.09	1.91	0.25	0.16
2	2013	80	167	2.222222	0.18	0.95	0.02	0.16
3	2014	64	144	2.158121	0.27	0.67	0.04	0.24

No	Tahun	Curah hujan rata-rata (Xi) (mm)	Curah hujan rata-rata (Xi) (mm)	Log Xi diurutkan	P	f(t)	P'	ΔP
4	2015	106	121	2.081815	0.36	0.34	0.00	0.36
5	2016	276	106	2.024855	0.45	0.09	0.03	0.43
6	2017	80	80	1.903741	0.55	-0.45	0.02	0.53
7	2018	70	80	1.901567	0.64	-0.46	0.02	0.62
8	2019	167	70	1.842547	0.73	-0.72	0.02	0.71
9	2020	144	64	1.806112	0.82	-0.88	0.02	0.80
10	2021	121	47	1.670710	0.91	-1.47	0.01	0.90
							ΔP maks	0,90

Tabel 4.20 Hasil Uji Smirnov-Kolmogorov 4 Metode

Uji Kesesuaian Distribusi			
Uji Smirnov Kolmogorov			
Metode	D Hitung	D Kritis	Kesimpulan
Normal	0.17	0.41	Diterima
Log Normal	0.14	0.41	Diterima
Gumbel	0.11	0.41	Diterima
Log Pearson Tipe III	0.90	0.41	Ditolak

4.1.2.3 Intensitas dan kurva IDF

Intensitas curah hujan merujuk pada jumlah curah hujan yang diukur dalam tinggi hujan atau volume hujan per unit waktu, terjadi selama satu periode konsentrasi air hujan. Pembuatan kurva Intensitas Durasi dan Frekuensi (IDF) dapat dilakukan melalui analisis frekuensi data hujan otomatis, seperti durasi (dalam menit dan jam). Intensitas hujan (dinyatakan dalam mm/jam) dapat diperoleh dari data curah hujan harian empiris (dinyatakan dalam mm) menggunakan metode mononobe. Rumus rasional dapat digunakan untuk menghitung intensitas curah hujan (I) berdasarkan rumus:

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

Dimana:

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

t = Lamanya curah hujan (jam)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

Berdasarkan dua uji yang dilakukan didapatkan data curah hujan wilayah Aceh Barat menggunakan distribusi Log Normal karena uji Chi Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov memenuhi syarat serta memiliki nilai uji terkecil. Adapun perhitungan periode ulang hujan rencana metode Log Normal dapat dilihat pada Tabel 4.21.

Tabel 4.21 Hujan Rencana Metode Log Normal

T (Tahun)	Hujan Rencana Metode Log Normal
100	342.66
50	295.95
25	247.48
10	197.78
5	157.09
2	101.20

Dengan menggunakan tabel, akan dihitung hujan dengan periode ulang 5 tahun dimana, $P = 157,09$ mm dan durasi 60 menit akan diperoleh intensitas hujan dengan metode Mononobe.

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

$$I = \frac{157,09}{24} \times \left(\frac{24}{60/60} \right)^{2/3}$$

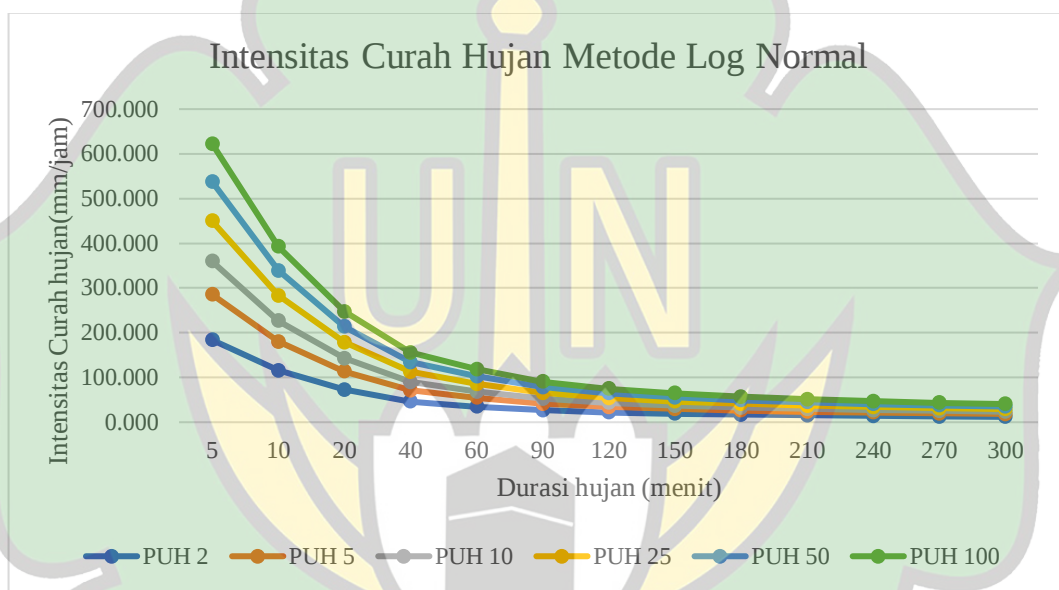
$$= 54,461$$

Perhitungan dengan persamaan Mononobe dilanjutkan pada durasi dan kedalaman hujan yang lain. Semakin lama durasi maka intensitas hujan akan menjadi semakin kecil tren ini menunjukkan hujan tidak kontinu. Hitungan dilakukan hingga durasi 300 menit, hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 4.22.

Tabel 4.22 Perhitungan Intensitas Metode Mononobe

T (Menit)	T (jam)	Periode Ulang					
		2	5	10	25	50	100
5	0.083333	183.902	285.455	359.385	449.707	537.773	622.658
10	0.166667	115.851	179.825	226.398	283.298	338.776	392.250
20	0.333333	72.981	113.283	142.622	178.466	213.415	247.102
40	0.666667	45.975	71.364	89.846	112.427	134.443	155.664
60	1	35.086	54.461	68.565	85.798	102.599	118.794
90	1.5	26.775	41.561	52.325	65.476	78.298	90.657

T (Menit)	T (jam)	Periode Ulang					
		2	5	10	25	50	100
120	2	22.103	34.308	43.194	54.049	64.634	74.836
150	2.5	19.047	29.566	37.223	46.578	55.700	64.491
180	3	16.867	26.182	32.963	41.247	49.325	57.110
210	3.5	15.220	23.625	29.744	37.219	44.507	51.533
240	4	13.924	21.613	27.210	34.049	40.717	47.144
270	4.5	12.872	19.981	25.155	31.478	37.642	43.583
300	5	11.999	18.625	23.449	29.342	35.088	40.627



Gambar 4.1 Kurva IDF metode Log Normal

4.1.3 Kebutuhan Air Bersih Asrama Darul Aitami

Kebutuhan air bersih di asrama Darul Aitami dihitung dengan mengalikan jumlah penghuni dengan kebutuhan air santri. Perhitungan jumlah penghuni asrama Darul Aitami dibagi menjadi 5 yaitu: bangunan Asrama Putra 1, 2, dan 3 serta bangunan asrama putri 1 dan 2 dan perhitungan bangunan tambahan untuk mushola. Pemakaian air untuk jenis kegiatan asrama menurut SNI 03-7065-2005 adalah sebesar 120 L/orang.hari dan kebutuhan rata-rata air untuk mesjid adalah 15 L/orang/hari. Pada Tabel 4.23 mencantumkan kebutuhan air masing-masing bangunan perencanaan.

Tabel 4.23 Kebutuhan Air Bangunan Perencanaan Pesantren Darul Aitami

Bangunan	Jumlah Penghuni (jiwa)	Kebutuhan Air (m ³)	Total Kebutuhan (m ³)	Kebutuhan 1 Bulan (m ³)
Asrama Putra 1	24	0.12	2.88	86.4
Asrama Putra 2	84	0.12	10.08	302.4
Asrama Putra 3	44	0.12	5.28	158.4
Asrama Putri 1	75	0.12	9	270
Asrama Putri 2	75	0.12	9	270
Mushola	152	0.015	2.584	77.52

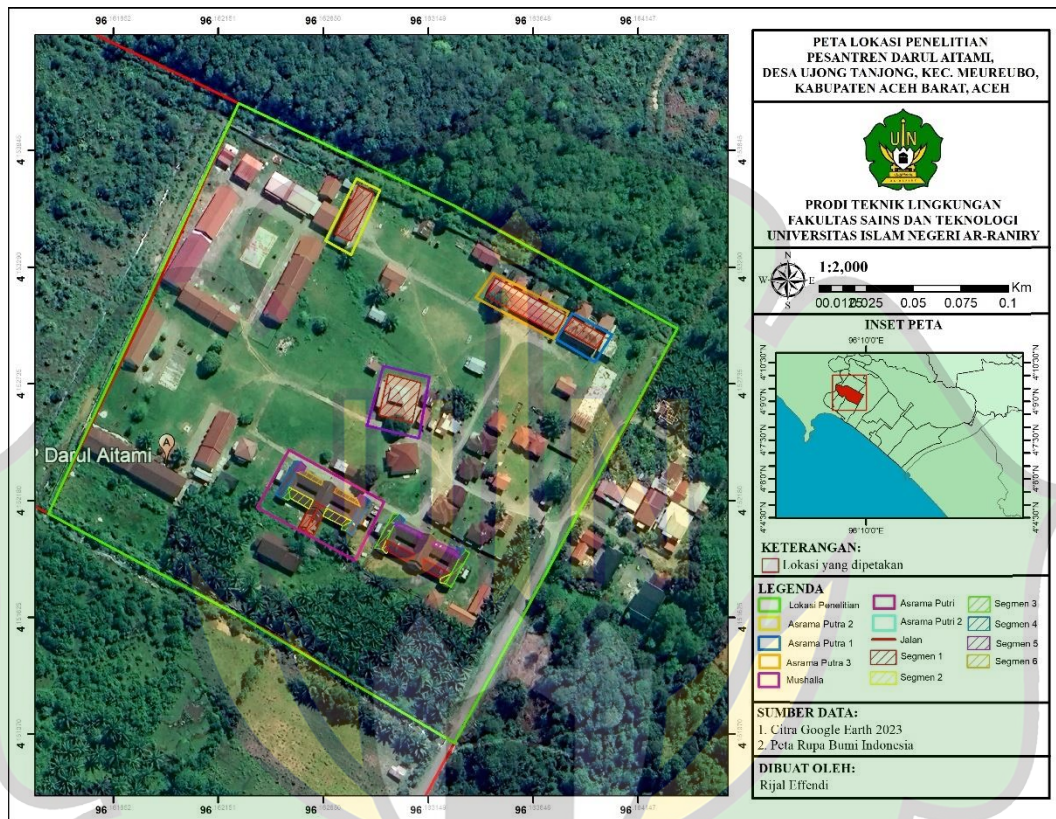
4.1.4 Luas Atap Bangunan Asrama

Asrama Darul Aitami memiliki luasan atap yang berbeda. Jenis atap pada bangunan ini adalah perisai untuk asrama putra 1, 2, Mushola Putra dan Putri, serta pelana untuk asrama putra 3, asrama putri 1 dan 2. Luasan atap setiap di asrama Darul Aitami tercantum pada Tabel 4.24. Gambaran atap keseluruhan pesantren dapat dilihat pada Gambar 4.2 dan gambaran atap tiap bangunan dapat dilihat pada Gambar 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, dan 4.7.

Tabel 4.24 Luas Atap Bangunan Asrama Pesantren Darul Aitami

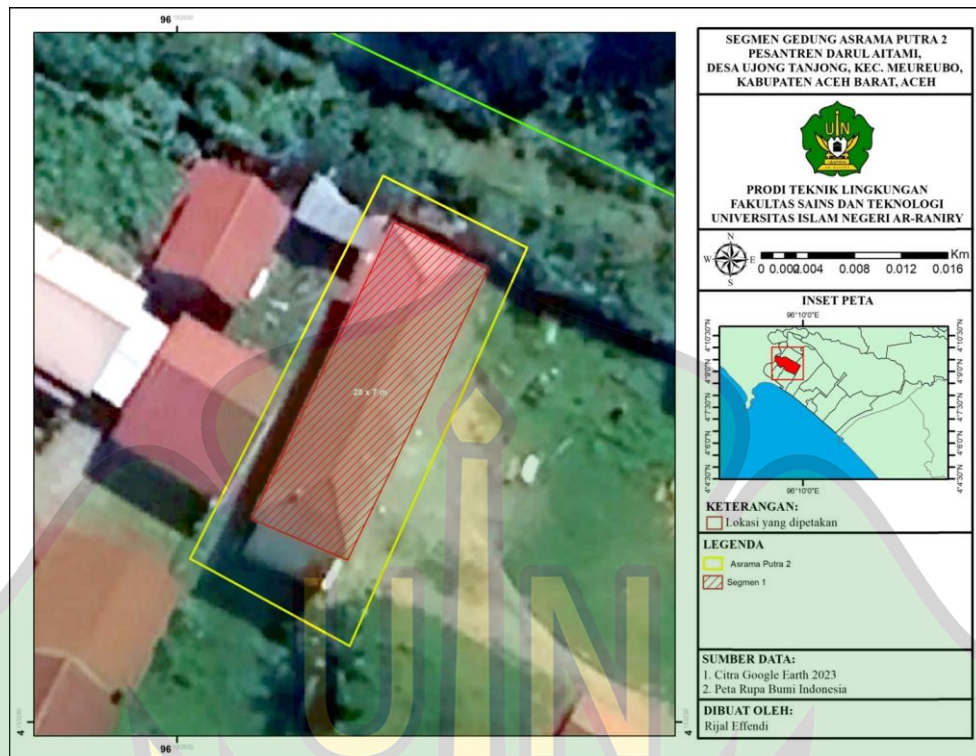
Bangunan	Luas (m ²)
Luas Atap Asrama Putra 1	91
Luas Atap Asrama Putra 2	518
Luas Atap Asrama Putra 3	410
Luas Atap Asrama Putri 1	
Segmen 1	60
Segmen 2	40
Segmen 3	18
Segmen 4	80
Segmen 5	18
Segmen 6	40
Total 1 Sisi Atap	256
Total 2 Sisi atap	512
Luas Atap Asrama Putri 2	
Segmen 1	80
Segmen 2	18
Segmen 3	80
Segmen 4	18
Segmen 5	40
Total 1 Sisi Atap	236

Bangunan	Luas (m ²)
Total 2 Sisi	472
Mushola	100

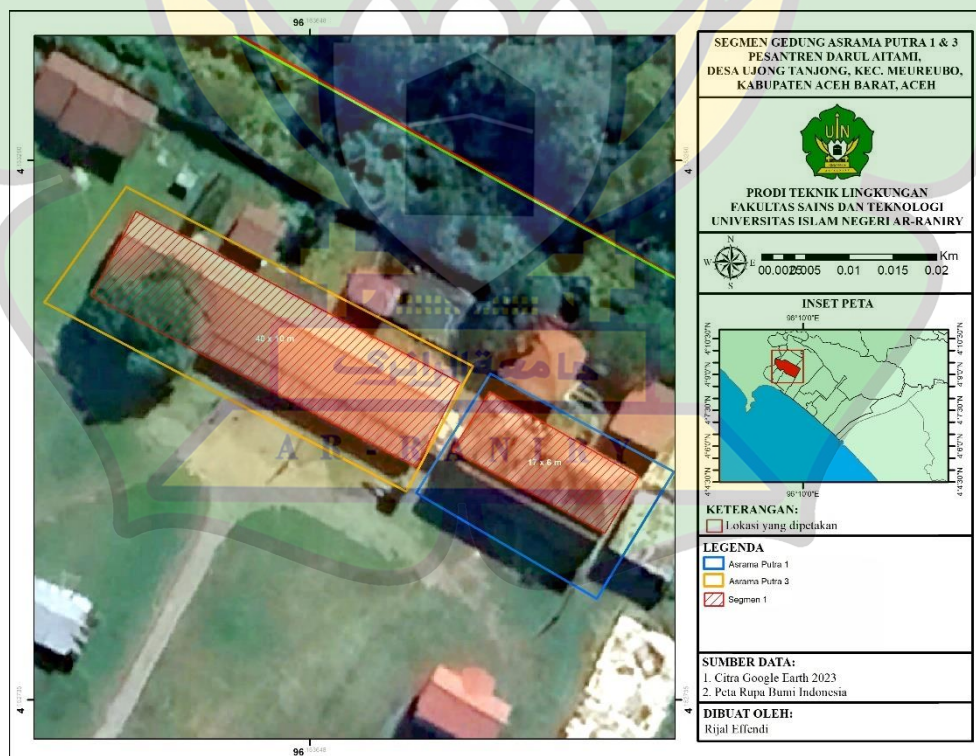


Gambar 4.2 Tampak Atas Wilayah Perencanaan

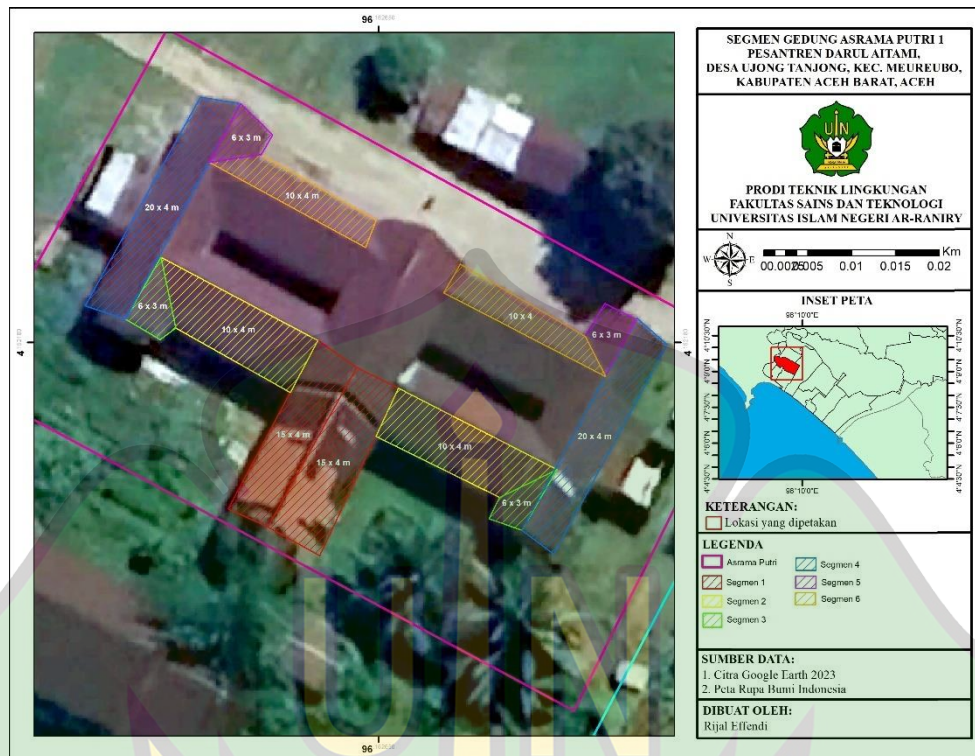
جامعة الرانري
AR - RANIRY



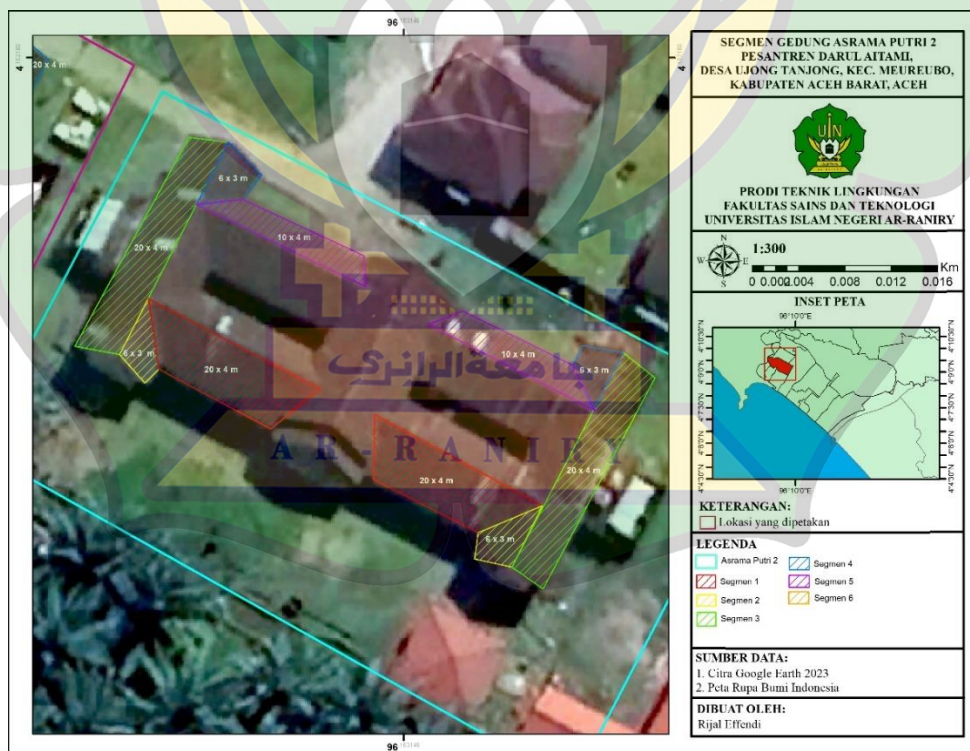
Gambar 4.3 Tampak Atap Asrama Putra 2



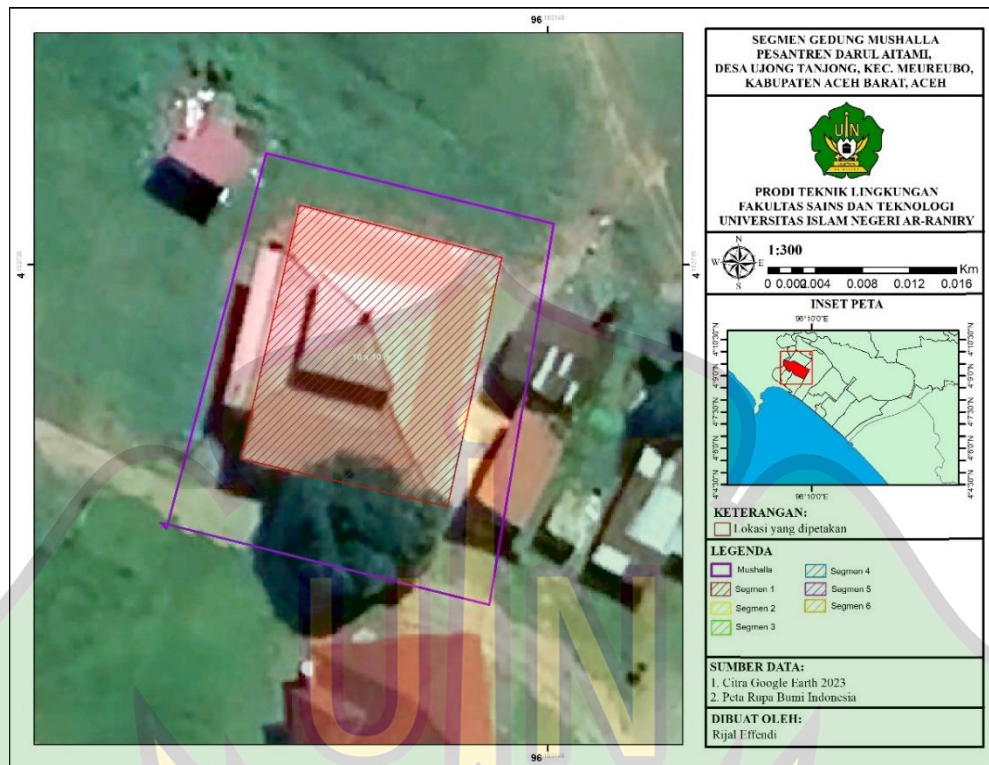
Gambar 4.4 Tampak Atap Asrama Putra 1 dan 3



Gambar 4.5 Tampak Atap Asrama Putri 1



Gambar 4.6 Tampak Atap Asrama Putri 2



Gambar 4.7 Tampak Atap Mushola

4.2 Desain Sistem Pemanenan Air Hujan

4.2.1 Bak Penampungan

Ukuran reservoir air hujan di Asrama Darul Aitami dipengaruhi oleh jumlah curah hujan yang diterima dan kebutuhan air. Proses penentuan ukuran reservoir yang diperlukan perhitungan kumulatif pasokan air hujan serta kumulatif kebutuhan air bersih selama satu bulan, bulan yang dipilih pada perencanaan ini adalah Desember 2017 karena bulan tersebut mencatat curah hujan tertinggi dalam sepuluh tahun terakhir. Pasokan air hujan yang dapat memenuhi kebutuhan air bersih dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti luas atap bangunan sebagai area penampungan hujan, curah hujan rata-rata, dan koefisien aliran permukaan. Dalam rangka menentukan volume air hujan yang dapat disimpan, digunakan rumus:

$$(S) \text{ Suplai air} = \frac{C \times I \times A}{1000 \text{ mm/m}}$$

(B) = Jumlah Penghuni x Kebutuhan perhari

Volume Bak Penampung = S-B

Keterangan rumus:

C = koefisien limpasan (*runoff*)

I = intensitas hujan (mm/hari)

A = luas daerah tangkapan (m²)

B = volume kebutuhan air

Contoh perhitungan: Suplai hujan 1 Desember 2017

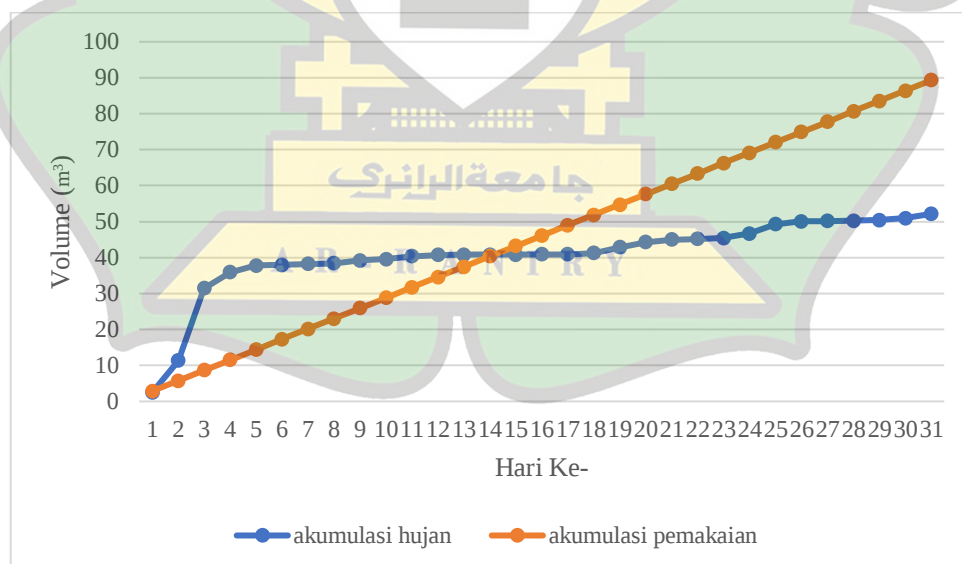
Curah Hujan = 33,98 mm/hari

Luas atap asrama putra 1 = 91 m²

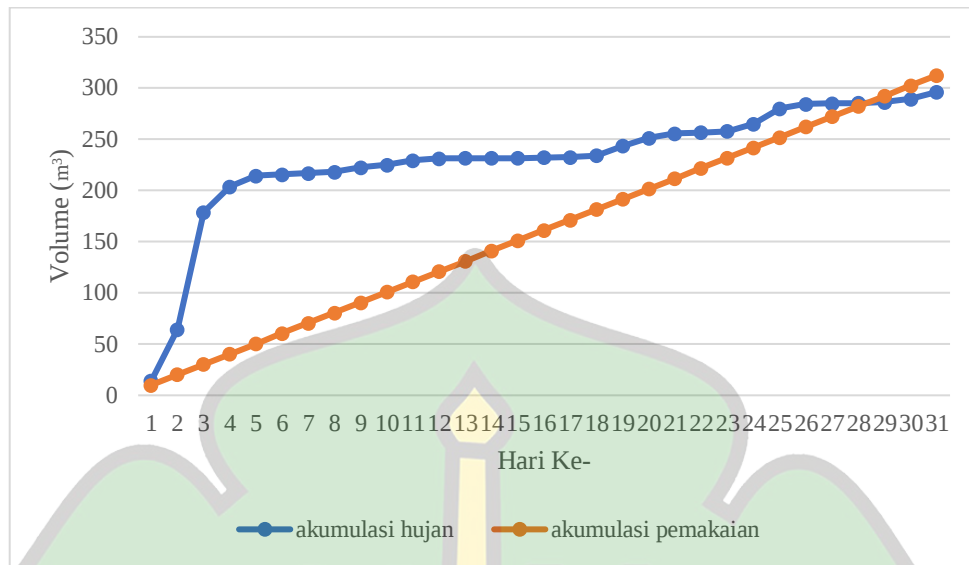
Volume suplai = $91 \times (33,98/1000) \times 0,8 = 2,48 \text{ m}^3$

Suplai air ini kemudian akan dikurangkan dengan kebutuhan air

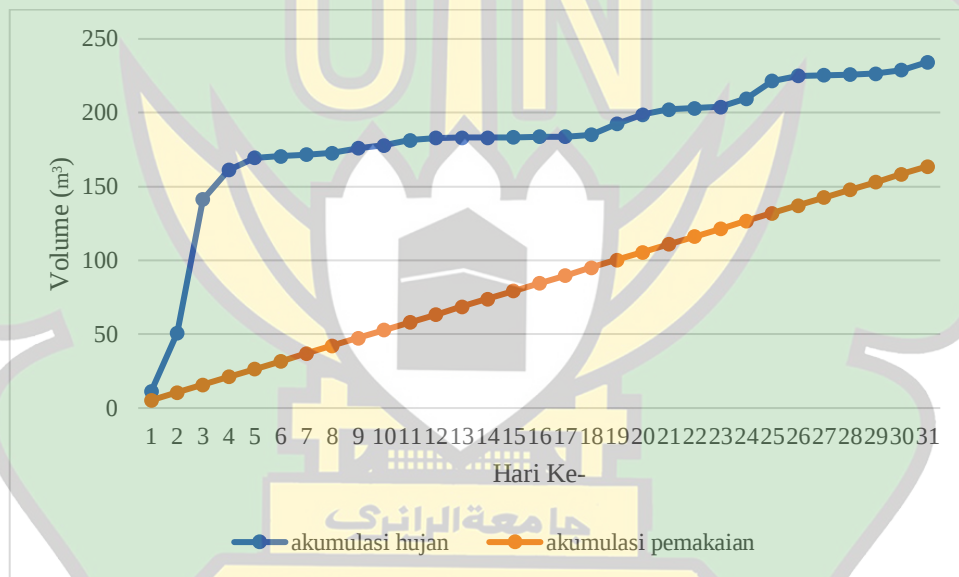
Perhitungan volume reservoir tecantum pada Tabel pada Lampiran D untuk tiap bangunan asrama. Berdasarkan hasil perhitungan volume tampungan perhari tiap asrama dapat direncanakan untuk Asrama Putra 1 digunakan tangki yang tersedia di pasaran dengan ukuran 2000 liter, Asrama Putra 2 dan 3 direncanakan tangki dengan volume 5700 liter, Asrama Putri 1 dan 2 direncanakan dua tangki dengan masing-masing ukuran 2250 liter, dan Mushola direncanakan tangki dengan volume 3000 liter. Pada Gambar 4.8, 4.9, 4.10, 4.11, 4.12, dan 4.13 tercantum grafik akumulasi suplai air hujan dan akumulasi kebutuhan air di masing-masing Asrama Darul Aitami.



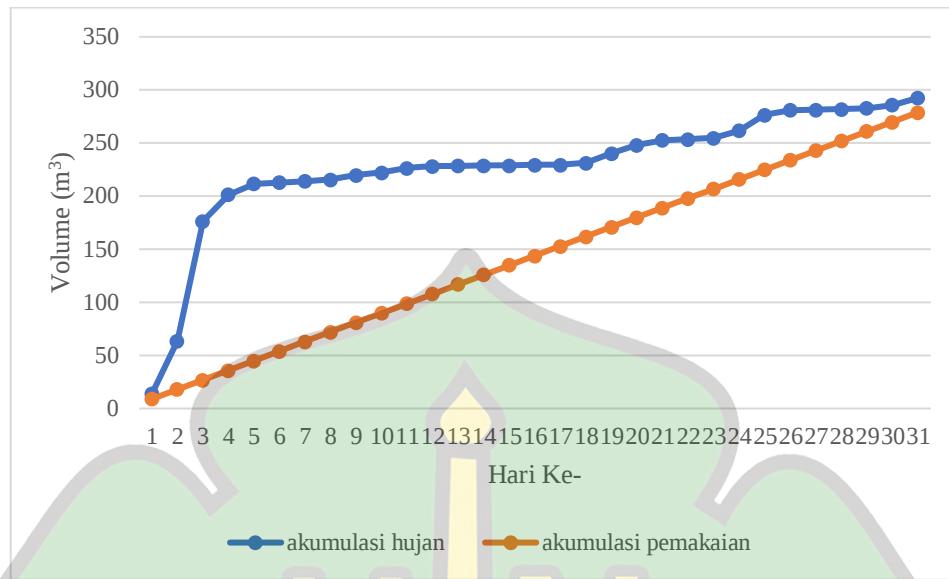
Gambar 4.8 Grafik Suplai Hujan Dan Kebutuhan Air Asrama Putra 1



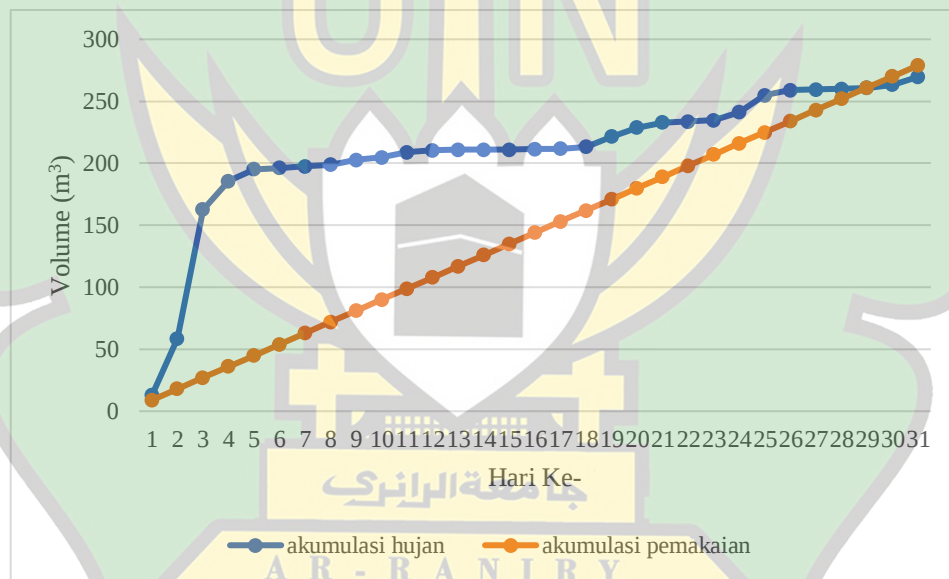
Gambar 4.9 Grafik Suplai Hujan Dan Kebutuhan Air Asrama Putra 2



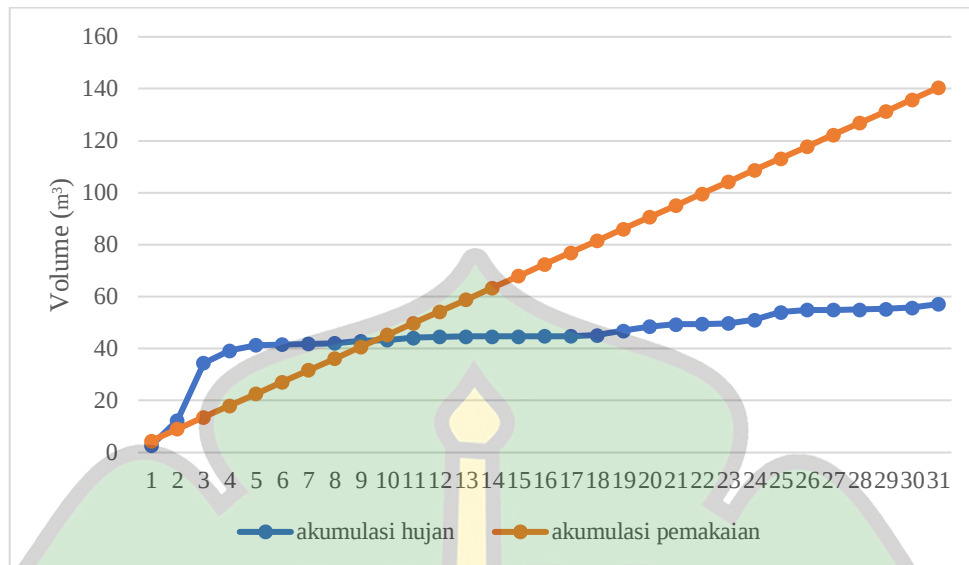
Gambar 4.10 Grafik Suplai Hujan Dan Kebutuhan Air Asrama Putra 3



Gambar 4.11 Grafik Suplai Hujan Dan Kebutuhan Air Asrama Putri 1



Gambar 4.12 Grafik Suplai Hujan Dan Kebutuhan Air Asrama Putri 2



Gambar 4.13 Grafik Suplai Hujan Dan Kebutuhan Air Mushola

Grafik di atas menunjukkan potensi maksimum air hujan yang dapat ditampung di masing-masing bangunan Asrama Darul Aitami. Perhitungan maksimum ini menunjukkan air hujan dapat memenuhi kebutuhan air di bangunan Asrama Putra 2 dan 3 serta asrama putri 1 dan 2, untuk bangunan lainnya air hujan dapat dijadikan alternatif tambahan dalam memenuhi kebutuhan air bersih di Pesantren Darul Aitami. Pada perencanaan ini sistem pemanenan air hujan dimanfaatkan pada musim hujan dan hanya untuk kebutuhan toilet, air sumur bor tetap digunakan untuk penggunaan air bersih.

4.2.2 Talang Air

Ukuran saluran air bergantung pada luas atap dan tingkat curah hujan sesuai dengan standar SNI 8153-2015. Dimensi saluran air ditentukan dengan memperhatikan beban maksimum yang diperbolehkan untuk saluran atap (dinyatakan dalam m^2 luas atap) sesuai dengan ketentuan SNI 8153-2015. Tabel menyajikan batasan maksimum yang diperbolehkan untuk saluran atap. Dimensi saluran setengah lingkaran harus disesuaikan dengan proyeksi luas atap maksimum dan mempertimbangkan informasi yang terdapat dalam Tabel 4.25 serta Tabel 4.26.

Tabel 4.25 Tabel Penentuan Ukuran Talang

DIAMETER TALANG (Kemiringan 0,5%)	Nilai curah hujan maksimum berbasis pada luas atap (m²)				
inci	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
3	32	21	16	13	10
4	67	45	33	27	22
5	116	77	58	46	39
6	178	119	89	71	59
7	256	171	128	102	85
8	370	247	185	148	123
10	669	446	334	268	223
DIAMETER TALANG (Kemiringan 1%)	Nilai curah hujan maksimum berbasis pada luas atap (m²)				
inci	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
3	45	30	22	18	15
4	95	63	47	38	32
5	164	109	82	65	55
6	253	169	126	101	84
7	362	242	181	145	121

Sumber: SNI 8153-2015

Tabel 4.26 Tabel Lanjutan Penentuan Ukuran Talang

DIAMETER TALANG (Kemiringan 2%)	Nilai curah hujan maksimum berbasis pada luas atap (m²)				
inci	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
3	63	42	32	25	21
4	134	89	67	54	45
5	232	155	116	93	77
6	357	238	178	143	119
7	513	342	256	205	171
8	739	493	370	295	247
10	1338	892	669	534	446
DIAMETER TALANG (Kemiringan 4%)	Nilai curah hujan maksimum berbasis pada luas atap (m²)				

inci	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
3	89	59	45	36	30
4	190	126	95	76	63
5	329	219	164	131	110
6	515	343	257	206	172
7	725	483	362	290	242
8	1040	693	520	416	347
10	1858	1238	929	743	619

Sumber: SNI 8153-2015

4.2.3 Diameter Pipa Tegak

Ukuran pipa vertikal dalam perencanaan sistem pengumpulan air hujan ini juga merujuk pada pedoman SNI 8153-2015 dengan menggunakan tabel yang sama untuk menetapkan dimensi saluran atap. Penentuan dimensi pipa vertikal dipengaruhi oleh luas atap. Semakin besar luas atap, ukuran pipa juga akan semakin besar karena kapasitas aliran air hujan yang harus ditangani juga semakin besar. Dimensi pipa vertikal yang direncanakan untuk sistem Pengumpulan Air Hujan (PAH) di Asrama Darul Aitami dapat dilihat pada Tabel 4.25 dan 4.26.

4.2.4 Diameter pipa Datar

Dimensi pipa datar dalam perencanaan sistem pemanenan air hujan ini juga menggunakan pedoman SNI 8153-2015. Ketentuan dimensi dapat dilihat pada tabel 4.27, 4.28, dan 4.29.

Tabel 4.27 Penentuan Ukuran Perpipaan Air Hujan Horizontal

Ukuran pipa	Debit (kemiringan 1%)	Luas bidang datar horisontal maksimum yang diperbolehkan pada berbagai nilai curah hujan (m ²)					
		25,4 mm/jam	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
Inci	L/dt						
3	0,06	305	153	102	76	61	51
4	2,04	699	349	233	175	140	116
5	4,68	1241	621	414	310	248	207
6	8,34	1988	994	663	497	398	331
8	13,32	4273	2137	1427	1068	855	713
10	28,68	7692	3846	2564	1923	1540	1282

Ukuran pipa	Debit (kemiringan 1%)	Luas bidang datar horisontal maksimum yang diperbolehkan pada berbagai nilai curah hujan (m ²)					
		12374	6187	4125	3094	2476	2062
12	51,6	12374	6187	4125	3094	2476	2062
15	83,04	22110	11055	7370	5528	4422	3683

Sumber: SNI 8153-2015

Tabel 4.28 Penentuan Ukuran Perpipaan Air Hujan Horizontal 1, 2 (Lanjutan)

Ukuran pipa	Debit (kemiringan 2%)	Luas bidang datar horisontal maksimum yang diperbolehkan pada berbagai nilai curah hujan (m ²)					
		25,4 mm/jam	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
Inci	L/dt	25,4 mm/jam	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
3	2,88	431	216	144	108	86	72
4	6,6	985	492	328	246	197	164
5	11,76	1754	877	585	438	351	292
6	18,84	2806	1403	935	701	561	468
8	40,62	6057	3029	2019	1514	1211	1012
10	72,84	10851	5425	3618	2713	2169	1812
12	117,18	17465	8733	5816	4366	3493	2912
15	209,46	31214	15607	10405	7804	6248	5202

Sumber: SNI 8153-2015

Tabel 4.29 Penentuan Ukuran Perpipaan Air Hujan Horizontal 1, 2 (Lanjutan)

Ukuran pipa	Debit (kemiringan 4%)	Luas bidang datar horisontal maksimum yang diperbolehkan pada berbagai nilai curah hujan (m ²)					
		25,4 mm/jam	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
Inci	L/dt	25,4 mm/jam	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
3	4,1	611	305	204	153	122	102
4	9,4	1397	699	465	349	280	232
5	16,7	2482	1241	827	621	494	413
6	26,7	3976	1988	1325	994	797	663
8	57,4	8547	4273	2847	2137	1709	1423
10	103,3	15384	7692	5128	3846	3080	2564
12	166,1	24749	12374	8250	6187	4942	4125

Ukuran pipa	Debit (kemiringan 4%)	Luas bidang datar horisontal maksimum yang diperbolehkan pada berbagai nilai curah hujan (m ²)					
		44220	22110	14743	11055	8844	7367
15	296,8						

Sumber: SNI 8153-2015

Catatan: 1. Data pengukuran untuk perpipaan horisontal berdasarkan pada pengaliran penuh pipa;
2. Untuk nilai curah hujan selain dari catatan tersebut, maka untuk menentukan area atap yang diijinkan dengan membagi daerah tertentu dalam kolom (25,4 mm/jam) dengan tingkat curah hujan yang diinginkan.

Proses konversi nilai curah hujan dilakukan melalui metode interpolasi, dengan merujuk pada nilai curah hujan dan luas atap yang telah ditentukan sesuai dengan ketentuan Badan Standardisasi Nasional tahun 2015. Nilai curah hujan lokal yang diketahui adalah 54,461 mm/jam, berada di antara rentang 50,8 mm/jam dan 76,2 mm/jam. Interpolasi digunakan untuk menentukan ukuran pipa yang tepat di antara dua nilai curah hujan tersebut. Dalam hal ini, jika nilai curah hujan dan luas atap pada kolom 50,8 mm/jam diwakili sebagai X1 dan Y1, dan nilai pada kolom 76,2 mm/jam diwakili sebagai X2 dan Y2, maka luas atap maksimum pada ukuran pipa untuk curah hujan 54,461 mm/jam dapat dihitung. Sebagai contoh, perhitungan untuk menentukan ukuran pipa horizontal dengan kemiringan 1% dan ukuran 3 inci untuk mencapai luas atap maksimum dapat dilihat dalam persamaan 3.7 sebagai berikut.

$$Y = Y1 + \frac{X - X1}{X2 - X1} \times (Y2 - Y1)$$

$$Y = 153 + \frac{54,461 - 50,8}{76,2 - 50,8} \times (102 - 153)$$

$$Y = 145,65$$

Hasil lengkap perhitungan untuk hasil interpolasi masing-masing ukuran pipa dapat dilihat pada Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Rekapitulasi Ukuran pipa horisontal

Ukuran Pipa (Inci)	Ukuran Pipa (mm)	Luas Atap Maksimum (m ²)
3	75	145,65
4	100	332,28

Ukuran Pipa (Inci)	Ukuran Pipa (mm)	Luas Atap Maksimum (m ²)
5	125	591,16
6	150	946,29
7	175	2034,7
8	200	3661,2
10	250	5889,8

Contoh perhitungan penentuan pipa tegak dan talang dengan kemiringan 1% dan ukuran 3 inci untuk mendapat luas atap maksimum menggunakan persamaan 3.7 dapat dilihat sebagai berikut.

$$Y = Y_1 + \frac{X - X_1}{X_2 - X_1} \times (Y_2 - Y_1)$$

$$Y = 45 + \frac{54,461 - 50,8}{76,2 - 50,8} \times (30 - 45)$$

$$Y = 42,83$$

Hasil lengkap perhitungan untuk hasil interpolasi masing-masing ukuran pipa dapat dilihat pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Rekapitulasi Ukuran Pipa Tegak

Ukuran Pipa (Inci)	Ukuran Pipa (mm)	Luas Atap Maksimum (m ²)
3	75	42,83
4	100	90,38
5	125	156,07
6	150	240,89
7	175	344,70
8	200	495,06
10	250	902,45

Ukuran pipa horizontal berukuran 75 mm, sementara ukuran pipa vertikal dan talang bervariasi dari 100 hingga 250 mm. Penetapan ukuran pipa horizontal dan ukuran pipa vertikal talang hujan didasarkan pada konversi luas maksimum atap, sebagaimana tergambar dalam Tabel 4.37 dan Tabel 4.38. Rincian ukuran pipa untuk masing-masing atap dapat diidentifikasi dalam Tabel 4.32. Pipa horizontal berukuran 75 mm. Pipa berukuran 75 mm diterapkan pada segmen

dengan luas atap maksimal 145,65 m² sesuai dengan informasi pada Tabel 4.31. Adapun ukuran pipa vertikal dan talang yang dipilih mencakup 100 mm, 125 mm, 200 mm, dan 250 mm. Pipa berukuran 100 mm digunakan pada atap dengan luas maksimal 90,38 m², pipa berukuran 125 mm diterapkan pada atap dengan luas maksimal 156,07 m², pipa berukuran 200 mm digunakan pada atap dengan luas maksimal 495,06 m², dan pipa berukuran 250 mm digunakan pada atap dengan luas maksimal 902,45 m², sejalan dengan informasi dalam Tabel 4.32. Rekapitulasi ukuran pipa yang direncanakan untuk setiap bangunan dapat dilihat pada Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Rekapitulasi Ukuran Perpipaan Perencanaan

Bangunan	Luas Atap (m ²)	Kemiringan Talang Atap (%)	Talang (mm)	Panjang Talang (m)	Pipa Tegak (mm)	Pipa Datar (mm)
Putra 1	91	1	100	23	100	75
Putra 2	518	1	250	35	250	125
putra 3	410	1	200	50	200	125
Putri 1	512	1	250	89	250	125
Putri 2	472	1	200	80	200	125
Mushola	100	1	125	20	125	75

4.2.6 BOQ (Bill Of Quantity)

BOQ dibutuhkan untuk menampilkan volume pekerjaan dan komponen yang dibutuhkan dan volume tersebut digunakan dalam menghitung Rencana Anggaran Biaya (RAB).

Tabel 4.33 Bill Of Quantity Perencanaan PAH Darul Aitami

Kebutuhan				
Perpipaan				
No	Jenis Kebutuhan	Bangunan	Panjang pasaran (m)	Jumlah (buah)
1	Talang (4 inci)	Asrama Putra 1	4	6
2	Talang (5 inci)	Mushola	4	5
3	Talang (8 inci)	Asrama Putra 3	4	13
		Asrama Putri 2	4	20
4	Talang (10 inci)	Asrama Putra 2	4	9
		Asrama Putri 1	4	23
5	Pipa Tegak (4 inci)	Asrama Putra 1	4	2
6	Pipa Tegak (5 inci)	Mushola	4	1

Kebutuhan				
7	Pipa Tegak (8 inci)	Asrama Putra 3	4	1
		Asrama Putri 2	4	1
8	Pipa Tegak (10 inci)	Asrama Putra 2	4	3
		Asrama Putri 1	4	1
9	Pipa Datar (3 inci)	Asrama Putra 1	4	1

Tabel 4.34 *Bill Of Quantity* Aksesoris PAH Darul Aitami

Aksesoris				
No	Jenis Kebutuhan	Bangunan	Jumlah	Satuan
1	Penyambung Talang (Gutter joint)	Asrama Putra 1	5	Unit
		Asrama Putra 2	8	Unit
		Asrama Putra 3	12	Unit
		Asrama Putri 1	22	Unit
		Asrama Putri 2	19	Unit
		Mushola	4	Unit
2	Penutup Talang (Stopend)	Asrama Putra 1	1	Psg
		Asrama Putra 2	1	Psg
		Asrama Putra 3	2	Psg
		Asrama Putri 1	1	Psg
		Asrama Putri 2	1	Psg
		Mushola	1	Psg
3	Penggantung Talang (Bracket)	Asrama Putra 1	20	Unit
		Asrama Putra 2	30	Unit
		Asrama Putra 3	43	Unit
		Asrama Putri 1	77	Unit
		Asrama Putri 2	67	Unit
		Mushola	17	Unit
4	Corong Penampung (Nozzle)	Asrama Putra 1	1	Unit
		Asrama Putra 2	1	Unit
		Asrama Putra 3	1	Unit
		Asrama Putri 1	2	Unit
		Asrama Putri 2	2	Unit
		Mushola	1	Unit
5	Pipa klem 4 inci	Asrama Putra 1	2	Unit
	Pipa Klem 10 inci	Asrama Putra 2	2	Unit
	Pipa Klem 8 inci	Asrama Putra 3	4	Unit
	Pipa Klem 10 inci	Asrama Putri 1	2	Unit
	Pipa Klem 8 inci	Asrama Putri 2	2	Unit

Aksesoris				
	Pipa Klem 5 inci	Mushola	2	Unit
6	Elbow 45 derajat	Asrama Putra 1	2	Unit
7	Tangki 2000 ltr	Asrama Putra 1	1	Unit
	Tangki 5700 ltr	Asrama Putra 2	1	Unit
	Tangki 5700 ltr	Asrama Putra 3	1	Unit
	Tangki 2250 ltr	Asrama Putri 1	2	Unit
	Tangki 2250 ltr	Asrama Putri 2	2	Unit
	Tangki 3000 ltr	Mushola	1	Unit
8	Keran	Asrama Putra 1	1	Unit
		Asrama Putra 2	1	Unit
		Asrama Putra 3	1	Unit
		Asrama Putri 1	2	Unit
		Asrama Putri 2	2	Unit
		Mushola	1	Unit

Talang yang digunakan adalah talang setengah lingkaran dengan bahan PVC dan diameter 4 inci untuk asrama putra 1, 5 inci untuk mushola, 8 inci untuk asrama putra 3 dan putri 2, dan 10 inci untuk asrama putra 2 dan putri 1. Panjang pipa yang terdapat di pasaran adalah dengan panjang 4 meter. Total kebutuhan talang untuk asrama putra 1 adalah 23 meter sehingga dibutuhkan 6 buah talang untuk dipasang pada keliling atap asrama. Dengan asumsi 1 meter sebagai tambahan karena panjang pasaran 4 meter. Kebutuhan pipa tegak berdasarkan ketinggian dari talang menuju tangki penampungan contoh pada asrama putra 1 panjang pipa tegak adalah 7 meter sehingga dibutuhkan 2 pipa untuk memenuhi kebutuhan pipa karena panjang pasaran 4 meter. Aksesoris pada tiap asrama berbeda sesuai dengan luasan atap masing-masing asrama. Kebutuhan penyambung talang didapatkan dengan mengurangi kebutuhan talang dengan 1 dan penggantung talang didapatkan dengan asumsi jarak tiap penggantung 1.2 meter sehingga pada asrama putra 1 didapatkan 20 penggantung karena total kebutuhan 24 meter dibagi dengan 1.2 meter.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pemanenan Air Hujan sesuai diterapkan di pesantren karena memiliki potensi yang cukup baik yang ditinjau dari kualitas dan kuantitas air hujan wilayah pesantren. Potensi pemanenan air hujan berdasarkan hasil pengujian kualitas air hujan wilayah Pesantren Darul Aitami memenuhi syarat untuk dijadikan alternatif penggunaan air bersih di pesantren dilihat dari 4 parameter uji, potensi pemanenan berdasarkan kuantitas air hujan dapat memenuhi kebutuhan harian pada musim hujan untuk 4 asrama, serta dapat menjadi air tambahan untuk 1 asrama serta mushola.
2. Desain pemanenan air hujan berdasarkan hasil perhitungan didapatkan dimensi perpipaan tegak dan talang adalah 4, 5, 8, dan 10 inci dengan nilai kemiringan sebesar 1%. Volume tampungan Asrama Putra 1 digunakan tangki 2000 liter, Asrama Putra 2 dan 3 direncanakan tangki dengan volume 5700 liter, Asrama Putri 1 dan 2 direncanakan dua tangki dengan masing-masing ukuran 2250 liter, dan Mushola direncanakan tangki dengan volume 3000 liter.

5.2 Saran

Saran untuk pengembangan sistem pemanenan air hujan sebagai alternatif penyediaan air bersih adalah sebagai berikut:

1. Perlu adanya penambahan bangunan lain seperti sekolah pada kompleks pesantren untuk melihat potensi keseluruhan wilayah pesantren.
2. Perlunya penggunaan data hujan kawasan untuk mendapatkan curah hujan rata-rata kawasan untuk keakuratan data hujan.
3. Pengujian parameter lain untuk kualitas air hujan sehingga dapat memenuhi semua parameter untuk digunakan sebagai air bersih.
4. Perlu penambahan unit filtrasi pada sistem pemanenan air hujan di pondok Pesantren Darul Aitami agar kualitas air hujan dapat lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anantika, T., Wardhani, E., dan Halomoan, N. (2019). Application of Green Building Concept (Rainwater Harvesting) at Menara Cibinong Apartment. *Journal of Architectural Research and Education*, 1(2), 147–156.
- Arifin, M. H. R. (2021). Analisis Pemanfaatan Air Hujan sebagai Alternatif Penyediaan Air Sanitasi dan Pertanaman pada Kompleks Gedung Pemerintahan Kota Bandung. *Skripsi*. Institut Teknologi Nasional. Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, 5–26.
- Artiningrum, T., Havianto, C., Mukti, U. (2020). Potensi Pemanenan Air Hujan Sebagai Upaya Pemenuhan Air Baku Bagi Warga Desa (Studi Kasus: Desa Cikalong, Kabupaten Bandung Barat). *Geoplanart*, 3(1), 57–68.
- Badan Pusat Statistik Aceh Barat. (2020). Kecamatan Meureubo Dalam Angka 2021. Aceh Barat: Badan Pusat Statistik.
- Badan Standardisasi Nasional. (2015) Standar Nasional Indonesia 8153:2015 Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung.
- Bashar, M. Z. I., Karim, M. R., dan Imteaz, M. A. (2018). Reliability and economic analysis of urban rainwater harvesting: A comparative study within six major cities of Bangladesh. *Resources, Conservation and Recycling*, 133, 146-154.
- Dwivedi A.K, Patil V.B, dan Karankal A.B. (2013). Rooftop Rain Water Harvesting for Groundwater Recharge in an Educational Complex. *Glob. J. Res. Eng. Civ. Struct. Eng*, 13(1).
- Fajar, M., Ayatri, R., dan Zurfi, A. (2021). Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih Gedung Asrama TB 4 ITERA. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 8(2), 93–101.
- Fathi, A., dan Mahmoud, N. (2018). Heavy Metals in Harvested Rainwater Used for Domestic Purposes in Rural Areas (Yatta, Hebron as a Case Study). *Thesis*. Brizet University. Faculty of Graduate Studies. 1-14.
- Fitri, A., Pratiwi, D., Dewantoro, F., dan Lestari, F. (2022). Pemanenan Air Hujan

- Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih di Desa Banjarsari, Kabupaten Tanggamus. *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, 3(1), 55.
- Fitriana, E., Suprayogi, I., Fauzi, M., dan Nurdin, N. (2022). Sumbangan Teknologi Pemanenan Air Hujan Skala Individu Rumah Tangga Tipe 220 m² Atap Pelana untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih di Kecamatan Siak Kabupaten Siak. *Sainstek (e-Journal)*, 10(1), 10–16.
- Franchitka, R. A. R. (2020). Metode Filterisasi Sederhana Pada Pemanfaatan Air Hujan Di SD Negeri 066656 Kecamatan Medan Selayang Padang Bulan. *Jcebt*, 4(1), 11–17.
- Gunawan, M. N. G., dan Ismail, Y. I. (2020). Study of Rainwater Harvesting Implementation. *JIE Scientific Journal on Research and Application of Industrial System*, 5(1), 37.
- Haq, S. A. (2017). Rainwater Harvesting from Buildings. Switzerland: *Springer Nature*.
- Ismail. (2023). Pemanenan Air Hujan Sebagai Penyediaan Air Bersih di Kabupaten Takalar. *Jurnal Teknik Hidro*, 16(1), 44–53.
- Kementrian Kesehatan Republik Indonesia Nomor 02 Tahun 2023 Tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum.
- Kementrian Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2009 Tentang Pemanfaatan Air Hujan.
- Kementerian Pekerjaan Umum Republik Indonesia Tahun 2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan.
- Komala, P. S., dan Maisuara, Y. (2021). Perencanaan Sistem Plambing Air Hujan Pengembangan Hotel Grand Zuri Kota Padang. *Cived*, 8(3), 199.
- Marbun, F., Iskandarsyah, T. Y. W. M., Suganda, B. R., Nursiyam, M., Setiawan, T., dan Hadian, M. S. D. (2018). Potensi Air Tanah Berdasarkan Neraca Air pada Daerah Aliran Sungai Cikapundung Wilayah Cekungan Bandung, Jawa Barat. *Padjajaran Geoscience Jorunal*, 2(4), 294–301.

- Marni, E. (2019). Alternative savings of land water use in the areas of Ekasakti. *Journal of Scientech Research and Development*, 1(1), 52–60.
- Maryono, A. (2016). *Memanen Air Hujan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Miu, K. P., Husnan, R., dan Labdul, B. Y. (2022). Perencanaan Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Penyediaan Kebutuhan Air Bersih (Studi Kasus Desa Pelehu Kec. Bilato Kab. Gorontalo). *Composite Journal*, 2(1), 28–36.
- Nailah, F., dan Masduqi, A. (2018). Perencanaan Rainwater Harvesting dan Pengolahan Air Limbah di Pondok Pesantren Mambaul Ulum Bata-Bata Pamekasan. *Jurnal Teknik ITS*, 7(1), 7–9.
- Nitasari, A. N., Salsabila, F. N., Ramadhanty, D. T., Anggriawan, M. R., Amelia, D., Mardianto, M. F. F., dan Ana, E. (2023). Reduksi Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Air Hujan dengan Metode Analisis Komponen Utama. *Zeta - Math Journal*, 8(1), 7–15.
- Prihadi, L. R., Yulistyorini, A., dan Yono, M. (2019). Desain Sistem Pemanenan Air Hujan Pada Rumah Hunian di Daerah Karst Kabupaten Malang. *Jurnal Manajemen Aset Infrastruktur dan Fasilitas*, 3(1), 59–74.
- Purnomo, K. (2022). Perencanaan Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Penyediaan Kebutuhan Air Bersih (Studi Kasus Desa Pelehu Kec. Bilato Kab. Gorontalo). *Composite Journal*, 2(1), 28–36.
- Quaresvita, C. (2016). Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih (Studi Kasus Asrama ITS) Design Of Rainwater Harvesting System (Case Study Its Dormitory). *Skripsi*, 1–92.
- Raharja R , Arianti S , dan Vittorio. (2021). Analisis Potensi Penghematan Air Pdam Dengan Sistem Pemanenan Air Hujan Di Rusunawa Muara Baru. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4(1), 281-294.
- Saragi, T. E., Zai, E. O., dan Nainggolan, M. P. (2022). Studi Hidrologi Sungai Diski Kecamatan Hamparan Perak Kabupaten Deli Serdang (Studi Kasus). *Construct : Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 16–27.
- Silvia, C. S., dan Safriani, M. (2018). Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan Dengan Teknik Rainwater Harvesting Untuk Kebutuhan Domestik. *Jurnal*

Teknik Sipil Dan Teknologi Konstruksi, 4(1), 62–73.

Sofia, D. A., dan Nursila, N. (2019). Analisis Intensitas, Durasi, dan Frekuensi Kejadian Hujan di Wilayah Sukabumi. *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 4(1), 85.

Susilo, G. (2018). Rainwater Harvesting as Alternative Source for Wudlu Water in Indonesia. *Civil and Environmental Science*, 1(2), 62–69.

Sylviana, R., dan Hendriyana, D. (2018). Perencanaan Teknis Pemanenan Air Hujan Terintegrasi dengan Sumur Resapan. *Bentang : Jurnal Teoritis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 6(1), 93–107.

Triatmodjo, B. (2008). Hidrologi Terapan. Yogyakarta: Beta Offset.

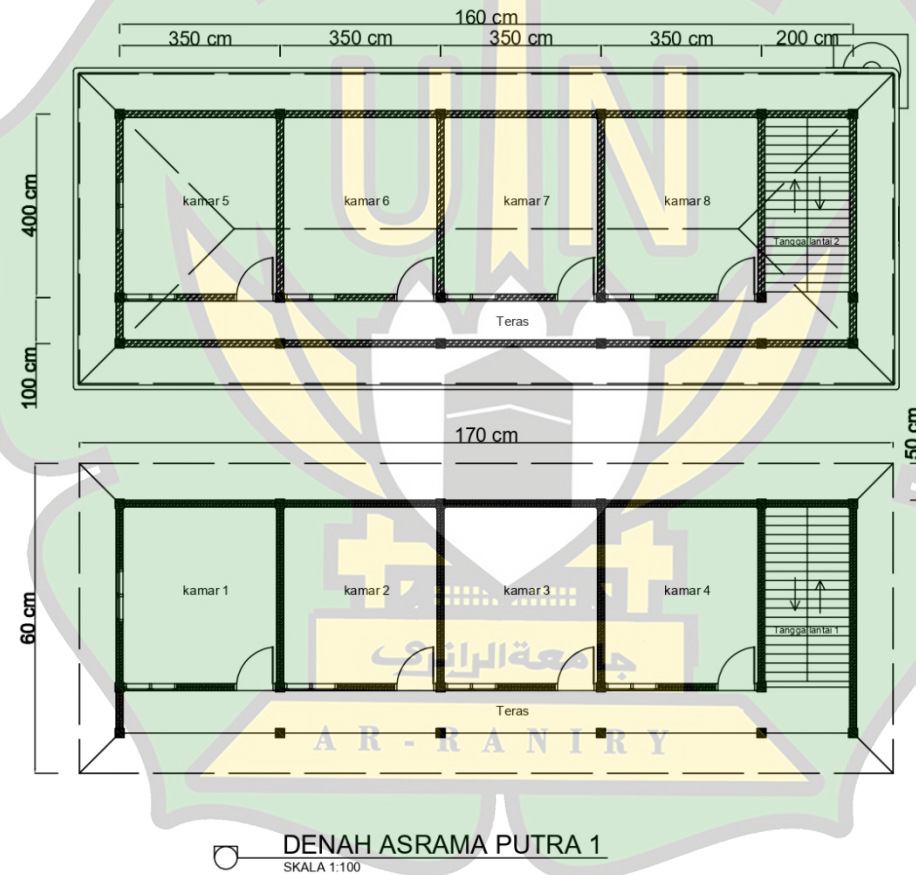
Undang-undang (UU) RI Nomor 17 Tahun 2019 Tentang Sumber Daya Air.

UN-Habitat. (2016). Rainwater Harvesting and Utilisation. *Blue Drop Series, Book 2: Beneficiaries dan Capacity Builders*, 87.

Wijayanti, A., Iswanto, B., dan Wartaman, A. S. (2023). Penyuluhan dan Pemasangan Sistem Pemanenan Air Hujan Di Desa Sukaluyu Kecamatan Teluk jambe Timur Kabupaten Karawang. *JUARA: Jurnal Wahana Abdimas Sejahtera*, 4 (1), 84–93.



LAMPIRAN A



PROGRAM STUDI TEKNIK
LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS
DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS
ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH 2023

Judul Gambar

Perencanaan sistem
pemanenan air hujan di
pondok pesantren Darul
Aitami Kabupaten Aceh Barat

Lokasi

Ujung Tanjung,
Meureubo, Aceh Barat

Nama Gambar

Denah Asrama Putra 1

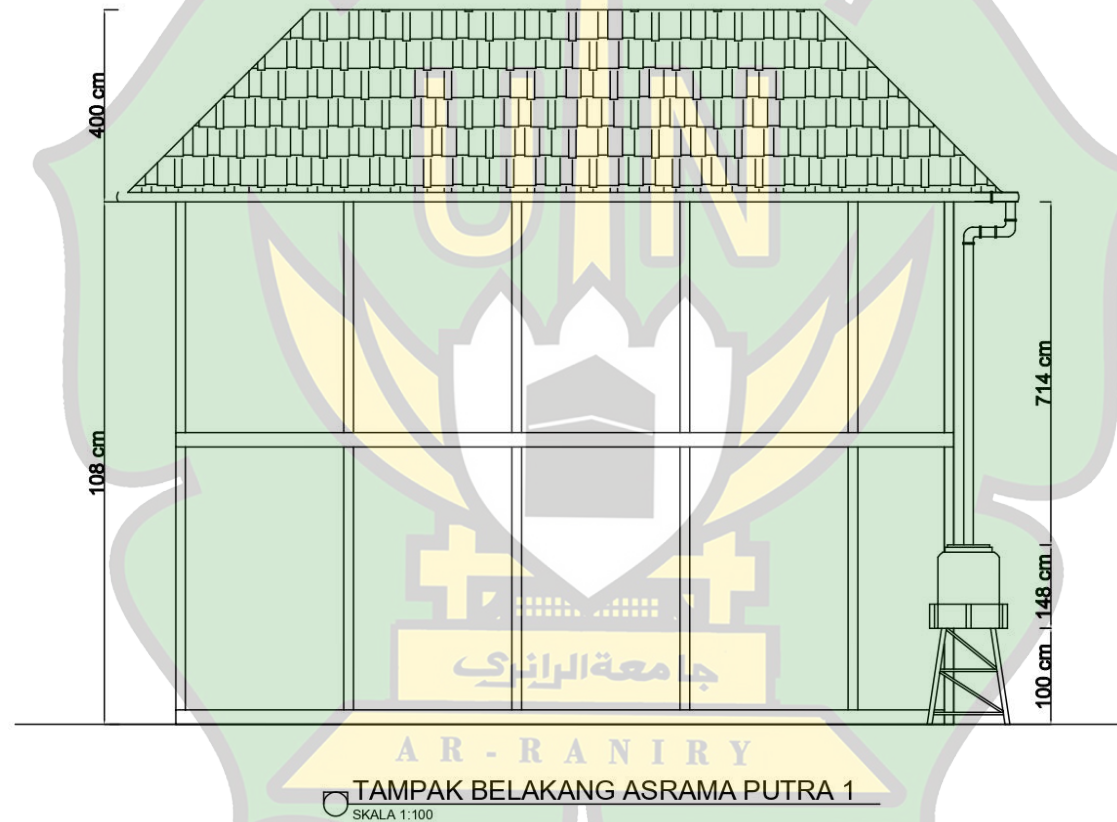
Digambar Oleh

Rijal Effendi
200702004

Dosen Pembimbing

Aulia Rohendi, S.T., M.Sc
M. Faisi Ikhwali, S.T., M. Eng.

No	Skala	Jumlah
1	1:100	14



PROGRAM STUDI TEKNIK
LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS
DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS
ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH 2023

Judul Gambar

Perencanaan sistem
pemanenan air hujan di
pondok pesantren Darul
Aitami Kabupaten Aceh Barat

Lokasi

Ujung Tanjong,
Meureubo, Aceh Barat

Nama Gambar

Tampak Belakang
Asrama Putra 1

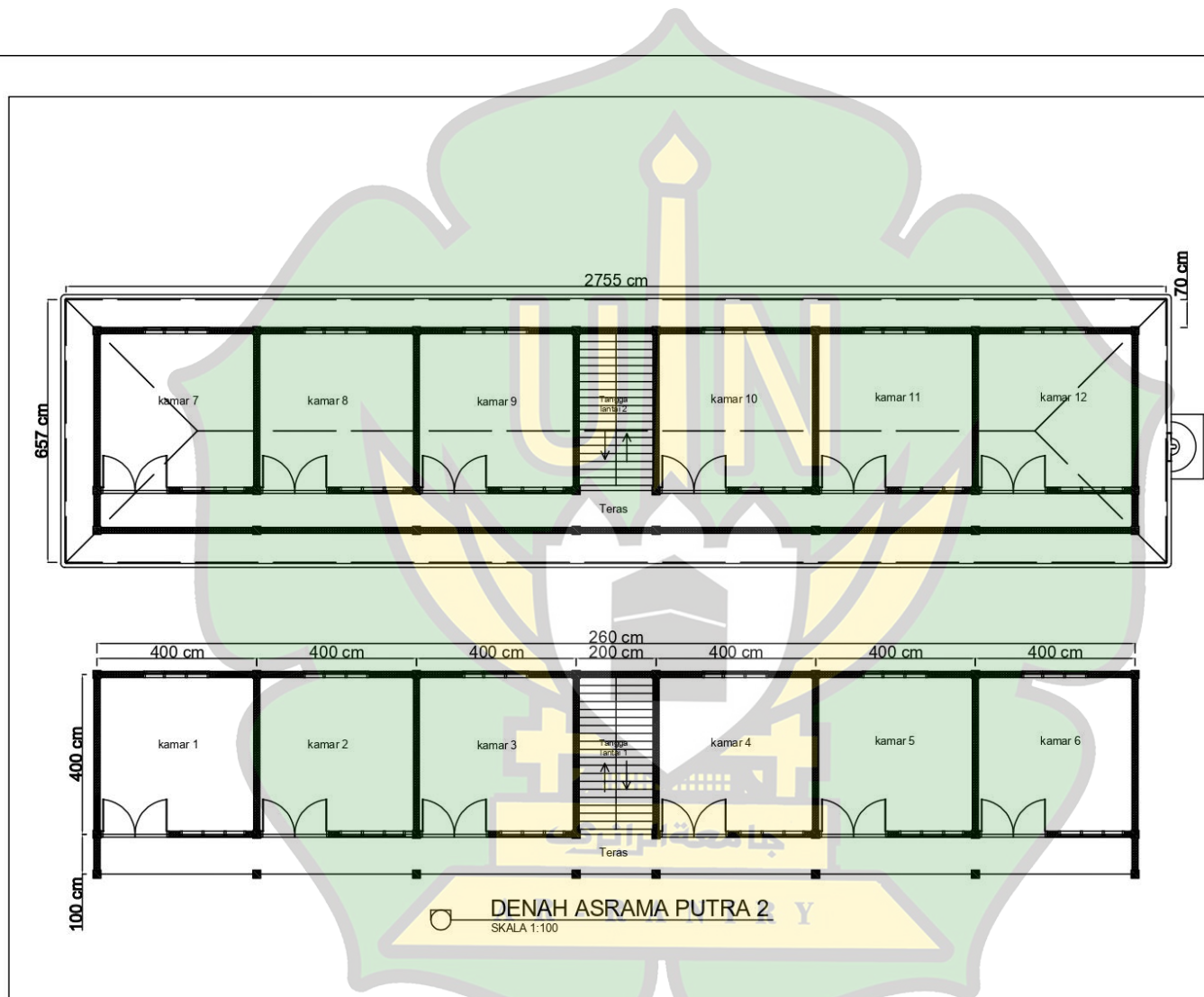
Digambar Oleh

Rijal Effendi
200702004

Dosen Pembimbing

Aulia Rohendi, S.T., M.Sc
M. Faisi Ikhwail, S.T., M. Eng,

No	Skala	Jumlah
2	1:100	14



PROGRAM STUDI TEKNIK
LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS
DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS
ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH 2023

Judul Gambar

Perencanaan sistem
pemanenan air hujan di
pondok pesantren Darul
Aitami Kabupaten Aceh Barat

Lokasi

Ujung Tanjong,
Meureubo, Aceh Barat

Nama Gambar

Denah Asrama Putra 2

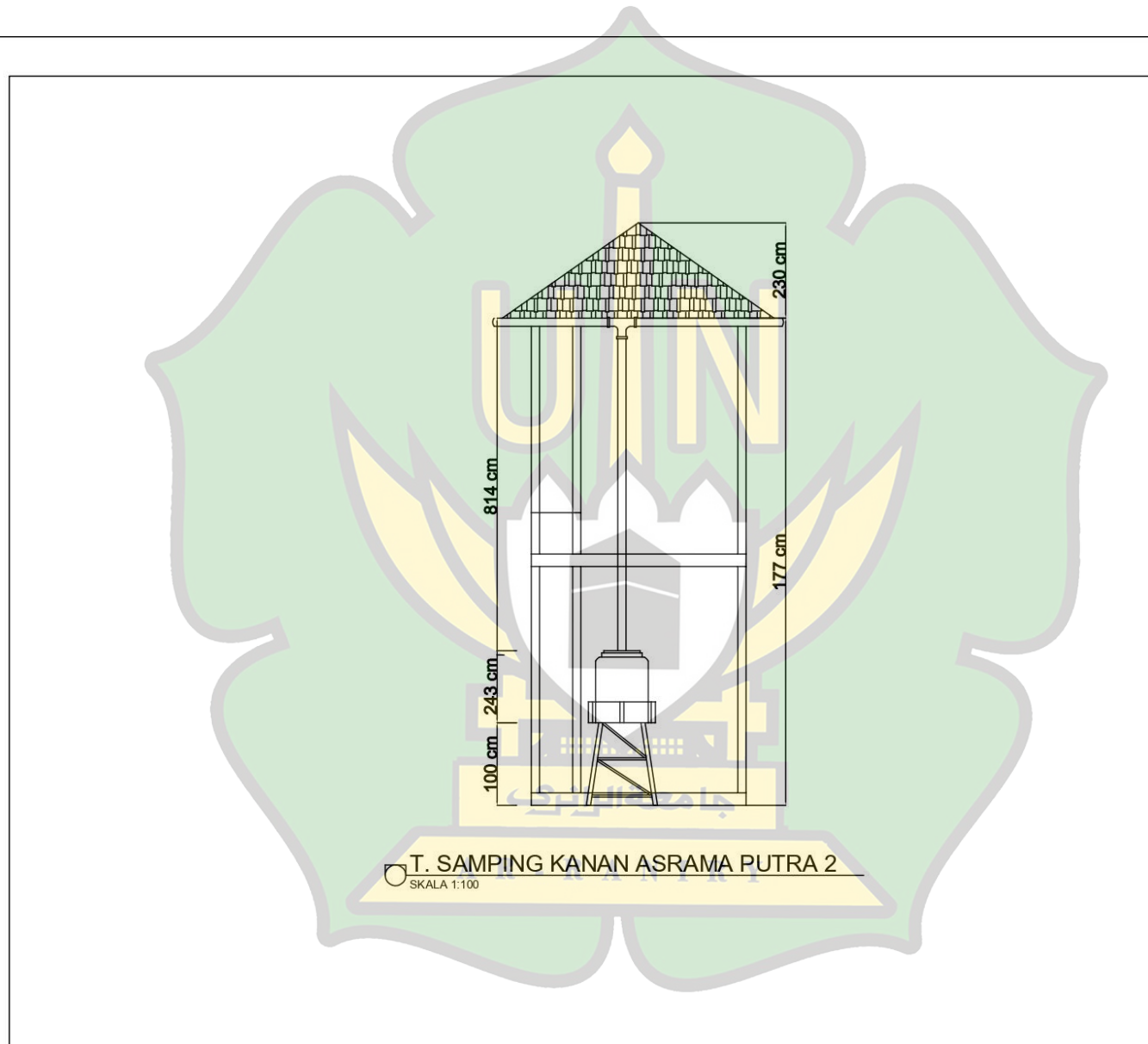
Digambar Oleh

Rijal Effendi
200702004

Dosen Pembimbing

Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
M. Faisi Ikhwali, S.T., M. Eng.,

No	Skala	Jumlah
3	1:100	14



PROGRAM STUDI TEKNIK
LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS
DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS
ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH 2023

Judul Gambar

Perencanaan sistem
pemanenan air hujan di
pondok pesantren Darul
Aitami Kabupaten Aceh Barat

Lokasi

Ujung Tanjong,
Meureubo, Aceh Barat

Nama Gambar

Tampak Samping
Kanan Asrama Putra 2

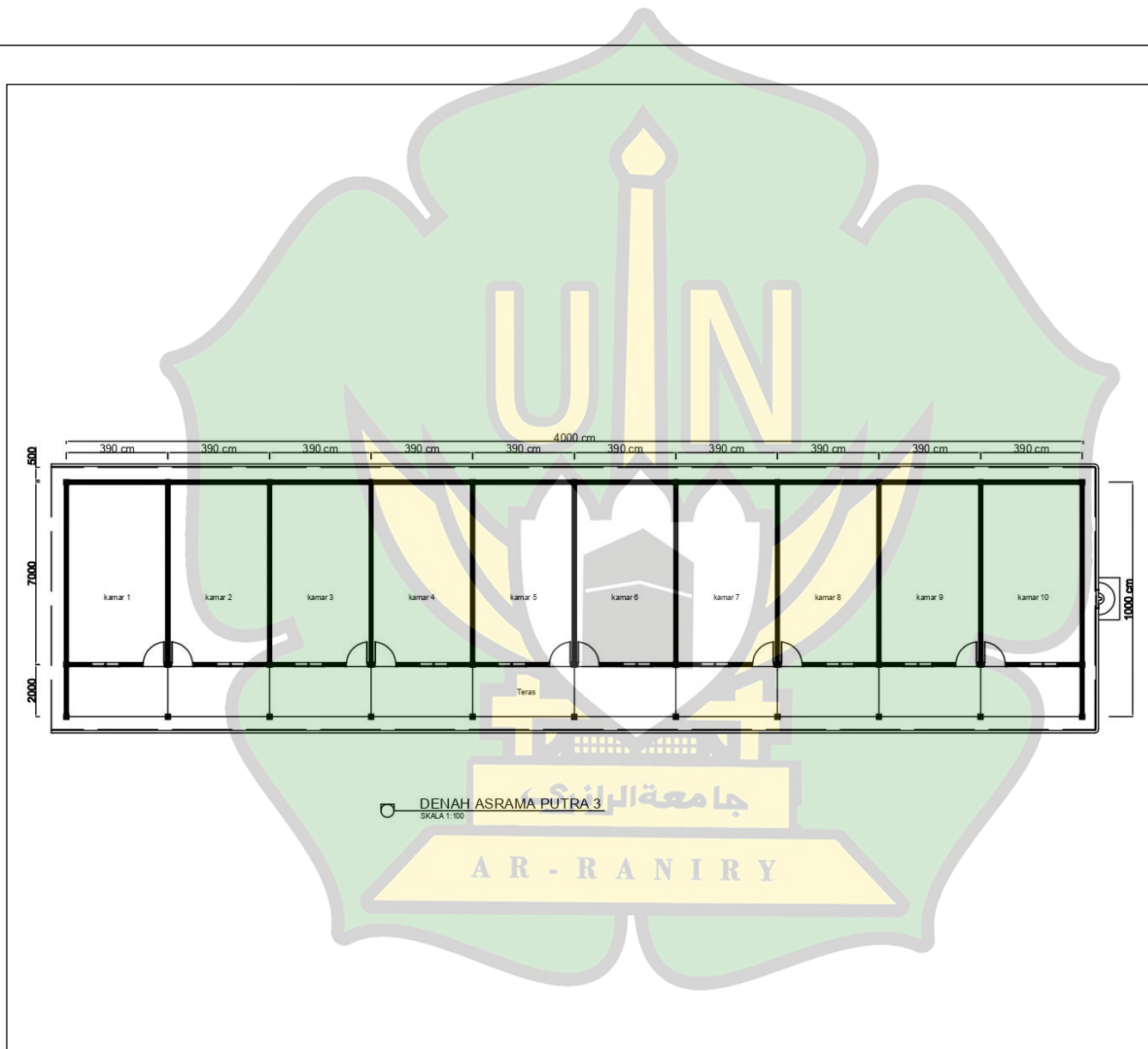
Digambar Oleh

Rijal Effendi
200702004

Dosen Pembimbing

Aulia Rohendi, S.T.,M.Sc
M. Faisi Ikhwali, S.T.,M. Eng,

No	Skala	Jumlah
4	1:100	14



PROGRAM STUDI TEKNIK
LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS
DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS
ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH 2023

Judul Gambar

Perencanaan sistem
pemanenan air hujan di
pondok pesantren Darul
Aitami Kabupaten Aceh Barat

Lokasi

Ujung Tanjong,
Meureubo, Aceh Barat

Nama Gambar

Denah Asrama Putra 3

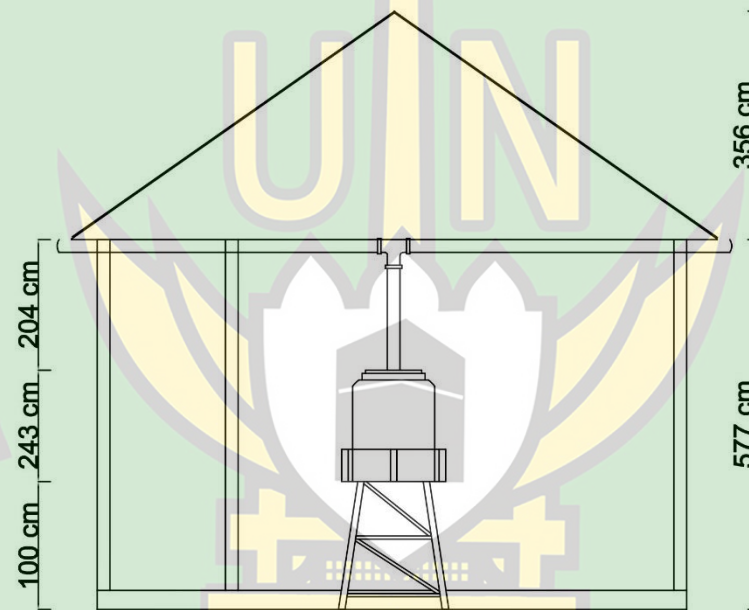
Digambar Oleh

Rijal Effendi
200702004

Dosen Pembimbing

Aulia Rohendi, S.T., M.Sc
M. Faisi Ikhwali, S.T., M. Eng,

No	Skala	Jumlah
5	1:100	14



T. SAMPING KANAN ASRAMA PUTRA 3

SKALA 1:100



PROGRAM STUDI TEKNIK
LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS
DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS
ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH 2023

Judul Gambar

Perencanaan sistem
pemanenan air hujan di
pondok pesantren Darul
Aitami Kabupaten Aceh Barat

Lokasi

Ujung Tanjong,
Meureubo, Aceh Barat

Nama Gambar

T. S. Kanan Asrama Putra 3

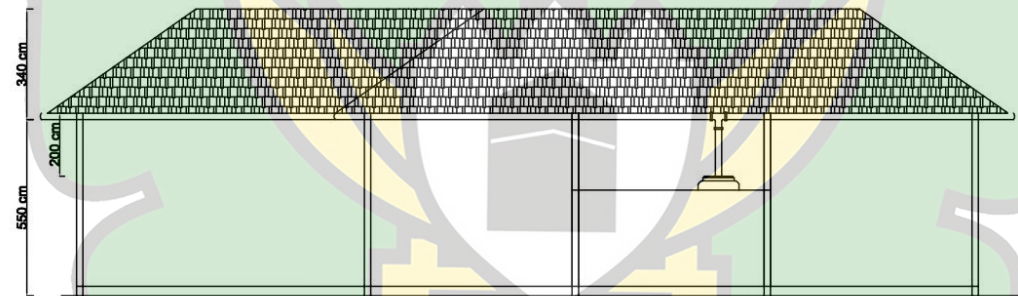
Digambar Oleh

Rijal Effendi
200702004

Dosen Pembimbing

Aulia Rohendi, S.T.,M.Sc
M. Faisi Ikhwali, S.T.,M. Eng,

No	Skala	Jumlah
6	1:100	14



T. SAMPING KIRI ASRAMA PUTRI 1
SKALA 1:100

AR - RANIRY



PROGRAM STUDI TEKNIK
LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS
DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS
ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH 2023

Judul Gambar

Perencanaan sistem
pemanenan air hujan di
pondok pesantren Darul
Aitami Kabupaten Aceh Barat

Lokasi

Ujung Tanjong,
Meureubo, Aceh Barat

Nama Gambar

Tampak Kiri Asrama
Putri 1

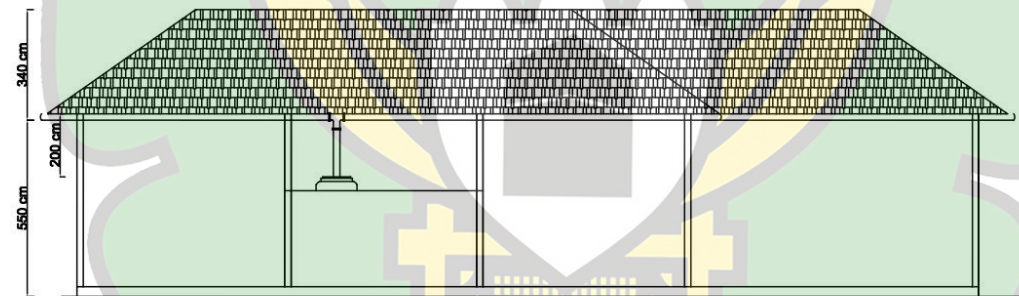
Digambar Oleh

Rijal Effendi
200702004

Dosen Pembimbing

Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
M. Faisi Ikhwali, S.T., M. Eng.

No	Skala	Jumlah
11	1:100	14



T. SAMPING KANAN ASRAMA PUTRI 1
SKALA 1:100

AR - RANIRY



PROGRAM STUDI TEKNIK
LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS
DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS
ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH 2023

Judul Gambar

Perencanaan sistem
pemanenan air hujan di
pondok pesantren Darul
Aitami Kabupaten Aceh Barat

Lokasi

Ujung Tanjong,
Meureubo, Aceh Barat

Nama Gambar

Tampak Kanan Asrama
Putri 1

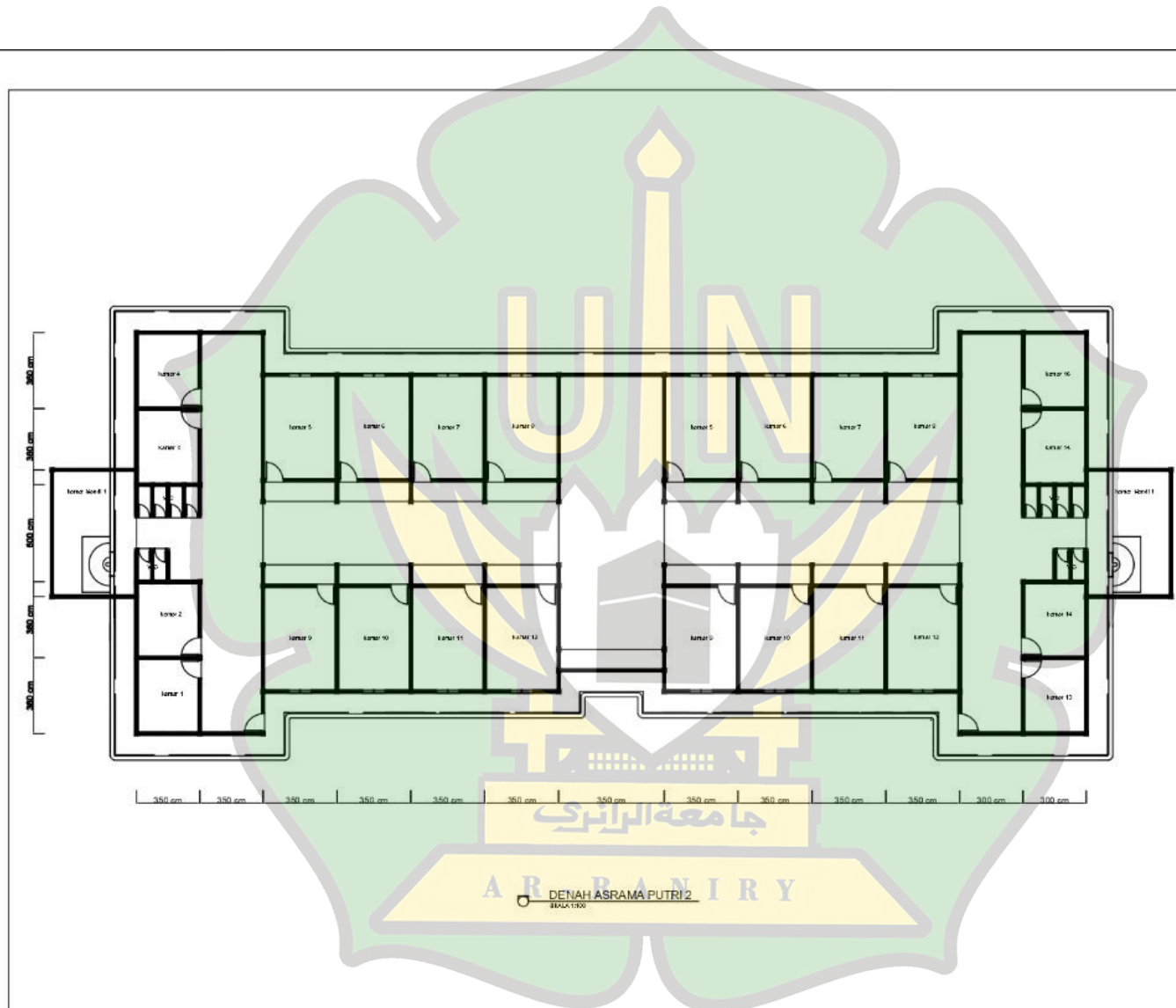
Digambar Oleh

Rijal Effendi
200702004

Dosen Pembimbing

Aulia Rohendi, S.T., M.Sc.
M. Faisi Ikhwali, S.T., M. Eng.

No	Skala	Jumlah
10	1:100	14



PROGRAM STUDI TEKNIK
LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS
DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS
ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH 2023

Judul Gambar

Perencanaan sistem
pemanenan air hujan di
pondok pesantren Darul
Aitami Kabupaten Aceh Barat

Lokasi

Ujung Tanjong,
Meureubo, Aceh Barat

Nama Gambar

Denah Asrama Putri 2

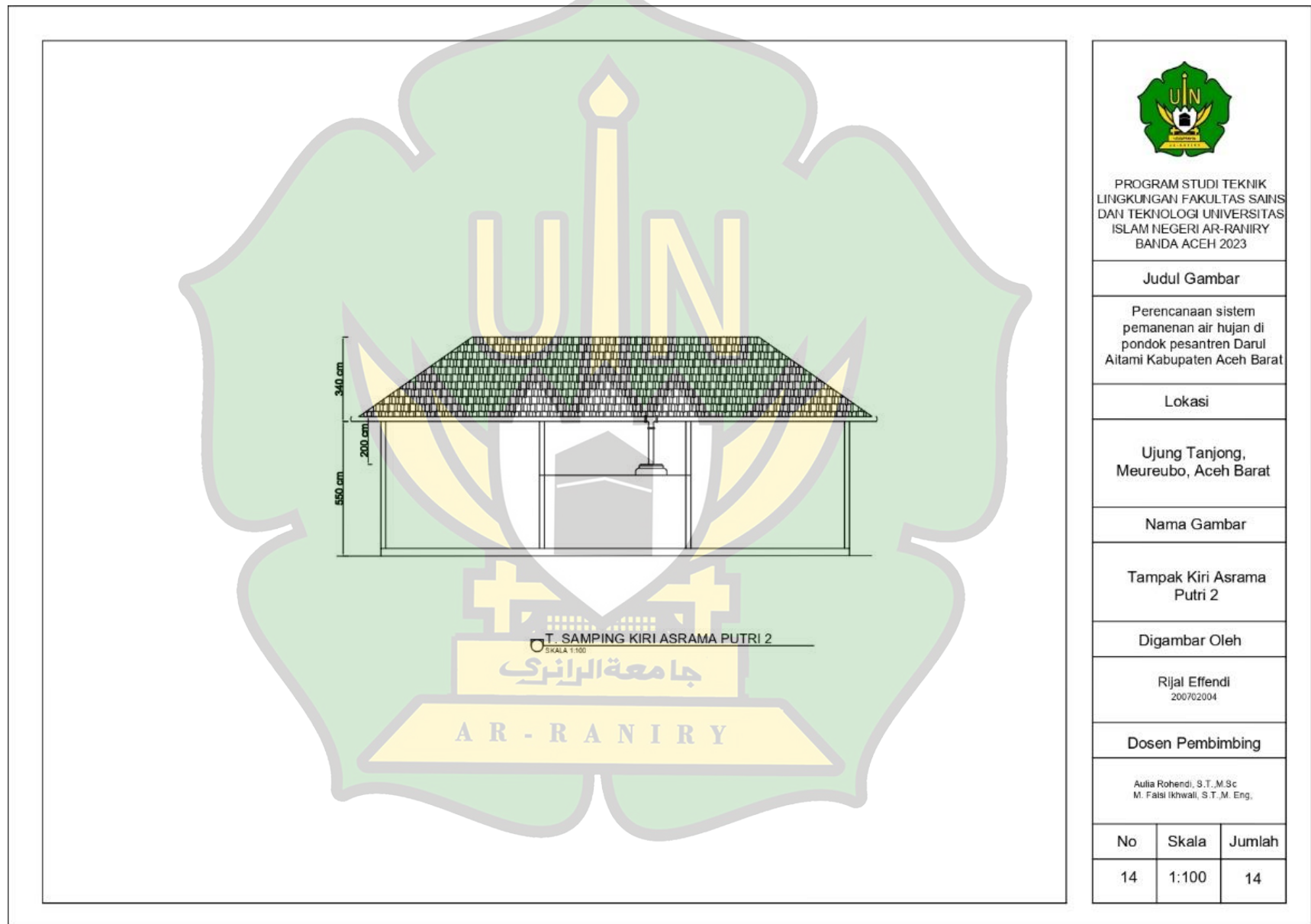
Digambar Oleh

Rijal Effendi
200702004

Dosen Pembimbing

Aulia Rohendi, S.T., M.Sc
M. Falsi Ikhwal, S.T., M. Eng.

No	Skala	Jumlah
12	1:100	14



PROGRAM STUDI TEKNIK
LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS
DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS
ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH 2023

Judul Gambar

Perencanaan sistem
pemanenan air hujan di
pondok pesantren Darul
Altami Kabupaten Aceh Barat

Lokasi

Ujung Tanjong,
Meureubo, Aceh Barat

Nama Gambar

Tampak Kiri Asrama
Putri 2

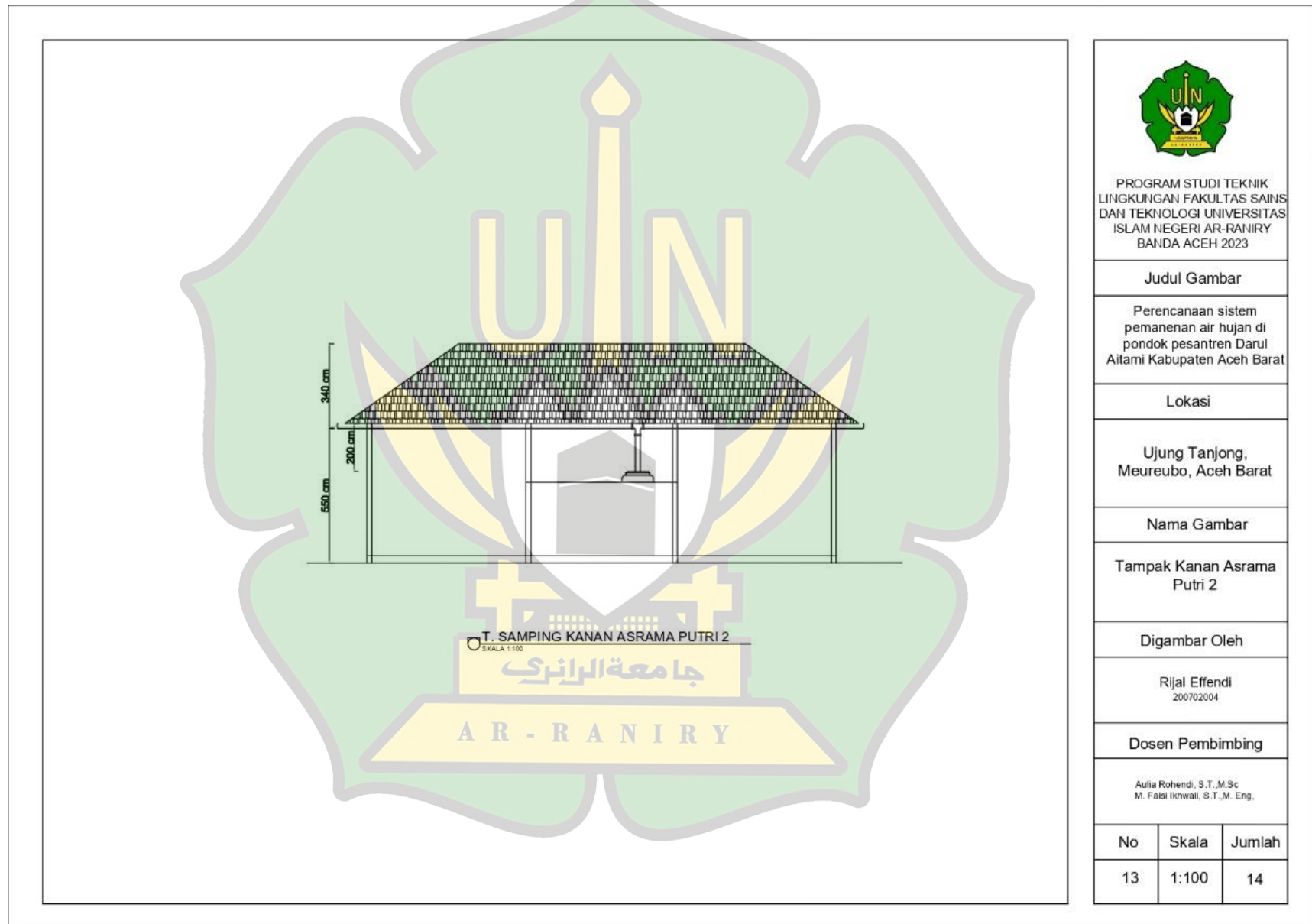
Digambar Oleh

Rijal Effendi
200702004

Dosen Pembimbing

Aulia Rohendi, S.T., M.Sc
M. Faisi Ikhwail, S.T., M. Eng.

No	Skala	Jumlah
14	1:100	14



PROGRAM STUDI TEKNIK
LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS
DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS
ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH 2023

Judul Gambar

Perencanaan sistem
pemanenan air hujan di
pondok pesantren Darul
Aitami Kabupaten Aceh Barat

Lokasi

Ujung Tanjong,
Meureubo, Aceh Barat

Nama Gambar

Tampak Kanan Asrama
Putri 2

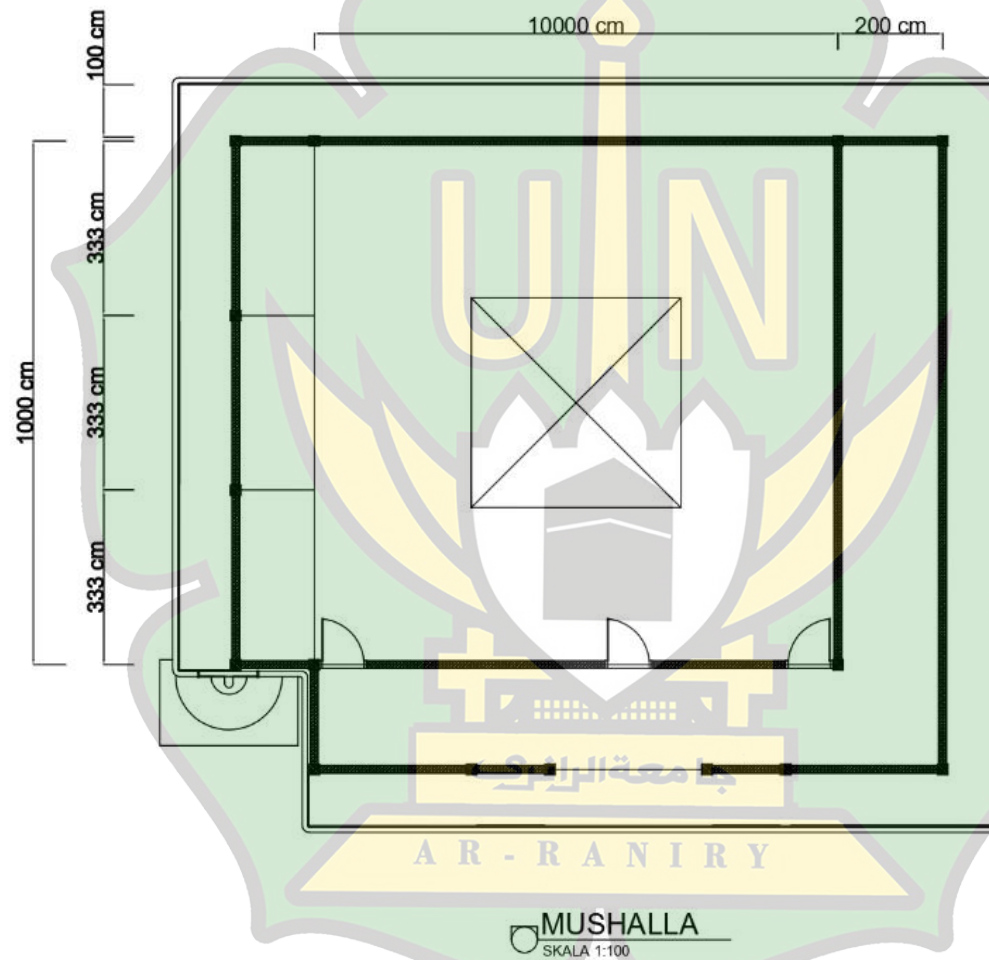
Digambar Oleh

Rijal Effendi
200702004

Dosen Pembimbing

Aulia Rohendi, S.T., M.Sc
M. Faizal Ikhwali, S.T., M. Eng.

No	Skala	Jumlah
13	1:100	14



PROGRAM STUDI TEKNIK
LINGKUNGAN FAKULTAS SAINS
DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS
ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH 2023

Judul Gambar

Perencanaan sistem
pemanenan air hujan di
pondok pesantren Darul
Aitami Kabupaten Aceh Barat

Lokasi

Ujung Tanjong,
Meureubo, Aceh Barat

Nama Gambar

Mushalla

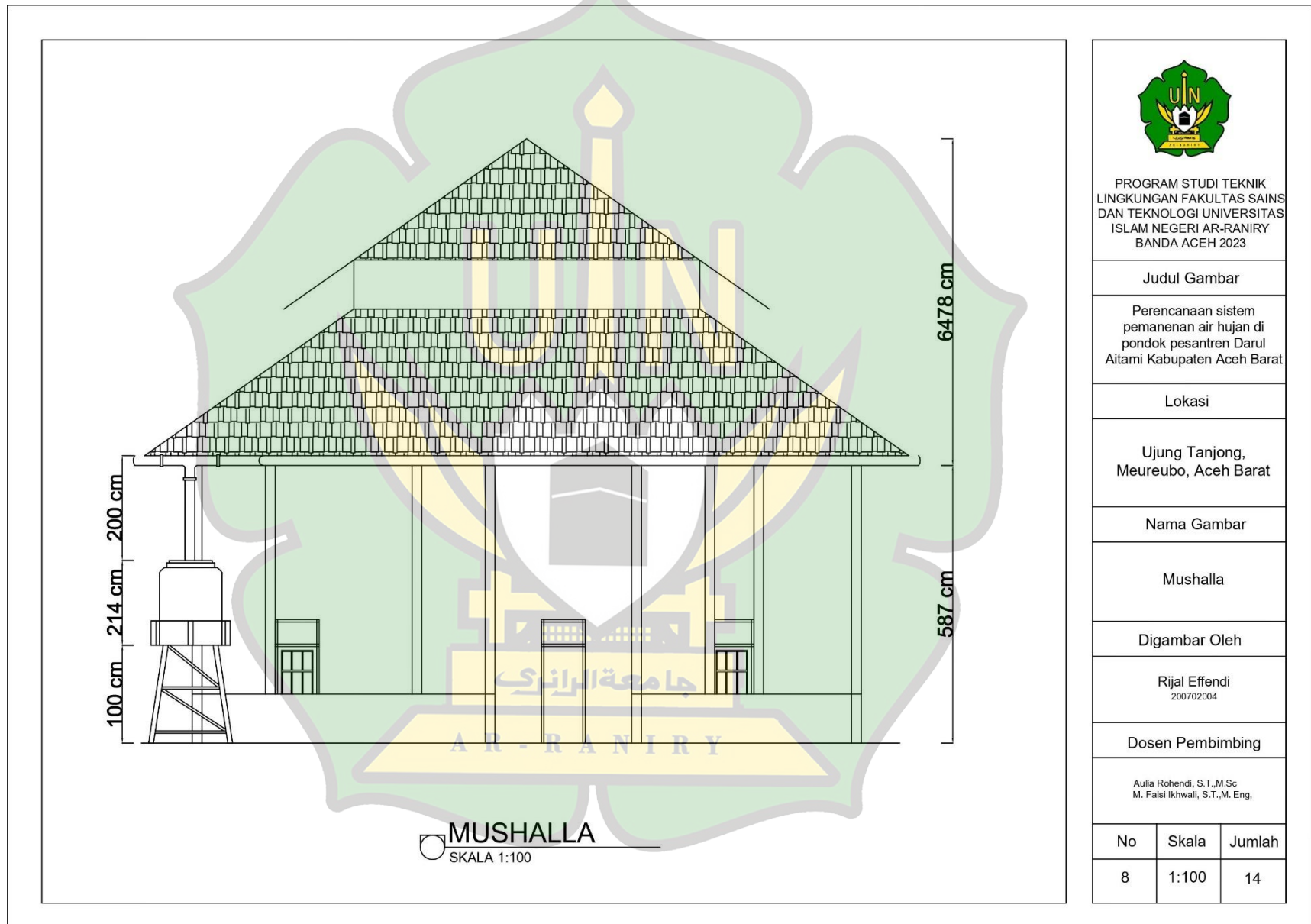
Digambar Oleh

Rijal Effendi
200702004

Dosen Pembimbing

Aulia Rohendi, S.T., M.Sc
M. Falsi Ikhwali, S.T., M. Eng.

No	Skala	Jumlah
7	1:100	14



LAMPIRAN B

1. Langkah Analisis Curah Hujan Rancangan

Pada umumnya terdapat 3 (tiga) langkah dalam analisis curah hujan rencana, yaitu:

1. Menentukan jenis distribusi data,
2. Uji kesesuaian distribusi,
3. Analisis curah hujan rencana.

1.1 Menentukan jenis probabilitas

Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data dengan syarat masing-masing jenis distribusi, syarat distribusi dapat dilihat pada tabel:

Tabel B.1 Persyaratan parameter statistik suatu distribusi

No	Distribusi	Persyaratan
1	Gumbel	$C_s = 1,14$ $C_k = 5,4$
2	Normal	$C_s \approx 0$ $C_k \approx 3$
3	Log Normal	$C_s = C_v^3 + 3C_v$ $C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$
4	Log Pearson III	Selain dari nilai diatas

Sumber: Bambang, T (2008)

Keterangan:

- e) Koefesien Kemencengan (C_s) $= \frac{n \sum_{i=1}^1 ((X_i - \bar{X}))^3}{(n-1)(n-2)(S)^3}$
- f) Koefesien Kurtosis (C_k) $= \frac{n^2 \sum_{i=1}^1 ((X_i - \bar{X}))^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4}$
- g) $\bar{X}$ = nilai rata-rata dari X $= \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$
- h) Standar Deviasi (S) $= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ((X_i - \bar{X}))^2}{n-1}}$
- i) X_i = data hujan ke-i
- j) N = jumlah data

Selain menggunakan persyaratan yang tertera pada tabel, untuk mendapat hasil perhitungan yang meyakinkan, atau tidak terpenuhinya persyaratan pada tabel maka dalam menentukan distribusi yang akan digunakan biasanya dilakukan uji Chi-Kuadrat atau Smirnov Kolmogorov.

Tabel B.2 Data curah hujan harian maksimum Aceh Barat

Tahun	Curah hujan harian maksimum (Xi) (mm)
2013	46.85
2014	79.72
2015	63.99
2016	105.89
2017	275.63
2018	80.12
2019	69.59
2020	166.81
2021	143.92
2022	120.73
Jumlah	1153.3

Sumber: NASA Power

Penyelesaian

a. Nilai rata-rata

Nilai rata-rata dihitung dengan menjumlahkan data dan dibagi dengan jumlah data $n=10$

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \\ &= \frac{1153,3}{10} \\ &= 115 \text{ mm}\end{aligned}$$

b. Standar Deviasi

Standar deviasi dihitung dengan mengakarkan selisih curah hujan dengan rata-rata lalu dibagi banyak data kurang satu ($n-1$)

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

$$= \sqrt{\frac{41207,212}{9}}$$

$$= 67,665$$

c. Koefesien Kemencengan

Koefesien kemencengan dihitung dengan menjumlahkan pangkat tiga dari selisih curah hujan dengan rerata lalu dikali dengan jumlah data serta dibagi dengan (n-1) (n-2) dan standar deviasi yang dipangkatkan tiga.

$$\begin{aligned} C_s &= \frac{n \sum_{i=1}^i ((X_i - \bar{X}))^3}{(n-1)(n-2)(S)^3} \\ &= \frac{10 \times 3.637.857}{(9)(8)(309.810)} \\ &= 1,631 \end{aligned}$$

d. Koefesien Kurtosis

Koefesien kemencengan dihitung dengan menjumlahkan pangkat empat dari selisih curah hujan dengan rerata lalu dikali dengan jumlah data pangkat dua dan dibagi dengan (n-1) (n-2) (n-3) serta standar deviasi yang dipangkatkan empat.

$$\begin{aligned} C_k &= \frac{n^2 \sum_{i=1}^i ((X_i - \bar{X}))^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4} \\ &= \frac{100 \times 704.523.196}{(9)(8)(7)(20.963.386)} \\ &= 6,668 \end{aligned}$$

e. Koefesien Variasi

Koefesien variansi dihitung dengan cara membagi standar deviasi dengan rata-rata

$$\begin{aligned} C_v &= \frac{s}{\bar{x}} \\ &= \frac{67,665}{115} \\ &= 0,587 \end{aligned}$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel B.3 Perhitungan parameter statistik Normal dan Gumbel

No	Tahun	Curah hujan harian maksimum (mm)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
1	2013	46.85	-68.48	4688.83	-321067	21985086
2	2014	79.72	-35.61	1267.72	-45137	1607104
3	2015	63.99	-51.34	2635.28	-135282	6944712
4	2016	105.89	-9.44	89.02	-840	7924
5	2017	275.63	160.31	25697.69	4119469	660371427
6	2018	80.12	-35.21	1239.39	-43633	1536093
7	2019	69.59	-45.74	2091.69	-95663	4375168
8	2020	166.81	51.49	2650.71	136472	7026238
9	2021	143.92	28.60	817.67	23381	668591
10	2022	120.73	5.41	29.21	158	853
Jumlah		1153.3		41207.212	3637857	704523196
$\bar{X}$		115		4120.721	363786	70452320
S		67.665				
Cs		1.631				
Ck		6.668				
Cv		0.587				

Data rata-rata bulanan dalam 10 tahun di Kabupaten Aceh Barat seperti ditunjukkan pada tabel 2. Hitung nilai rata-rata ($\bar{X}$), standar deviasi (S), koefesien kemencengan (Cs), koefesien kurtosis (Ck), dan koefesien variasi (Cv).

Dalam perhitungan ini data curah hujan dilogaritmakan terlebih dahulu, perhitungan logaritma dapat menggunakan *Ms Excel*. Hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut

Tabel B.4 Data curah hujan setelah dilogaritmakan

Tahun	Curah hujan rata-rata (X_i) (mm)	log X_i
2013	46.85	1.671
2014	79.72	1.902
2015	63.99	1.806
2016	105.89	2.025

Tahun	Curah hujan rata-rata (Xi) (mm)	log Xi
2017	275.63	2.440
2018	80.12	1.904
2019	69.59	1.843
2020	166.81	2.222
2021	143.92	2.158
2022	120.73	2.082

a. Nilai rata-rata

Nilai rata-rata dihitung dengan menjumlahkan data hujan yang telah dilogaritmakan dan dibagi dengan jumlah data $n=10$

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} \\ &= \frac{20,052}{10} \\ &= 2,005\end{aligned}$$

b. Standar Deviasi

Standar deviasi dihitung dengan mengakarkan selisih curah hujan yang dilogaritma dengan rata-rata lalu dibagi banyak data kurang satu ($n-1$)

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ((\text{Log } X_i - \bar{X}))^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{0,465}{9}} \\ &= 0,227\end{aligned}$$

c. Koefesien Kemencengan

Koefesien kemencengan dihitung dengan menjumlahkan pangkat tiga dari selisih curah hujan dengan rerata lalu dikali dengan jumlah data serta dibagi dengan $(n-1)(n-2)$ dan standar deviasi yang dipangkatkan tiga,

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n ((\text{Log } X_i - \bar{X}))^3}{(n-1)(n-2)(S)^3}$$

$$= \frac{0,0448}{0.845}$$

$$= 0,53$$

d. Koefesien Kurtosis

Koefesien kurtosis dihitung dengan menjumlahkan pangkat empat dari selisih curah hujan dengan rerata lalu dikali dengan jumlah data pangkat dua dan dibagi dengan (n-1) (n-2) (n-3) serta standar deviasi yang dipangkatkan empat,

$$C_k = \frac{n^2 \sum_{i=1}^n ((\text{Log } X_i - \bar{X}))^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4}$$

$$= \frac{0,053}{1,346}$$

$$= 3,987$$

e. Koefesien Variasi

Koefesien variansi dihitung dengan cara membagi standar deviasi dengan rata-rata

$$C_v = \frac{\text{Log } s}{\log \bar{x}}$$

$$= \frac{0,227}{2,005}$$

$$= 0,113$$

Perhitungan lengkap dapat dilihat pada tabel:

Tabel B.5 Perhitungan parameter statistik Log Normal dan Log Pearson

No	Tahun	Curah hujan harian maksimum (Xi) (mm)	log Xi	log (Xi - $\bar{X}$)	log (Xi - $\bar{X}$) ²	log (Xi - $\bar{X}$) ³	log (Xi - $\bar{X}$) ⁴
1	2013	46.85	1.671	-0.334	0.11188	-0.0374246	0.0125182406 9
2	2014	79.72	1.902	-0.104	0.01074	-0.0011130	0.0001153493 9
3	2015	63.99	1.806	-0.199	0.03964	-0.0078912	0.0015710640 5
4	2016	105.89	2.025	0.020	0.00039	0.0000076	0.0000001491 9
5	2017	275.63	2.440	0.435	0.18933	0.0823838	0.0358472158 7
6	2018	80.12	1.904	-0.101	0.01029	-0.0010445	0.0001059721

No	Tahun	Curah hujan harian maksimum (Xi) (mm)	log Xi	log (Xi - $\bar{X}$)	log (Xi - $\bar{X}$) ²	log (Xi - $\bar{X}$) ³	log (Xi - $\bar{X}$) ⁴
							6
7	2019	69.59	1.843	-0.163	0.02646	-0.0043033	0.00069995130
8	2020	166.81	2.222	0.217	0.04710	0.0102212	0.00221820860
9	2021	143.92	2.158	0.153	0.02338	0.0035759	0.00054682872
10	2022	120.73	2.082	0.077	0.00587	0.0004497	0.00003445260
Jumlah		1153	20.052	0.00000	0.465084	0.04486149246	0.053657432627
log $\bar{X}$		2.005201664					
S log $\bar{X}$		0.227					
Cs		0.53					
Ck		3.987					
Cv		0.113367					

1.2 Perhitungan Distribusi Probabilitas

1.2.1 Metode Gumbel

Curah hujan rencana metode Gumbel dapat diperoleh secara statistik dengan rumus berikut:

$$X = \bar{X} + S \times K$$

Keterangan rumus:

X = Hujan rencana atau debit dengan periode ulang T

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata dari data hujan (X)

S = Standar deviasi dari data curah hujan (X)

K = Faktor frekuensi Gumbel

$$= \frac{Y_t \cdot Y_n}{S_n}$$

$$Y_t = -\ln - \ln \frac{T-1}{T}$$

S_n = Reduced standart deviasi (lihat pada lampiran C)

Y_n = Reduced mean. (lihat pada lampiran C)

Data hujan harian maksimum dalam 10 tahun seperti yang tertera pada Tabel B.2. Hitung besar hujan rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun menggunakan metode Distribusi Probabilitas Gumbel.

Penyelesaian:

1. Hitung parameter statistik data seperti pada tabel

a. Rata-rata

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} \\ &= \frac{1153,3}{10} \\ &= 115 \text{ mm}\end{aligned}$$

b. Standar Deviasi

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n ((X_i - \bar{X}))^2}{n-1}} \\ &= \sqrt{\frac{41207,212}{9}} \\ &= 67,665\end{aligned}$$

2. Hitung nilai K

Dengan data (n) = 10, maka berdasarkan tabel pada lampiran C.3 didapat:

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9497$$

$$Y_t = -\ln - \ln \frac{T-1}{T}$$

$$\begin{aligned}K &= \frac{Y_t - Y_n}{S_n} \\ &= \frac{Y_t - 0,4952}{0,9496}\end{aligned}$$

Didapat hasil masing-masing periode ulang:

$$\begin{aligned}Y_{t_2} &= -\ln - \ln \frac{2-1}{2} \\ &= 0,3665\end{aligned}$$

$$Y_{t_5} = -\ln - \ln \frac{5-1}{5}$$

$$= 1,4999$$

$$Y_{t_{10}} = -Ln - Ln \frac{10-1}{10}$$

$$= 2,2503$$

$$Y_{t_{25}} = -Ln - Ln \frac{25-1}{25}$$

$$= 3,1985$$

$$Y_{t_{50}} = -Ln - Ln \frac{50-1}{50}$$

$$= 3,9019$$

$$Y_{t_{100}} = -Ln - Ln \frac{100-1}{100}$$

$$= 4,6001$$

Selanjutnya dapat dihitung nilai K masing-masing periode ulang:

$$K_2 = \frac{0,3665 - 0,4952}{0,9496}$$

$$= -0,1355$$

$$K_5 = \frac{1,4999 - 0,4952}{0,9496}$$

$$= 1,0580$$

$$K_{10} = \frac{2,2503 - 0,4952}{0,9496}$$

$$= 1,8483$$

$$K_{25} = \frac{3,1985 - 0,4952}{0,9496}$$

$$= 2,8468$$

$$K_{50} = \frac{3,9019 - 0,4952}{0,9496}$$

$$= 3,5875$$

$$K_{100} = \frac{4,6001 - 0,4952}{0,9496}$$

$$= 4,3228$$

3. Hitung nilai hujan rencana masing-masing periode ulang:

Nilai $\bar{X} = 115 \text{ mm}$

Nilai $S = 67,665$

Hujan Rancangan: $X_T = \bar{X} + K \times S$

$$X_2 = 115 + (-0,1355) \times 67,665$$

$$X_2 = 106,16 \text{ mm}$$

$$X_5 = 115 + 1,0580 \times 67,665$$

$$X_5 = 186,92 \text{ mm}$$

$$X_{10} = 115 + (2,2503) \times 67,665$$

$$X_{10} = 240,39 \text{ mm}$$

$$X_{25} = 115 + (2,8468) \times 67,665$$

$$X_{25} = 307,96 \text{ mm}$$

$$X_{50} = 115 + (3,5875) \times 67,665$$

$$X_{50} = 358,08 \text{ mm}$$

$$X_{100} = 115 + (4,3228) \times 67,665$$

$$X_{100} = 407,83 \text{ mm}$$

Tabel B.6 Rekapitulasi perhitungan hujan rancangan metode Gumbel

T	Y_t	K	Hujan Rencana (mm)
100	4,600149	4,322819	407.83
50	3,901939	3,587551	358.08
25	3,198534	2,846814	307.96
10	2,250367	1,848323	240.39
5	1,49994	1,058067	186.92
2	0,366513	-0,13552	106.16

1.2.2 Metode Normal

Curah hujan rencana metode Normal dapat diperoleh secara statistik dengan rumus berikut:

$$X = \bar{X} + S \times K \quad (8)$$

Keterangan rumus:

X = Hujan rencana atau debit dengan periode ulang T

$\bar{X}$ = Nilai rata-rata dari data hujan (X) mm.

S = Standar deviasi dari data curah hujan (X) mm.

K = Faktor frekuensi nilainya bergantung dari T (lihat tabel Variabel Gauss pada lampiran 2).

Data hujan harian maksimum dalam 10 tahun seperti yang tertera pada tabel 2. Hitung besar hujan rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun menggunakan metode Distribusi Probabilitas Normal.

Penyelesaian:

1. Hitung Parameter statistik data Tabel B.2, diperoleh:

a. Rata-rata

$$\bar{x} = 115 \text{ mm}$$

b. Standar Deviasi

$$S = 67,665$$

2. Hitung nilai K

Nilai K dihitung berdasarkan nilai T pada lampiran C.2, maka didapat

$$K_2 = 0$$

$$K_5 = 0,840$$

$$K_{10} = 1,280$$

$$K_{25} = 1,708$$

$$K_{50} = 2,050$$

$$K_{100} = 2,330$$

3. Hitung nilai hujan rencana masing-masing periode ulang:

$$\text{Nilai } \bar{X} = 115$$

Nilai $S = 67,665$ (lihat tabel 3)

Hujan Rancangan: $X_T = \bar{X} + K \times S$

$$X_2 = 115 + 0 \times 67,665$$

$$X_2 = 115 \text{ mm}$$

$$X_5 = 115 + 0,840 \times 67,665$$

$$X_5 = 172,16 \text{ mm}$$

$$X_{10} = 115 + 1,280 \times 67,665$$

$$X_{10} = 201,94 \text{ mm}$$

$$X_{25} = 115 + 1,708 \times 67,665$$

$$X_{25} = 230,92 \text{ mm}$$

$$X_{50} = 115 + 2,050 \times 67,665$$

$$X_{50} = 254,04 \text{ mm}$$

$$X_{100} = 115 + 2,330 \times 67,665$$

$$X_{100} = 272,98 \text{ mm}$$

Tabel B.7 Rekapitulasi perhitungan hujan rancangan metode Normal

T	K	RR (mm)
100	2,330	272.98
50	2,050	254.04
25	1,708333	230.92
10	1,280	201.94
5	0,840	172.16
2	0,000	115

1.2.3 Metode Log Normal

Curah hujan rencana metode Log Normal dapat diperoleh secara statistik dengan rumus berikut:

$$\text{Log } X = \text{Log } \bar{X} + \text{Log } S \times K$$

Keterangan rumus:

Log X = Nilai Logaritma hujan rencana atau debit dengan periode ulang T

Log $\bar{X}$ = Nilai rata-rata dari Log X

S = Standar deviasi dari Log X

K = Faktor frekuensi nilainya bergantung dari T (lihat tabel Variabel Gauss pada lampiran 2.C)

Data hujan harian maksimum dalam 10 tahun seperti yang tertera pada tabel B.2. Hitung besar hujan rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun menggunakan metode Distribusi Probabilitas Log Normal.

Penyelesaian:

1. Hitung Parameter statistik data tabel 2.B, diperoleh:

a. Rata-rata

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} \\ &= 2,005\end{aligned}$$

b. Standar Deviasi

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \text{Log} ((X_i - \bar{X}))^2}{n-1}} \\ &= 0,227\end{aligned}$$

2. Hitung nilai K

Nilai K dihitung berdasarkan nilai T pada lampiran C.2, maka didapat

$$K_2 = 0$$

$$K_5 = 0,840$$

$$K_{10} = 1,280$$

$$K_{25} = 1,708$$

$$K_{50} = 2,050$$

$$K_{100} = 2,330$$

3. Hitung nilai hujan rencana masing-masing periode ulang:

$$\text{Nilai } \bar{X} = 2,005$$

$$\text{Nilai } S = 0,227$$

$$\text{Hujan Rancangan: } X_T = \bar{X} + K \times S$$

$$X_2 = 2,005 + 0 \times 0,227$$

$$X_2 = 2,01 = 10^{2,01}$$

$$X_2 = 101,20 \text{ mm}$$

$$X_5 = 2,005 + 0,840 \times 0,227$$

$$X_5 = 2,20 = 10^{2,20}$$

$$X_5 = 157,09 \text{ mm}$$

$$X_{10} = 2,005 + 1,28 \times 0,227$$

$$X_{10} = 2,30 = 10^{2,30}$$

$$X_{10} = 197,78 \text{ mm}$$

$$X_{25} = 2,005 + 1,708 \times 0,227$$

$$X_{25} = 2,39 = 10^{2,39}$$

$$X_{25} = 247,48 \text{ mm}$$

$$X_{50} = 2,005 + 2,05 \times 0,227$$

$$X_{50} = 2,47 = 10^{2,47}$$

$$X_{50} = 295,95 \text{ mm}$$

$$X_{100} = 2,005 + 2,33 \times 0,227$$

$$X_{100} = 2,53 = 10^{2,53}$$

$$X_{100} = 342,66 \text{ mm}$$

Tabel B.8 Rekapitulasi perhitungan hujan rancangan metode Log Normal

T	K	Hujan Rencana (mm)
100	2.33	342.66
50	2.05	295.95
25	1.708333	247.48
10	1.28	197.78
5	0.84	157.09
2	0	101.20

1.2.4 Metode Log Pearson Type III

Curah hujan rencana metode Log Pearson Type III dapat diperoleh secara statistik dengan rumus berikut:

$$\text{Log } X = \text{Log } \bar{X} + \text{Log } S \times K$$

Keterangan rumus:

Log X = Nilai Logaritma hujan rencana atau debit dengan periode ulang T

Log $\bar{X}$ = Nilai rata-rata dari Log X

S = Standar deviasi dari Log X

K = Variabel standar, nilainya bergantung dari koefesien kemencengan (Cs atau G), lihat tabel pada lampiran C.4.

Data hujan harian maksimum dalam 10 tahun seperti yang tertera pada tabel B.2. Hitung besar hujan rencana dengan periode ulang 2, 5, 10, 25, 50, dan 100 tahun menggunakan metode Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III.

Penyelesaian:

1. Hitung Parameter statistik data tabel B.2, diperoleh:

a. Rata-rata

$$\begin{aligned}\bar{X} &= \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} \\ &= 2,005\end{aligned}$$

b. Standar Deviasi

$$\begin{aligned}S &= \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } ((X_i - \bar{X}))^2}{n-1}} \\ &= 0,227\end{aligned}$$

c. Koefesien Kemencengan

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^i ((\text{Log } X_i - \bar{X}))^3}{(n-1)(n-2)(S)^3}$$

$$= 0,5$$

2. Hitung nilai K

Nilai K dihitung berdasarkan nilai T dan C_s atau G dari lampiran C.4, maka didapat nilai K masing-masing periode ulang:

$$K_2 = -0,083$$

$$K_5 = 0,808$$

$$K_{10} = 1,323$$

$$K_{25} = 1,91$$

$$K_{50} = 2,311$$

$$K_{100} = 2,686$$

3. Hitung nilai hujan rencana masing-masing periode ulang:

$$\text{Nilai } \bar{X} = 2,005$$

$$\text{Nilai } S = 0,227$$

$$\text{Hujan Rancangan: } X_T = \bar{X} + K \times S$$

$$X_2 = 2,005 + (-0,083) \times 0,227$$

$$X_2 = 1,99 = 10^{1,99}$$

$$X_2 = 96,90 \text{ mm}$$

$$X_5 = 2,005 + 0,808 \times 0,227$$

$$X_5 = 2,19 = 10^{2,19}$$

$$X_5 = 154,48 \text{ mm}$$

$$X_{10} = 2,005 + 1,323 \times 0,227$$

$$X_{10} = 2,31 = 10^{2,31}$$

$$X_{10} = 202,28 \text{ mm}$$

$$X_{25} = 2,005 + 1,910 \times 0,227$$

$$X_{25} = 2,44 = 10^{2,44}$$

$$X_{25} = 275,04 \text{ mm}$$

$$X_{50} = 2,005 + 2,311 \times 0,227$$

$$X_{50} = 2,53 = 10^{2,53}$$

$$X_{50} = 339,27 \text{ mm}$$

$$X_{100} = 2,005 + 2,686 \times 0,227$$

$$X_{100} = 2,62 = 10^{2,62}$$

$$X_{100} = 412,85 \text{ mm}$$

Tabel B.9 Rekapitulasi perhitungan hujan rancangan metode Log Pearson Type III

P	T	KT	Hujan Rencana (mm)
0.01	100	2.029	412.85
0.02	50	1.834	339.27
0.04	25	1.606	275.04
0.1	10	1.231	202.28
0.2	5	0.855	154.48
0.5	2	0.066	96.90

1.3 Uji Kesesuaian Distribusi

1.3.1 Uji Chi-Kuadrat

Rumus yang digunakan dalam perhitungan dengan Metode Uji Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut:

$$\chi^2 = \sum \frac{(Of - Ef)^2}{Ef}$$

Keterangan rumus:

χ^2 = Parameter Chi-Kuadrat terhitung

Ef = Frekuensi yang diharapkan sesuai dengan pembagian kelasnya

Of = Frekuensi yang diamati pada kelas yang sama

n = Jumlah sub kelompok

Selanjutnya distribusi probabilitas yang dipakai untuk menentukan curah hujan rencana adalah distribusi probabilitas yang mempunyai simpangan maksimum terkecil dan lebih kecil dari simpangan kritis, atau dirumuskan sebagai berikut:

$$\chi^2 < \chi^2_{cr}$$

Keterangan rumus:

χ^2 = Parameter Chi-Kuadrat terhitung

χ^2_{cr} = Parameter Chi-kuadrat kritis

Prosedur perhitungan dengan menggunakan Metode Uji Chi-Kuadrat adalah sebagai berikut:

6. Urutkan data dari terbesar ke kecil atau sebaliknya.
7. Menghitung derajat kebebasan (Dk) dan χ^2_{cr}
8. Menghitung kelas distribusi
9. Menghitung interval kelas
10. Perhitungan χ^2_{cr}
11. Bandingkan nilai χ^2 terhadap χ^2_{cr}

Tentukan dengan metode Chi Kuadrat kesesuaian masing-masing distribusi probabilitas (Normal, Gumbel, Log Normal, dan Log Pearson Type III) terhadap distribusi statistik sampel data yang dianalisis.

Penyelesaian:

- a. Data hujan diurut dari besar ke kecil

Tabel B.10 pengurutan data hujan dari besar ke kecil

Tahun	Curah hujan diurutkan dari terbesar ke terkecil
2013	275.63
2014	166.81
2015	143.92
2016	120.73
2017	105.89
2018	80.12
2019	79.72

Tahun	Curah hujan diurutkan dari terbesar ke terkecil
2020	69.59
2021	63.99
2022	46.85

- b. Menghitung jumlah kelas

$$\text{Jumlah data (n)} = 10$$

$$\begin{aligned}\text{Kelas distribusi (K)} &= 1 + 3,3 \log n \\ &= 1 + 3,3 \log 10 \\ &= 4,3 \sim 5 \text{ kelas}\end{aligned}$$

- c. Menghitung derajat kebebasan (Dk)

Dimana:

P = untuk uji kuadrat adalah 2

$$\begin{aligned}\text{Dk} &= K - (P + 1) \\ &= 5 - (2 + 1) \\ &= 2\end{aligned}$$

- d. Menghitung harga χ^2_{Cr} dilihat dari Dk

Dimana derajat kepercayaan (α) tertentu yang sering diambil adalah 5% Maka, nilai $\chi^2_{Cr} = 5,9910$, dilihat pada lampiran C.1.

- e. Menghitung nilai diharapkan (Ef)

$$\begin{aligned}\text{Ef} &= \frac{n}{K} \\ &= \frac{10}{5} \\ &= 2\end{aligned}$$

- f. Menghitung kelas distribusi

$$\text{Kelas distribusi} = \frac{1}{5} \times 100\% = 20\%, \text{ interval distribusi adalah } 20\%: 40\%:$$

60%: 80%

Presentase 20%

$$P_{(x)} = 20\%,$$

$$T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,20} = 5 \text{ tahun}$$

Presentase 40%

$$P_{(x)} = 40\%,$$

$$T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,40} = 2,5 \text{ tahun}$$

Presentase 60%

$$P_{(x)} = 60\%,$$

$$T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,60} = 1,67 \text{ tahun}$$

Presentase 80%

$$P_{(x)} = 80\%,$$

$$T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,80} = 1,25 \text{ tahun}$$

g. Menghitung interval kelas dan uji Chi-Kuadrat

1. Distribusi Probabilitas Normal

Nilai K berdasarkan nilai T dari lampiran C.2.

Didapat:

$$T = 5 \text{ maka } K_t = 0,84$$

$$T = 2,5 \text{ maka } K_t = 0,25$$

$$T = 1,67 \text{ maka } K_t = -0,25$$

$$T = 1,25 \text{ maka } K_t = -0,84$$

$$\text{Nilai } \bar{X} = 115$$

$$\text{Nilai } S = 67,665$$

$$\text{Interval kelas: } X_T = \bar{X} + K \times S$$

$$X_5 = 115 + 0,84 \times 67,665$$

$$X_5 = 172,16 \text{ mm}$$

$$X_{2,5} = 115 + 0,25 \times 67,665$$

$$X_{2,5} = 132,24 \text{ mm}$$

$$X_{1,67} = 115 + (-0,25) \times 67,665$$

$$X_{1,67} = 98,41 \text{ mm}$$

$$X_{1,25} = 115 + (-0,84) \times 67,665$$

$$X_{1,25} = 59,49 \text{ mm}$$

Tabel B.11 Hasil uji Chi Kuadrat metode Normal

Kelas	P	T	K	R	Interval			Ef	Of	$\frac{(Ef - of)^2}{Ef}$
1	0,2	5	0,840	172.16		>	172.16	2	1	0.5
2	0,4	2,5	0,250	132.24	132.24	-	172.16	2	2	0
3	0,6	1,67	-0,250	98.41	98.41	-	132.24	2	2	0
4	0,8	1,25	-0,840	58.49	58.49	-	98.41	2	4	2
5						<	58.49	2	1	0.5
Jumlah								10	10	3

2. Distribusi Probabilitas Gumbel

Dengan Jumlah data (n) = 10, berdasarkan tabel pada lampiran C.3.

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

$$Y_t = -\ln - \ln \frac{T-1}{T}$$

$$K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$= \frac{Y_t - 0,4952}{0,9496}$$

Didapat:

$$Y_{t_5} = -\ln - \ln \frac{5-1}{5}$$

$$= 1,4999$$

$$Y_{t_{2,5}} = -\ln - \ln \frac{2,5-1}{2,5}$$

$$= 0,6717$$

$$Y_{t_{1,67}} = -\ln - \ln \frac{1,67-1}{1,67}$$

$$= 0,0874$$

$$Y_{t_{1,25}} = -\ln - \ln \frac{1,25-1}{1,25}$$

$$= -0,4758$$

$$K = \frac{1,4999 - 0,4952}{0,9496}$$

$$= 1,058$$

$$K = \frac{0,6717 - 0,4952}{0,9496}$$

$$= 0,1859$$

$$K = \frac{0,0874 - 0,4952}{0,9496}$$

$$= -0,4294$$

$$K = \frac{-0,4758 - 0,4952}{0,9496}$$

$$= -1,0226$$

$$\text{Nilai } \bar{X} = 115$$

$$\text{Nilai } S = 67,665$$

$$\text{Interval kelas: } X_T = \bar{X} + K \times S$$

$$X_5 = 115 + 1,4999 \times 67,665$$

$$X_5 = 187 \text{ mm}$$

$$X_{2,5} = 115 + 0,6717 \times 67,665$$

$$X_{2,5} = 128 \text{ mm}$$

$$X_{1,67} = 115 + (-0,4294) \times 67,665$$

$$X_{1,67} = 86 \text{ mm}$$

$$X_{1,25} = 115 + (-1,0226) \times 67,665$$

$$X_{1,25} = 46 \text{ mm}$$

Tabel B.12 Hasil uji Chi Kuadrat metode Gumbel

Kelas	P	T	Yt	K	R	Interval			Ef	Of	$\frac{(Ef - of)^2}{Ef}$
1	0,2	5	1,49994	1,058	187		>	187	2	1	0.5
2	0,4	2,5	0,671727	0,1859	128	128	-	187	2	2	0.0
3	0,6	1,67	0,08742	-0,4294	86	86	-	128	2	2	0

Kelas	P	T	Yt	K	R	Interval			Ef	Of	$(Ef - of)^2$
											Ef
4	0,8	1,25	-0,475885	-1,0226	46	46	-	86	2	5	4.5
5							<	46	2	0	2
Jumlah									10	10	7

3. Distribusi Probabilitas Log Normal

Nilai K berdasarkan nilai T yang terdapat pada lampiran C.5.

Didapat:

$$T = 5 \text{ maka } K = 0,84$$

$$T = 2,5 \text{ maka } K = 0,25$$

$$T = 1,67 \text{ maka } K = -0,25$$

$$T = 1,25 \text{ maka } K = -0,84$$

$$\text{Nilai Log } \bar{X} = 2,005 \text{ (lihat tabel 5)}$$

$$S \text{ Log } X = 0,227 \text{ (lihat tabel 5)}$$

$$\text{Interval kelas: } X_T = \bar{X} + K \times S$$

$$X_5 = 2,005 + 0,84 \times 0,227$$

$$X_5 = 2,20 = 10^{2,20}$$

$$X_5 = 157 \text{ mm}$$

$$X_{2,5} = 2,005 + 0,25 \times 0,227$$

$$X_{2,5} = 2,06 = 10^{2,06}$$

$$X_{2,5} = 115 \text{ mm}$$

$$X_{1,67} = 2,005 + (-0,25) \times 0,227$$

$$X_{1,67} = 1,95 = 10^{1,95}$$

$$X_{1,67} = 89 \text{ mm}$$

$$X_{1,25} = 2,005 + (-0,84) \times 0,227$$

$$X_{1,25} = 1,81 = 10^{1,81}$$

$$X_{1,25} = 65 \text{ mm}$$

Tabel B.13 Hasil uji Chi Kuadrat metode Log Normal

Kelas	P	T	K	R	Interval			Ef	Of	$\frac{(Ef - of)^2}{Ef}$
1	0,2	5	0,840	157		>	157	2	2	0
2	0,4	2,5	0,250	115	115	-	157	2	2	0
3	0,6	1,67	-0,250	89	89	-	115	2	1	0.5
4	0,8	1,25	-0,840	65	65	-	89	2	3	0.5
5						<	65	2	2	0
Jumlah								10	10	1

4. Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

Nilai K didapat berdasarkan nilai Cs atau $G = 0,5$ dan nilai T untuk berbagai periode ulang tahun, dapat dilihat pada lampiran 4.C.

Berdasarkan interpolasi didapatkan K untuk masing-masing periode ulang tahun.

$$T_5 = 0,808$$

$$T_{2,5} = 0,066$$

$$T_{1,67} = -0,713$$

$$T_{1,25} = -1,501$$

$$\text{Nilai } \bar{X} = 2,005$$

$$\text{Nilai } S = 0,227$$

$$\text{Interval Kelas: } X_T = \bar{X} + K \times S$$

$$X_5 = 2,005 + 0,808 \times 0,227$$

$$X_5 = 2,19 = 10^{2,19}$$

$$X_5 = 154 \text{ mm}$$

$$X_{2,5} = 2,005 + 0,066 \times 0,227$$

$$X_{2,5} = 2,02 = 10^{2,02}$$

$$X_{2,5} = 105 \text{ mm}$$

$$X_{1,67} = 2,005 + (-0,713) \times 0,227$$

$$X_{1,67} = 1,84 = 10^{1,84}$$

$$X_{1,67} = 70 \text{ mm}$$

$$X_{1,25} = 2,005 + (-1,501) \times 0,227$$

$$X_{1,25} = 1,66 = 10^{1,66}$$

$$X_{1,25} = 46 \text{ mm}$$

Tabel B.14 Hasil uji Chi Kuadrat metode Log Pearson Type III

Kelas	P	T	K	R	Interval			Ef	Of	$\frac{(Ef - of)^2}{Ef}$
1	0,2	5	0.808	154		>	154	2	2	0
2	0,4	2,5	0.066	105	105	-	154	2	3	0.5
3	0,6	1,67	-0.713	70	70	-	105	2	2	0
4	0,8	1,25	-1.501	46	46	-	70	2	3	0.5
5						<	46	2	0	2
					Jumlah			10	10	4

h. Membandingkan nilai χ^2 dan χ^2_{cr} dari 4 metode distribusi

Tabel B.15 Rekapitulasi uji Chi Kuadrat 4 metode

Uji Kesesuaian Distribusi			
Uji Chi Kuadrat			
Metode	X ² Hitung	X ² Kritis	Kesimpulan
Normal	3	5.991	Diterima
Log Normal	1	5.991	Diterima
Gumbel	7	5.991	Ditolak
Log Pearson Tipe III	3	5.991	Diterima

1.3.2 Uji Smirnov Kolmogorov

Pengujian distribusi dengan Metode Smirnov-Kolmogorov dilakukan dengan langkah-langkah perhitungan sebagai berikut:

1. Urutkan data X dari terbesar ke terkecil atau sebaliknya
2. Tentukan peluang empiris masing-masing data yang sudah diurutkan tersebut P(X) dengan rumus tertentu, pada perhitungan ini menggunakan rumus Weibull misalnya.

$$P(X) = \frac{i}{n+1}$$

Keterangan rumus:

n = Jumlah data

i = Nomor urut data setelah diurutkan dari terbesar ke terkecil atau sebaliknya

3. Tentukan peluang teoritis masing-masing data yang sudah diurutkan tersebut $P'(X)$ berdasarkan persamaan distribusi probabilitas yang dipilih (Gumbel, Normal, dan lainnya).

4. Hitung selisih (ΔP) antara peluang empiris dan teoritis untuk setiap data yang sudah diurutkan:

$$\Delta P = P(X) - P'(X)$$

5. Tentukan apakah $\Delta P < \Delta P$ kritis, jika “tidak” artinya Distribusi Probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya, ΔP kritis dapat dilihat pada lampuran C.5.

Tabel B.16 Perhitungan uji distribusi dengan Metode Smirnov-Kolmogorov

No	Tahun	Curah hujan (X_i) (mm)	Curah hujan (X_i) (mm)	P	f(t)	P'	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2013	47	276	0.09	2.37	0.01	0.08
2	2014	80	167	0.18	0.76	0.21	0.03
3	2015	64	144	0.27	0.42	0.32	0.05
4	2016	106	121	0.36	0.08	0.45	0.08
5	2017	276	106	0.45	-0.14	0.58	0.12
6	2018	80	80	0.55	-0.52	0.72	0.17
7	2019	70	80	0.64	-0.53	0.72	0.08
8	2020	167	70	0.73	-0.68	0.77	0.04
9	2021	144	64	0.82	-0.76	0.79	0.03
10	2022	121	47	0.91	-1.01	0.86	0.05
						ΔP maks	0,17

Keterangan Tabel:

a. Kolom 1 = nomor urut data

b. Kolom 2 = tahun data sebelum diurutkan

c. Kolom 3 = data hujan sebelum diurutkan (mm)

- d. Kolom 4 = data hujan setelah diurutkan dari besar ke kecil (mm)
- e. Kolom 5 = peluang empiris yang dihitung menggunakan persamaan Weibull, contoh perhitungan baris 1 kolom 5
- $$= P(X) = \frac{1}{10+1} = 0,09$$

- f. Kolom 6 = untuk Distribusi Probabilitas Normal

$$X_T = \bar{X} + K \times S; \text{ sehingga}$$

$$K = \frac{X_t - \bar{X}}{S}$$

di mana $K = f(t)$

Nilai $\bar{X} = 115$

Nilai $S = 67,665$

Contoh untuk kolom 6 baris 1

$$f(t) = \frac{276 - 115}{67,665} = 2,37$$

Perhitungan untuk baris selanjutnya menggunakan cara yang sama

- g. Kolom 7 = peluang teoritis didapat dengan 1-luas di bawah kurva normal sesuai dengan nilai $f(t)$, dapat dilihat pada tabel lampiran C.7.

Contoh:

Nilai $f(t) = 2,37$ didapat luas di bawah kurva normal = 0,01

Demikian perhitungan pada baris selanjutnya.

- h. Kolom 8 = kolom (7) – kolom (5)

Berdasarkan tabel dapat ditentukan:

Simpangan maksimum (ΔP maksimum) = 0,17

ΔP kritis didapat berdasarkan jumlah data (10) dan derajat kepercayaan yang digunakan adalah 5% maka pada tabel lampiran 5 didapat nilai 0,41

ΔP maksimum < ΔP kritis

Berdasarkan ketentuan tersebut Distribusi Probabilitas Normal dapat digunakan untuk menganalisis data hujan.

Tabel B.17 Perhitungan uji distribusi dengan Metode Smirnov-Kolmogorov

No	Tahun	Curah hujan (Xi) (mm)	Curah hujan (Xi) (mm)	P	f(t)	Yt	T	P'	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	2013	47	276	0.09	2.37	2.74	15.98785	0.06	0.03
2	2014	80	167	0.18	0.76	1.22	3.91162	0.26	0.07
3	2015	64	144	0.27	0.42	0.90	2.99331	0.33	0.06
4	2016	106	121	0.36	0.08	0.57	2.31488	0.43	0.07
5	2017	276	106	0.45	-0.14	0.36	1.99104	0.50	0.05
6	2018	80	80	0.55	-0.52	0.00	1.58212	0.63	0.09
7	2019	70	80	0.64	-0.53	0.00	1.58212	0.69	0.05
8	2020	167	70	0.73	-0.68	-0.15	1.45540	0.69	0.04
9	2021	144	64	0.82	-0.76	-0.23	1.39683	0.72	0.10
10	2022	121	47	0.91	-1.01	-0.47	1.25295	0.80	0.11
								ΔP maks	0,11

Keterangan Tabel

- Kolom 1 = nomor urut data
- Kolom 2 = tahun data sebelum diurutkan
- Kolom 3 = data hujan sebelum diurutkan (mm)
- Kolom 4 = data hujan setelah diurutkan dari besar ke kecil (mm)
- Kolom 5 = peluang empiris yang dihitung menggunakan persamaan Weibull, contoh perhitungan baris 1 kolom 5

$$= P(X) = \frac{1}{10+1} = 0,09$$
- Kolom 6 = untuk Distribusi Probabilitas Gumbel

$$X_T = \bar{X} + K \times S; \text{ sehingga}$$

$$K = \frac{X_t - \bar{X}}{S}$$

di mana $K = f(t)$

Nilai $\bar{X} = 115$

Nilai $S = 67,665$

Contoh untuk kolom 6 baris 1

$$f(t) = \frac{276 - 115}{67,665} = 2,37$$

Perhitungan untuk baris selanjutnya menggunakan cara yang sama

g. Kolom 7 = nilai Y_t (*reduced*) mean didapat berdasarkan nilai $f(t)$, Y_n , dan S_n

Contoh perhitungan pada baris 2 kolom 7

$$f(t) = 2,37$$

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

$$f(t) = \frac{Y_t - Y_n}{S_n}$$

$$Y_t = f(t) \times Y_n + S_n$$

$$Y_t = 2,37 \times 0,4952 + 0,9496 = 2,74$$

Perhitungan sama untuk perhitungan pada baris lainnya

h. Kolom 8 = nilai T didapat dari nilai Y_t dan Y_t cek menggunakan *Excel* untuk mendapatkan kala ulang, contoh perhitungan baris 1 kolom 8

Perhitungan sama untuk setiap barisnya

i. Kolom 9 = nilai peluang teoritis atau P' dapat dihitung dengan rumus $1/T$, untuk baris 2 kolom 9 didapat $1/15,98 = 0,06$, perhitungan sama untuk setiap barisnya.

j. Kolom 10 = kolom (9) – kolom (5)

Berdasarkan tabel dapat ditentukan:

Simpangan maksimum (ΔP maksimum) = 0,11

ΔP kritis didapat berdasarkan jumlah data (10) dan derajat kepercayaan yang digunakan adalah 5% maka pada tabel lampiran 5 didapat nilai 0,41

ΔP maksimum < ΔP kritis

Berdasarkan ketentuan tersebut Distribusi Probabilitas Gumbel dapat digunakan untuk menganalisis data hujan.

Tabel B.18 Perhitungan uji distribusi dengan Metode Smirnov-Kolmogorov

No	Tahun	Curah hujan rata-rata (X_i) (mm)	Curah hujan rata-rata (X_i) (mm)	Log X_i diurutkan	P	$f(t)$	P'	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2013	47	276	2.440326	0.09	1.91	0.02	0.07
2	2014	80	167	2.222222	0.18	0.95	0.16	0.02

No	Tahun	Curah hujan rata-rata (Xi) (mm)	Curah hujan rata-rata (Xi) (mm)	Log Xi diurutkan	P	f(t)	P'	ΔP
3	2015	64	144	2.158121	0.27	0.67	0.24	0.04
4	2016	106	121	2.081815	0.36	0.34	0.35	0.01
5	2017	276	106	2.024855	0.45	0.09	0.45	0.01
6	2018	80	80	1.903741	0.55	-0.45	0.69	0.14
7	2019	70	80	1.901567	0.64	-0.46	0.69	0.06
8	2020	167	70	1.842547	0.73	-0.72	0.78	0.05
9	2021	144	64	1.806112	0.82	-0.88	0.82	0.00
10	2022	121	47	1.670710	0.91	-1.47	0.94	0.03
							ΔP maks	0,14

Keterangan Tabel

- Kolom 1 = nomor urut data
- Kolom 2 = tahun data sebelum diurutkan
- Kolom 3 = data hujan sebelum diurutkan (mm)
- Kolom 4 = data hujan setelah diurutkan dari besar ke kecil (mm)
- Kolom 5 = nilai log hujan yang telah diurutkan dari besar ke kecil (mm)
- Kolom 6 = peluang empiris yang dihitung menggunakan persamaan Weibull, contoh perhitungan baris 1 kolom 5

$$= P(X) = \frac{1}{10+1} = 0,09$$

- Kolom 7 = untuk Distribusi Probabilitas Log Normal

$$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K \times S \text{ Log } X; \text{ sehingga}$$

$$K = \frac{\text{Log } X_t - \text{Log } \bar{X}}{S \text{ Log } X}$$

di mana $K = f(t)$

Nilai $\bar{X} = 2,005$

Nilai $S = 0,227$

Contoh untuk kolom 7 baris 1

$$f(t) = \frac{2,440 - 2,005}{0,227} = 1,91$$

Perhitungan untuk baris selanjutnya menggunakan cara yang sama

g. Kolom 8 = peluang teoritis didapat dengan 1-luas di bawah kurva normal sesuai dengan nilai $f(t)$, dapat dilihat pada tabel lampiran C.7.

Contoh:

Nilai $f(t) = 1,91$ didapat luas di bawah kurva normal = 0,02

Demikian perhitungan pada baris selanjutnya

h. Kolom 9 = kolom (8) – kolom (6)

Berdasarkan tabel dapat ditentukan:

Simpangan maksimum (ΔP maksimum) = 0,14

ΔP kritis didapat berdasarkan jumlah data (10) dan derajat kepercayaan yang digunakan adalah 5% maka pada tabel lampiran 5 didapat nilai 0,41.

ΔP maksimum < ΔP kritis

Berdasarkan ketentuan tersebut Distribusi Probabilitas Log Normal dapat digunakan untuk menganalisis data hujan.

Tabel B.19 Perhitungan uji distribusi dengan Metode Smirnov-Kolmogorov

No	Tahun	Curah hujan rata-rata (X_i) (mm)	Curah hujan rata-rata (X_i) (mm)	Log X_i diurutkan	P	$f(t)$	P'	ΔP
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2012	47	276	2.440326	0.09	1.91	0.25	0.16
2	2013	80	167	2.222222	0.18	0.95	0.02	0.16
3	2014	64	144	2.158121	0.27	0.67	0.04	0.24
4	2015	106	121	2.081815	0.36	0.34	0.00	0.36
5	2016	276	106	2.024855	0.45	0.09	0.03	0.43
6	2017	80	80	1.903741	0.55	-0.45	0.02	0.53
7	2018	70	80	1.901567	0.64	-0.46	0.02	0.62
8	2019	167	70	1.842547	0.73	-0.72	0.02	0.71
9	2020	144	64	1.806112	0.82	-0.88	0.02	0.80
10	2021	121	47	1.670710	0.91	-1.47	0.01	0.90

Keterangan Tabel

a. Kolom 1 = nomor urut data

b. Kolom 2 = tahun data sebelum diurutkan

- c. Kolom 3 = data hujan sebelum diurutkan (mm)
 d. Kolom 4 = data hujan setelah diurutkan dari besar ke kecil (mm)
 e. Kolom 5 = nilai log hujan yang telah diurutkan dari besar ke kecil (mm)
 e. Kolom 6 = peluang empiris yang dihitung menggunakan persamaan Weibull,
 contoh perhitungan baris 1 kolom 5

$$= P(X) = \frac{1}{10+1} = 0,09$$

- f. Kolom 7 = untuk Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III

$\text{Log } X_T = \text{Log } \bar{X} + K \times S \text{ Log } X$; sehingga

$$K = \frac{\text{Log } X_t - \text{Log } \bar{X}}{S \text{ Log } X}$$

di mana $K = f(t)$

Nilai $\text{Log } \bar{X} = 2,005$

Nilai $S \text{ Log } X = 0,227$

Contoh untuk kolom 7 baris 1

$$f(t) = \frac{2,440 - 2,005}{0,227} = 1,91$$

Perhitungan untuk baris selanjutnya menggunakan cara yang sama

- g. Kolom 8 = peluang teoritis didapat berdasarkan nilai C_s dan nilai $f(t)$ pada lampiran C.

Contoh:

untuk nilai $f(t) = 1,91$ dan $C_s = 0,5$, diperoleh peluang teoritisnya dari interpolasi berdasarkan tabel pada lampiran C.4. Pada tabel merupakan nilai $f(t)$ dengan $C_s = 0,5$

Tabel B.20 periode ulang berdasarkan nilai $f(t)$

Periode ulang	ft
1,01	-1.955
2	-0.083
5	0.808
10	1.323
25	1.91
50	2.311
100	2.686

Contoh interpolasi untuk baris 2 kolom 8

$$y = \frac{x-x_1}{x_0-x_1}y_0 + \frac{x-x_0}{x_1-x_0}y_1$$

$x = 0,95$, berada di antara 0,808 dan 1,323 maka:

$$x_0 = 0,808$$

$$x_1 = 1,323$$

$$y_0 = 5 \text{ tahun}$$

$$y_1 = 10 \text{ tahun}$$

$$y = \frac{0,95-1,323}{0,808-1,323} \times 5 + \frac{0,95-0,808}{1,323-0,808} \times 25$$

$$= 2\% = 0,02$$

Demikian perhitungan pada baris selanjutnya

h. Kolom 9 = kolom (8) – kolom (6)

Berdasarkan tabel dapat ditentukan:

Simpangan maksimum (ΔP maksimum) = 0,90

ΔP kritis didapat berdasarkan jumlah data (10) dan derajat kepercayaan yang digunakan adalah 5% maka pada tabel lampiran didapat nilai 0,41

ΔP maksimum < ΔP kritis

Berdasarkan ketentuan tersebut Distribusi Probabilitas Log Pearson Type III tidak dapat digunakan untuk menganalisis data hujan untuk.

Tabel B.21 Hasil uji Smirnov-Kolmogorov 4 metode

Uji Kesesuaian Distribusi			
Uji Smirnov Kolmogorov			
Metode	D Hitung	D Kritis	Kesimpulan
Normal	0.17	0.41	Diterima
Log Normal	0.14	0.41	Diterima
Gumbel	0.11	0.41	Diterima
Log Pearson Tipe III	0.90	0.41	Ditolak

2. Intensitas dan kurva IDF

Intensitas curah hujan adalah jumlah curah hujan yang dinyatakan dalam tinggi hujan atau volume hujan tiap satuan waktu, yang terjadi pada satu kurun waktu air hujan terkonsentrasi. Pembuatan kurva Intesitas Durasi dan Frekuensi

(IDF) dapat dilakukan dari hasil analisis frekuensi data hujan otomatis (durasi, menit, dan jam). Intensitas hujan (mm/jam) dapat diturunkan dari data curah hujan harian (mm) empiris menggunakan metode mononobe. Intensitas curah hujan (I) dalam rumus rasional dapat dihitung berdasarkan rumus:

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

Dimana:

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

t = Lamanya curah hujan (jam)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

Berdasarkan dua uji yang dilakukan didapatkan data curah hujan wilayah Aceh Barat menggunakan distribusi Normal karena nilai uji Chi Kuadrat dan Smirnov-Kolmogorov terkecil. Adapun perhitungan periode ulang hujan rencana metode Normal dapat dilihat pada Tabel B.22.

Tabel B.22 Hujan rencana metode Normal

T (Tahun)	Hujan Rencana Metode Log Normal
100	342.66
50	295.95
25	247.48
10	197.78
5	157.09
2	101.20

Dengan menggunakan tabel, akan dihitung hujan dengan periode ulang 5 tahun dimana, $P = 157,09$ mm dan durasi 60 menit akan diperoleh intensitas hujan dengan metode Mononobe.

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

$$I = \frac{157,09}{24} \times \left(\frac{24}{60/60} \right)^{2/3}$$

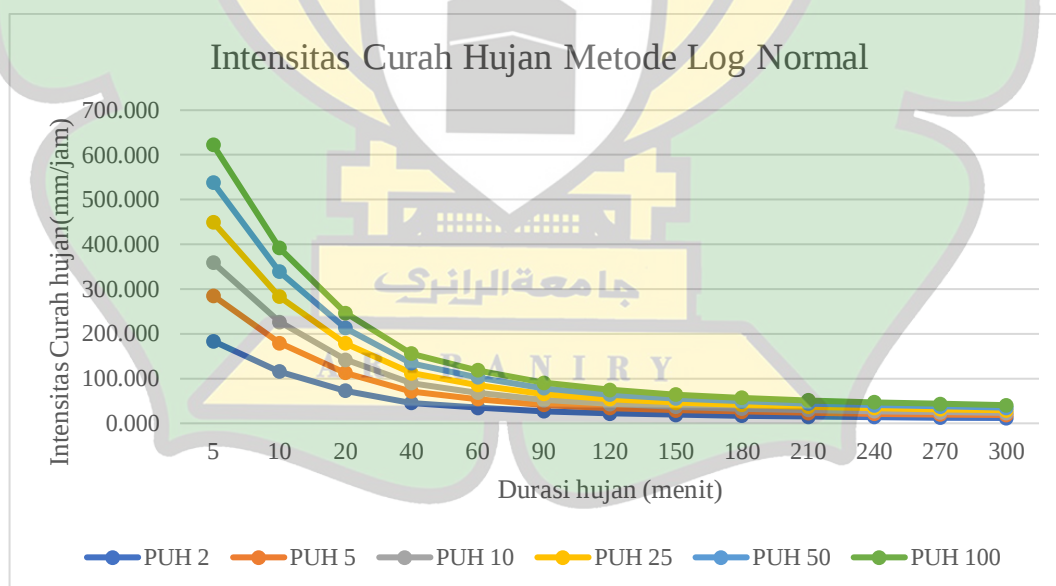
$$= 54,461$$

Perhitungan dengan persamaan Mononobe dilanjutkan pada durasi dan kedalaman hujan yang lain. Semakin lama durasi maka intensitas hujan akan

menjadi semakin kecil tren ini menunjukkan hujan tidak kontinu. Hitungan dilakukan hingga durasi 300 menit, hasil perhitungan dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel B.23 Perhitungan intensitas metode Mononobe

T (Menit)	T (jam)	Periode Ulang					
		2	5	10	25	50	100
5	0.083333	183.902	285.455	359.385	449.707	537.773	622.658
10	0.166667	115.851	179.825	226.398	283.298	338.776	392.250
20	0.333333	72.981	113.283	142.622	178.466	213.415	247.102
40	0.666667	45.975	71.364	89.846	112.427	134.443	155.664
60	1	35.086	54.461	68.565	85.798	102.599	118.794
90	1.5	26.775	41.561	52.325	65.476	78.298	90.657
120	2	22.103	34.308	43.194	54.049	64.634	74.836
150	2.5	19.047	29.566	37.223	46.578	55.700	64.491
180	3	16.867	26.182	32.963	41.247	49.325	57.110
210	3.5	15.220	23.625	29.744	37.219	44.507	51.533
240	4	13.924	21.613	27.210	34.049	40.717	47.144
270	4.5	12.872	19.981	25.155	31.478	37.642	43.583
300	5	11.999	18.625	23.449	29.342	35.088	40.627



Gambar B.2 Kurva IDF metode Log Normal

LAMPIRAN C

Lampiran C.1 Tabel nilai parameter Chi-Kuadrat kritis

Tabel Chi Square										
v	α (alpha)									
	0,995	0,990	0,975	0,950	0,900	0,100	0,05	0,025	0,010	0,005
1	0,000039	0,000157	0,001	0,004	0,016	2,706	3,841	5,024	6,635	7,879
2	0,010	0,020	0,051	0,103	0,211	4,605	5,991	7,378	9,210	10,597
3	0,072	0,115	0,216	0,352	0,584	6,251	7,815	9,348	11,345	12,838
4	0,207	0,297	0,484	0,711	1,064	7,779	9,488	11,143	13,277	14,860
5	0,412	0,554	0,831	1,145	1,610	9,100	11,070	12,833	15,086	16,750
6	0,676	0,872	1,237	1,635	2,204	10,645	12,592	14,449	16,812	18,548
7	0,989	1,239	1,690	2,167	2,833	12,017	14,067	16,013	18,475	20,278
8	1,344	1,646	2,180	2,733	3,490	13,362	15,507	17,535	20,090	21,955
9	1,735	2,088	2,700	3,325	4,168	14,684	16,919	19,023	21,666	23,589
10	2,156	2,558	3,247	3,940	4,865	15,987	18,307	20,483	23,209	25,188
11	2,603	3,053	3,816	4,575	5,578	17,275	19,675	21,920	24,725	26,757
12	3,074	3,571	4,404	5,226	6,304	18,549	21,026	23,337	26,217	28,300
13	3,565	4,107	5,009	5,892	7,042	19,812	22,362	24,736	27,688	29,819
14	4,075	4,660	5,629	6,571	7,790	21,064	23,685	26,119	29,141	31,319
15	4,601	5,229	6,262	7,261	8,547	22,307	24,996	27,488	30,578	32,801
16	5,142	5,812	6,908	7,962	9,312	23,542	26,296	28,845	32,000	34,267
17	5,697	6,408	7,564	8,672	10,085	24,769	27,587	30,191	33,409	35,718
18	6,265	7,015	8,231	9,390	10,865	25,989	28,869	31,526	34,805	37,156
19	6,844	7,633	8,907	10,117	11,651	27,204	30,144	32,852	36,191	38,582
20	7,434	8,260	9,591	10,851	12,443	28,412	31,410	34,170	37,566	39,997

جامعة الرانري

AR - RANIRY

Lampiran C.2 tabel nilai variabel reduksi Gauss

T	K
1000,000	3,090
500,000	2,880
200,000	2,580
100,000	2,330
50,000	2,050
20,000	1,640
10,000	1,280
5,000	0,840
4,000	0,670
3,330	0,520
2,500	0,250
2,000	0,000
1,670	-0,250
1,430	-0,520
1,330	-0,670
1,250	-0,840
1,110	-1,280
1,050	-1,640
1,010	-2,330
1,005	-2,580
1,001	-3,050

Lampiran C.3 Tabel nilai *Reduced Standart Deviation* (Sn) dan *Reduced Mean* (Yn)

n	Yn	Sn	n	Yn	Sn	n	Yn	Sn
10	0,4952	0,9496	41	0,5442	1,1436	72	0,5552	1,1873
11	0,4996	0,9676	42	0,5448	1,1458	73	0,5555	1,1881
12	0,5035	0,9833	43	0,5453	1,1480	74	0,5557	1,1890
13	0,5070	0,9971	44	0,5458	1,1499	75	0,5559	1,1898
14	0,5100	1,0095	45	0,5463	1,1519	76	0,5561	1,1906
15	0,5128	1,0206	46	0,5468	1,1538	77	0,5563	1,1915
16	0,5157	1,0316	47	0,5473	1,1557	78	0,5565	1,1923
17	0,5181	1,0411	48	0,5477	1,1547	79	0,5567	1,1930
18	0,5202	1,0493	49	0,5481	1,1590	80	0,5569	1,1938
19	0,5220	1,0565	50	0,5485	1,1607	81	0,5570	1,1945
20	0,5100	1,0628	51	0,5489	1,1623	82	0,5672	1,1953
21	0,5252	1,0696	52	0,5493	1,1638	83	0,5574	1,1959
22	0,5268	1,0754	53	0,5497	1,1658	84	0,5576	1,1967
23	0,5283	1,0811	54	0,5501	1,1667	85	0,5578	1,1973
24	0,5296	1,0864	55	0,5504	1,1681	86	0,5580	1,1987

n	Yn	Sn	n	Yn	Sn	n	Yn	Sn
25	0,5309	1,0915	56	0,5508	1,1960	87	0,5581	1,1987
26	0,5320	1,0861	57	0,5511	1,1708	88	0,5583	1,1994
27	0,5332	1,1004	58	0,5515	1,1721	89	0,5585	1,2001
28	0,5343	1,1047	59	0,5518	1,1734	90	0,5586	1,2007
29	0,5353	1,1086	60	0,5521	1,1747	91	0,5587	1,2013
30	0,5362	1,1124	61	0,5524	1,1759	92	0,5589	1,2020
31	0,5371	1,1159	62	0,5527	1,1770	93	0,5591	1,2026
32	0,5380	1,1193	63	0,5530	1,1782	94	0,5592	1,2032
33	0,5388	1,1226	64	0,5533	1,1793	95	0,5593	1,2038
34	0,5396	1,1255	65	0,5535	1,1803	96	0,5595	1,2044
35	0,5402	1,1286	66	0,5538	1,1814	97	0,5596	2,2049
36	0,5410	1,1313	67	0,5540	1,1824	98	0,5598	1,2055
37	0,5418	1,1339	68	0,5543	1,1834	99	0,5599	1,2060
38	0,5424	1,1363	69	0,5545	1,1844	100	0,5600	1,2065
39	0,5430	1,1388	70	0,5548	1,1854			
40	0,5436	1,1413	71	0,5550	1,1864			

Lampiran C.4 Tabel faktor frekuensi K untuk distribusi Log Pearson Type III (G atau Cs)

Distribusi Log PEARSON Tipe III (Mencari Nilai G/Kt)								
Koefisien Cs/G	Return Periode							
	2	5	10	25	50	100	200	1000
	Peluang							
	0,5	0,2	0,1	0,04	0,02	0,01	0,005	0,001
3	-0,396	0,420	1,180	2,278	3,152	4,051	4,97	7,25
2,5	-0,36	0,518	1,250	2,262	3,048	3,845	4,652	6,6
2,2	-0,33	0,574	1,284	2,240	2,970	3,705	4,444	6,2
2	-0,307	0,609	1,302	2,219	2,912	3,605	4,298	5,91
1,8	-0,282	0,643	1,318	2,193	2,848	3,499	4,147	5,66
1,6	-0,254	0,675	1,329	2,163	2,780	3,388	3,99	5,39
1,4	-0,225	0,705	1,337	2,128	2,706	3,271	3,828	5,11
1,2	-0,195	0,732	1,34	2,087	2,626	3,149	3,661	4,82
1	-0,164	0,758	1,34	2,043	2,542	3,022	3,489	4,54
0,9	-0,148	0,769	1,339	2,018	2,498	2,957	3,401	4,395
0,8	-0,132	0,780	1,336	1,998	2,453	2,891	3,312	4,25
0,7	-0,116	0,790	1,333	1,967	2,407	2,824	3,223	4,105
0,6	-0,099	0,8	1,328	1,939	2,359	2,755	3,132	3,96
0,5	-0,083	0,808	1,323	1,91	2,311	2,686	3,041	3,815
0,4	-0,066	0,816	1,317	1,88	2,261	2,615	2,949	3,67
0,3	-0,05	0,824	1,309	1,849	2,211	2,544	2,856	3,525
0,2	-0,033	0,83	1,301	1,818	2,159	2,472	2,763	3,38
0,1	-0,017	0,836	1,292	1,785	2,107	2,4	2,67	3,235

Distribusi Log PEARSON Tipe III (Mencari Nilai G/Kt)								
0	0	0,842	1,282	1,751	2,054	2,326	2,576	3,09
-0,1	0,017	0,836	1,27	1,716	2	2,252	2,482	2,95
-0,2	0,033	0,85	1,258	1,68	1,945	2,178	2,388	2,81
-0,3	0,05	0,853	1,245	1,643	1,89	2,104	2,294	2,675
-0,4	0,066	0,855	1,231	1,606	1,834	2,029	2,201	2,54
-0,5	0,083	0,856	1,216	1,567	1,777	1,955	2,108	2,4
-0,6	0,099	0,857	1,2	1,528	1,72	1,88	2,016	2,275
-0,7	0,116	0,857	1,183	1,488	1,663	1,806	1,926	2,15
-0,8	0,132	0,856	1,166	1,448	1,606	1,733	1,837	2,035
-0,9	0,148	0,854	1,147	1,407	1,549	1,66	1,749	1,91
-1	0,164	0,852	1,128	1,366	1,492	1,588	1,664	1,8
-1,2	0,195	0,844	1,086	1,282	1,379	1,449	1,501	1,625
-1,4	0,225	0,832	1,041	1,198	1,27	1,318	1,351	1,465
-1,6	0,254	0,817	0,994	1,116	1,166	1,197	1,216	1,28
-1,8	0,282	0,799	0,945	1,035	1,069	1,087	1,097	1,13
-2	0,307	0,777	0,895	0,959	0,98	0,99	0,995	1
-2,2	0,33	0,752	0,844	0,888	0,9	0,905	0,907	0,91
-2,5	0,36	0,711	0,771	0,793	0,798	0,799	0,8	0,802
-3	0,396	0,636	0,66	0,666	0,666	0,667	0,667	0,668

Lampiran C.5 Tabel nilai ΔP kritis Smirnov-Kolmogorov

N	α (derajat kepercayaan)			
	0.20	0.10	0.05	0.01
5	0.45	0.51	0.56	0.67
10	0.32	0.37	0.41	0.49
15	0.27	0.30	0.34	0.40
20	0.23	0.26	0.29	0.36
25	0.21	0.24	0.27	0.32
30	0.19	0.22	0.24	0.29
35	0.18	0.20	0.23	0.27
40	0.17	0.19	0.21	0.25
45	0.16	0.18	0.20	0.24
50	0.15	0.17	0.19	0.23
N>50	$\frac{107}{N^{0.5}}$	$\frac{1.22}{N^{0.5}}$	$\frac{1.36}{N^{0.5}}$	$\frac{1.63}{N^{0.5}}$

Lampiran C.6 Tabel nilai Reduced Variate (Yt)

Periode Ulang	Reduced Variate (Yt)
2	0,3065

t	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
-0,9	0,1841	0,1814	0,1788	0,1762	0,1736	0,1711	0,1685	0,1660	0,1635	0,1611
-0,8	0,2119	0,2090	0,2061	0,2033	0,2005	0,1977	0,1949	0,1922	0,1894	0,1867
-0,7	0,2420	0,2389	0,2358	0,2327	0,2296	0,2266	0,2100	0,2206	0,2177	0,2148
-0,6	0,2743	0,2709	0,2676	0,2643	0,2611	0,2578	0,2546	0,2514	0,2483	0,2451
-0,5	0,3085	0,3050	0,3015	0,2981	0,2946	0,2912	0,2877	0,2843	0,2810	0,2776
-0,4	0,3446	0,3409	0,3372	0,3336	0,3300	0,3264	0,3228	0,3192	0,3156	0,3121
-0,3	0,3821	0,3783	0,3745	0,3707	0,3669	0,3620	0,4594	0,3557	0,3520	0,3483
-0,2	0,4207	0,4168	0,4129	0,4090	0,4052	0,4013	0,3974	0,3936	0,3897	0,3859
-0,1	0,4602	0,4562	0,4522	0,4483	0,4443	0,4404	0,4364	0,4325	0,4286	0,4247
0,0	0,5000	0,4960	0,4920	0,4880	0,4840	0,4801	0,4761	0,4721	0,4681	0,4641
0,0	0,5000	0,5040	0,5080	0,5120	0,5160	0,5199	0,5239	0,5279	0,5319	0,5359
0,1	0,5398	0,5438	0,5478	0,5517	0,5557	0,5596	0,5636	0,5675	0,5714	0,5753
0,2	0,5793	0,5832	0,5871	0,5910	0,5948	0,5987	0,6026	0,6064	0,6103	0,6141
0,3	0,6179	0,6217	0,6255	0,6293	0,6331	0,6368	0,6406	0,6443	0,6480	0,6517
0,4	0,6554	0,6591	0,6628	0,6664	0,6700	0,6736	0,6772	0,6808	0,6844	0,6879
0,5	0,6915	0,6950	0,6985	0,7019	0,7054	0,7088	0,7123	0,7157	0,7190	0,7224
0,6	0,7257	0,7291	0,7324	0,7357	0,7389	0,7422	0,7454	0,7486	0,7517	0,7549
0,7	0,7580	0,7611	0,7642	0,7673	0,7704	0,7734	0,7764	0,7794	0,7823	0,7852
0,8	0,7881	0,7910	0,7939	0,7967	0,7995	0,8023	0,8051	0,8078	0,8106	0,8133
0,9	0,8159	0,8186	0,8212	0,8238	0,8264	0,8289	0,8315	0,8340	0,8365	0,8389
1,0	0,8413	0,8438	0,8461	0,8485	0,8508	0,8531	0,8554	0,8577	0,8599	0,8621
1,2	0,8849	0,8869	0,8888	0,8907	0,8925	0,8944	0,8962	0,8980	0,8997	0,9015
1,3	0,9032	0,9049	0,9066	0,9082	0,9099	0,9115	0,9131	0,9147	0,9162	0,9177
1,4	0,9192	0,9207	0,9222	0,9100	0,9251	0,9265	0,9278	0,9292	0,9306	0,9319
1,5	0,9332	0,9345	0,9357	0,9370	0,9382	0,9394	0,9406	0,9418	0,9429	0,9441
1,6	0,9452	0,9463	0,9479	0,9484	0,9495	0,9505	0,9515	0,9525	0,9535	0,9545
1,7	0,9554	0,9564	0,9574	0,9582	0,9591	0,9599	0,9608	0,9616	0,9625	0,9633
1,9	0,9713	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,0	0,9772	0,9778	0,9783	0,9788	0,9793	0,9798	0,9803	0,9808	0,9812	0,9817
2,1	0,9821	0,9826	0,9830	0,9834	0,9838	0,9842	0,9846	0,9850	0,9854	0,9857
2,2	0,9861	0,9864	0,9868	0,9871	0,9875	0,9878	0,9881	0,9884	0,9887	0,9890
2,3	0,9893	0,9896	0,9696	0,9901	0,9904	0,9906	0,9909	0,9911	0,9913	0,9916
2,4	0,9918	0,9920	0,9922	0,9925	0,9927	0,9929	0,9931	0,9932	0,9934	0,9936
2,5	0,9938	0,9940	0,9941	0,9943	0,9945	0,9946	0,9948	0,9949	0,9951	0,9952
2,6	0,9953	0,9955	0,9956	0,9957	0,9959	0,9960	0,9961	0,9962	0,9963	0,9964
2,7	0,9965	0,9966	0,9967	0,9968	0,9969	0,9970	0,9971	0,9972	0,9973	0,9974

t	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09
2,8	0,9974	0,9975	0,9976	0,9977	0,9977	0,9978	0,9979	0,9979	0,9980	0,9981
2,9	0,9981	0,9982	0,9982	0,9983	0,9984	0,9984	0,9985	0,9985	0,9986	0,9986
3,0	0,9987	0,9987	0,9987	0,9988	0,9988	0,9989	0,9989	0,9989	0,9990	0,9990
3,1	0,9990	0,9991	0,9991	0,9991	0,9992	0,9992	0,9992	0,9992	0,9993	0,9993
3,2	0,9993	0,9993	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9994	0,9995	0,9995	0,9995
3,3	0,9995	0,9995	0,9995	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9996	0,9997
3,4	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998



LAMPIRAN D

Tabel D.1 Volume Reservoir Asrama Putra 1

Reservoir Asrama Putra 1									
Tanggal	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (m)	Luas Area Atap (m ²)	Koefesien Runoff	Volume Supply (m ³)	Akumulasi Hujan (m ³)	Volume Pemakaian (m ³ /Hari)	Akumulasi Pemakaian (m ³)	Selisih
1	33.98	0.03398	91	0.8	2.480868563	2.480868563	2.88	2.88	-1.35913
2	121.35	0.12135	91	0.8	8.859723371	11.34059193	2.88	7.68	3.660592
3	275.63	0.27563	91	0.8	20.12365515	31.46424709	2.88	10.08	19.94425
4	60.49	0.06049	91	0.8	4.416354897	35.88060198	2.88	15.36	20.5206
5	25.61	0.02561	91	0.8	1.869777631	37.75037962	2.88	19.2	18.55038
6	2.71	0.00271	91	0.8	0.197856204	37.94823582	2.88	23.04	14.90824
7	3.25	0.00325	91	0.8	0.237281425	38.18551724	2.88	26.88	11.30552
8	3.39	0.00339	91	0.8	0.247502779	38.43302002	2.88	30.72	7.71302
9	10.03	0.01003	91	0.8	0.732286983	39.16530701	2.88	34.56	4.605307
10	5.95	0.00595	91	0.8	0.434407532	39.59971454	2.88	38.4	1.199715
11	10.79	0.01079	91	0.8	0.787774332	40.38748887	2.88	42.24	-1.85251
12	4.22	0.00422	91	0.8	0.308100805	40.69558968	2.88	46.08	-5.38441
13	0.88	0.00088	91	0.8	0.064248509	40.75983818	2.88	49.92	-9.16016

Reservoir Asrama Putra 1									
Tanggal	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (m)	Luas Area Atap (m ²)	Koefesien Runoff	Volume Supply (m ³)	Akumulasi Hujan (m ³)	Volume Pemakaian (m ³ /Hari)	Akumulasi Pemakaian (m ³)	Selisih
14	0.36	0.00036	91	0.8	0.026283481	40.78612167	2.88	53.76	-12.9739
15	0.13	0.00013	91	0.8	0.009491257	40.79561292	2.88	57.6	-16.8044
16	1.29	0.00129	91	0.8	0.094182473	40.8897954	2.88	61.44	-20.5502
17	0.32	0.00032	91	0.8	0.023363094	40.91315849	2.88	65.28	-24.3668
18	4.23	0.00423	91	0.8	0.308830901	41.22198939	2.88	69.12	-27.898
19	22.22	0.02222	91	0.8	1.622274852	42.84426424	2.88	72.96	-30.1157
20	19.22	0.01922	91	0.8	1.403245844	44.24751009	2.88	76.8	-32.5525
21	10.53	0.01053	91	0.8	0.768791818	45.01630191	2.88	80.64	-35.6237
22	2.46	0.00246	91	0.8	0.179603787	45.19590569	2.88	84.48	-39.2841
23	2.7	0.0027	91	0.8	0.197126107	45.3930318	2.88	88.32	-42.927
24	17.18	0.01718	91	0.8	1.254306119	46.64733792	2.88	92.16	-45.5127
25	36.2	0.0362	91	0.8	2.642950029	49.29028795	2.88	96	-46.7097
26	10.67	0.01067	91	0.8	0.779013172	50.06930112	2.88	99.84	-49.7707
27	1.25	0.00125	91	0.8	0.091262087	50.16056321	2.88	103.68	-53.5194
28	1.32	0.00132	91	0.8	0.096372763	50.25693597	2.88	107.52	-57.2631

Reservoir Asrama Putra 1									
Tanggal	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (m)	Luas Area Atap (m ²)	Koefesien Runoff	Volume Supply (m ³)	Akumulasi Hujan (m ³)	Volume Pemakaian (m ³ /Hari)	Akumulasi Pemakaian (m ³)	Selisih
29	1.96	0.00196	91	0.8	0.143098952	50.40003492	2.88	111.36	-60.96
30	7.21	0.00721	91	0.8	0.526399716	50.92643464	2.88	115.2	-64.2736
31	16.69	0.01669	91	0.8	1.218531381	52.14496602	2.88	119.04	-66.895
Max									24.3606
Min									-37.135
Volume per bulan									61.49564
Volume per hari									1.98373

Tabel D.2 Volume Reservoir Asrama Putra 2

Reservoir Asrama Putra 2									
Tanggal	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (m)	Luas Area Atap (m ²)	Koefesien Runoff	Volume Supply (m ³)	Akumulasi Hujan (m ³)	Volume Pemakaian (m ³ /Hari)	Akumulasi Pemakaian (m ³)	Selisih
1	33.98	0.03398	518	0.8	14.09129358	14.09129358	10.08	10.08	4.011294
2	121.35	0.12135	518	0.8	50.3230864	64.41437998	10.08	20.16	44.25438
3	275.63	0.27563	518	0.8	114.3020379	178.7164179	10.08	30.24	148.4764

Reservoir Asrama Putra 2									
Tanggal	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (m)	Luas Area Atap (m ²)	Koefesien Runoff	Volume Supply (m ³)	Akumulasi Hujan (m ³)	Volume Pemakaian (m ³ /Hari)	Akumulasi Pemakaian (m ³)	Selisih
4	60.49	0.06049	518	0.8	25.08482486	203.8012428	10.08	40.32	163.4812
5	25.61	0.02561	518	0.8	10.6203069	214.4215497	10.08	50.4	164.0215
6	2.71	0.00271	518	0.8	1.123820059	215.5453697	10.08	60.48	155.0654
7	3.25	0.00325	518	0.8	1.347754683	216.8931244	10.08	70.56	146.3331
8	3.39	0.00339	518	0.8	1.405811808	218.2989362	10.08	80.64	137.6589
9	10.03	0.01003	518	0.8	4.159378299	222.4583145	10.08	90.72	131.7383
10	5.95	0.00595	518	0.8	2.467427804	224.9257423	10.08	100.8	124.1257
11	10.79	0.01079	518	0.8	4.474545548	229.4002879	10.08	110.88	118.5203
12	4.22	0.00422	518	0.8	1.750007619	231.1502955	10.08	120.96	110.1903
13	0.88	0.00088	518	0.8	0.364930499	231.515226	10.08	131.04	100.4752
14	0.36	0.00036	518	0.8	0.14928975	231.6645157	10.08	141.12	90.54452
15	0.13	0.00013	518	0.8	0.053910187	231.7184259	10.08	151.2	80.51843
16	1.29	0.00129	518	0.8	0.534954936	232.2533809	10.08	161.28	70.97338
17	0.32	0.00032	518	0.8	0.132702	232.3860829	10.08	171.36	61.02608
18	4.23	0.00423	518	0.8	1.754154557	234.1402374	10.08	181.44	52.70024

Reservoir Asrama Putra 2									
Tanggal	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (m)	Luas Area Atap (m ²)	Koefesien Runoff	Volume Supply (m ³)	Akumulasi Hujan (m ³)	Volume Pemakaian (m ³ /Hari)	Akumulasi Pemakaian (m ³)	Selisih
19	22.22	0.02222	518	0.8	9.214495095	243.3547325	10.08	191.52	51.83473
20	19.22	0.01922	518	0.8	7.970413849	251.3251464	10.08	201.6	49.72515
21	10.53	0.01053	518	0.8	4.366725173	255.6918715	10.08	211.68	44.01187
22	2.46	0.00246	518	0.8	1.020146622	256.7120182	10.08	221.76	34.95202
23	2.7	0.0027	518	0.8	1.119673121	257.8316913	10.08	231.84	25.99169
24	17.18	0.01718	518	0.8	7.124438602	264.9561299	10.08	241.92	23.03613
25	36.2	0.0362	518	0.8	15.0119137	279.9680436	10.08	252	27.96804
26	10.67	0.01067	518	0.8	4.424782298	284.3928259	10.08	262.08	22.31283
27	1.25	0.00125	518	0.8	0.518367186	284.9111931	10.08	272.16	12.75119
28	1.32	0.00132	518	0.8	0.547395748	285.4585888	10.08	282.24	3.218589
29	1.96	0.00196	518	0.8	0.812799747	286.2713886	10.08	292.32	-6.04861
30	7.21	0.00721	518	0.8	2.989941928	289.2613305	10.08	302.4	-13.1387
31	16.69	0.01669	518	0.8	6.921238665	296.1825692	10.08	312.48	-16.2974
Max									164.0215
Min									-16.2974

Reservoir Asrama Putra 2									
Tanggal	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (m)	Luas Area Atap (m ²)	Koefesien Runoff	Volume Supply (m ³)	Akumulasi Hujan (m ³)	Volume Pemakaian (m ³ /Hari)	Akumulasi Pemakaian (m ³)	Selisih
Volume per bulan									180.319
Volume per hari									5.816741

Tabel D.3 Volume Reservoir Asrama Putra 3

Reservoir Asrama Putra 3									
Tanggal	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (m)	Luas Area Atap (m ²)	Koefesien Runoff	Volume Supply (m ³)	Akumulasi Hujan (m ³)	Volume Pemakaian (m ³ /Hari)	Akumulasi Pemakaian (m ³)	Selisih
1	33.98	0.03398	410	0.8	11.14544	11.14544	5.28	5.28	5.86544
2	121.35	0.12135	410	0.8	39.8028	50.94824	5.28	10.56	40.38824
3	275.63	0.27563	410	0.8	90.40664	141.35488	5.28	15.84	125.5149
4	60.49	0.06049	410	0.8	19.84072	161.1956	5.28	21.12	140.0756
5	25.61	0.02561	410	0.8	8.40008	169.59568	5.28	26.4	143.1957
6	2.71	0.00271	410	0.8	0.88888	170.48456	5.28	31.68	138.8046
7	3.25	0.00325	410	0.8	1.066	171.55056	5.28	36.96	134.5906
8	3.39	0.00339	410	0.8	1.11192	172.66248	5.28	42.24	130.4225

Reservoir Asrama Putra 3									
Tanggal	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (m)	Luas Area Atap (m ²)	Koefesien Runoff	Volume Supply (m ³)	Akumulasi Hujan (m ³)	Volume Pemakaian (m ³ /Hari)	Akumulasi Pemakaian (m ³)	Selisih
9	10.03	0.01003	410	0.8	3.28984	175.95232	5.28	47.52	128.4323
10	5.95	0.00595	410	0.8	1.9516	177.90392	5.28	52.8	125.1039
11	10.79	0.01079	410	0.8	3.53912	181.44304	5.28	58.08	123.363
12	4.22	0.00422	410	0.8	1.38416	182.8272	5.28	63.36	119.4672
13	0.88	0.00088	410	0.8	0.28864	183.11584	5.28	68.64	114.4758
14	0.36	0.00036	410	0.8	0.11808	183.23392	5.28	73.92	109.3139
15	0.13	0.00013	410	0.8	0.04264	183.27656	5.28	79.2	104.0766
16	1.29	0.00129	410	0.8	0.42312	183.69968	5.28	84.48	99.21968
17	0.32	0.00032	410	0.8	0.10496	183.80464	5.28	89.76	94.04464
18	4.23	0.00423	410	0.8	1.38744	185.19208	5.28	95.04	90.15208
19	22.22	0.02222	410	0.8	7.28816	192.48024	5.28	100.32	92.16024
20	19.22	0.01922	410	0.8	6.30416	198.7844	5.28	105.6	93.1844
21	10.53	0.01053	410	0.8	3.45384	202.23824	5.28	110.88	91.35824
22	2.46	0.00246	410	0.8	0.80688	203.04512	5.28	116.16	86.88512
23	2.7	0.0027	410	0.8	0.8856	203.93072	5.28	121.44	82.49072

Tabel D.4 Volume Reservoir Asrama Putri 1

Reservoir Asrama Putri 1

Tanggal	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (m)	Luas Area Atap (m ²)	Koefesien Runoff	Volume Supply (m ³)	Akumulasi Hujan (m ³)	Volume Pemakaian (m ³ /Hari)	Akumulasi Pemakaian (m ³)	Selisih
1	33.98	0.03398	512	0.8	13.918208	13.918208	9	9	4.918208
2	121.35	0.12135	512	0.8	49.70496	63.623168	9	18	45.623168
3	275.63	0.27563	512	0.8	112.898048	176.521216	9	27	149.521216
4	60.49	0.06049	512	0.8	24.776704	201.29792	9	36	165.29792
5	25.61	0.02561	512	0.8	10.489856	211.787776	9	45	166.787776
6	2.71	0.00271	512	0.8	1.110016	212.897792	9	54	158.897792
7	3.25	0.00325	512	0.8	1.3312	214.228992	9	63	151.228992
8	3.39	0.00339	512	0.8	1.388544	215.617536	9	72	143.617536
9	10.03	0.01003	512	0.8	4.108288	219.725824	9	81	138.725824
10	5.95	0.00595	512	0.8	2.43712	222.162944	9	90	132.162944
11	10.79	0.01079	512	0.8	4.419584	226.582528	9	99	127.582528
12	4.22	0.00422	512	0.8	1.728512	228.31104	9	108	120.31104
13	0.88	0.00088	512	0.8	0.360448	228.671488	9	117	111.671488
14	0.36	0.00036	512	0.8	0.147456	228.818944	9	126	102.818944
15	0.13	0.00013	512	0.8	0.053248	228.872192	9	135	93.872192
16	1.29	0.00129	512	0.8	0.528384	229.400576	9	144	85.400576

Reservoir Asrama Putri 1									
Tanggal	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (m)	Luas Area Atap (m ²)	Koefesien Runoff	Volume Supply (m ³)	Akumulasi Hujan (m ³)	Volume Pemakaian (m ³ /Hari)	Akumulasi Pemakaian (m ³)	Selisih
17	0.32	0.00032	512	0.8	0.131072	229.531648	9	153	76.531648
18	4.23	0.00423	512	0.8	1.732608	231.264256	9	162	69.264256
19	22.22	0.02222	512	0.8	9.101312	240.365568	9	171	69.365568
20	19.22	0.01922	512	0.8	7.872512	248.23808	9	180	68.23808
21	10.53	0.01053	512	0.8	4.313088	252.551168	9	189	63.551168
22	2.46	0.00246	512	0.8	1.007616	253.558784	9	198	55.558784
23	2.7	0.0027	512	0.8	1.10592	254.664704	9	207	47.664704
24	17.18	0.01718	512	0.8	7.036928	261.701632	9	216	45.701632
25	36.2	0.0362	512	0.8	14.82752	276.529152	9	225	51.529152
26	10.67	0.01067	512	0.8	4.370432	280.899584	9	234	46.899584
27	1.25	0.00125	512	0.8	0.512	281.411584	9	243	38.411584
28	1.32	0.00132	512	0.8	0.540672	281.952256	9	252	29.952256
29	1.96	0.00196	512	0.8	0.802816	282.755072	9	261	21.755072
30	7.21	0.00721	512	0.8	2.953216	285.708288	9	270	15.708288
31	16.69	0.01669	512	0.8	6.836224	292.544512	9	279	13.544512

Reservoir Asrama Putri 1									
Tanggal	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (m)	Luas Area Atap (m ²)	Koefesien Runoff	Volume Supply (m ³)	Akumulasi Hujan (m ³)	Volume Pemakaian (m ³ /Hari)	Akumulasi Pemakaian (m ³)	Selisih
Max									166.787776
Min									4.918208
Volume per bulan									161.869568
Volume per hari									5.221598968

Tabel D.5 Volume Reservoir Asrama Putri 2

Reservoir Asrama Putri 2									
Tanggal	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (m)	Luas Area Atap (m ²)	Koefesien Runoff	Volume Supply (m ³)	Akumulasi Hujan (m ³)	Volume Pemakaian (m ³ /Hari)	Akumulasi Pemakaian (m ³)	Selisih
1	33.98	0.03398	472	0.8	12.830848	12.830848	9	9	3.830848
2	121.35	0.12135	472	0.8	45.82176	58.652608	9	18	40.652608
3	275.63	0.27563	472	0.8	104.077888	162.730496	9	27	135.730496
4	60.49	0.06049	472	0.8	22.841024	185.57152	9	36	149.57152
5	25.61	0.02561	472	0.8	9.670336	195.241856	9	45	150.241856
6	2.71	0.00271	472	0.8	1.023296	196.265152	9	54	142.265152

Reservoir Asrama Putri 2									
Tanggal	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (m)	Luas Area Atap (m ²)	Koefesien Runoff	Volume Supply (m ³)	Akumulasi Hujan (m ³)	Volume Pemakaian (m ³ /Hari)	Akumulasi Pemakaian (m ³)	Selisih
7	3.25	0.00325	472	0.8	1.2272	197.492352	9	63	134.492352
8	3.39	0.00339	472	0.8	1.280064	198.772416	9	72	126.772416
9	10.03	0.01003	472	0.8	3.787328	202.559744	9	81	121.559744
10	5.95	0.00595	472	0.8	2.24672	204.806464	9	90	114.806464
11	10.79	0.01079	472	0.8	4.074304	208.880768	9	99	109.880768
12	4.22	0.00422	472	0.8	1.593472	210.47424	9	108	102.47424
13	0.88	0.00088	472	0.8	0.332288	210.806528	9	117	93.806528
14	0.36	0.00036	472	0.8	0.135936	210.942464	9	126	84.942464
15	0.13	0.00013	472	0.8	0.049088	210.991552	9	135	75.991552
16	1.29	0.00129	472	0.8	0.487104	211.478656	9	144	67.478656
17	0.32	0.00032	472	0.8	0.120832	211.599488	9	153	58.599488
18	4.23	0.00423	472	0.8	1.597248	213.196736	9	162	51.196736
19	22.22	0.02222	472	0.8	8.390272	221.587008	9	171	50.587008
20	19.22	0.01922	472	0.8	7.257472	228.84448	9	180	48.84448
21	10.53	0.01053	472	0.8	3.976128	232.820608	9	189	43.820608

Reservoir Asrama Putri 2

Tabel D.6 Volume Reservoir Mushola

Reservoir Mushola									
Tanggal	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (m)	Luas Area Atap (m ²)	Koefesien Runoff	Volume Supply (m ³)	Akumulasi Hujan (m ³)	Volume Pemakaian (m ³ /Hari)	Akumulasi Pemakaian (m ³)	Selisih
1	33.98	0.03398	100	0.8	6.415424	6.415424	4.53	4.53	-1.8116
2	121.35	0.12135	100	0.8	22.91088	29.326304	4.53	9.06	3.3664
3	275.63	0.27563	100	0.8	52.038944	81.365248	4.53	13.59	20.8868
4	60.49	0.06049	100	0.8	11.420512	92.78576	4.53	18.12	21.196
5	25.61	0.02561	100	0.8	4.835168	97.620928	4.53	22.65	18.7148
6	2.71	0.00271	100	0.8	0.511648	98.132576	4.53	27.18	14.4016
7	3.25	0.00325	100	0.8	0.6136	98.746176	4.53	31.71	10.1316
8	3.39	0.00339	100	0.8	0.640032	99.386208	4.53	36.24	5.8728
9	10.03	0.01003	100	0.8	1.893664	101.279872	4.53	40.77	2.1452
10	5.95	0.00595	100	0.8	1.12336	102.403232	4.53	45.3	-1.9088
11	10.79	0.01079	100	0.8	2.037152	104.440384	4.53	49.83	-5.5756
12	4.22	0.00422	100	0.8	0.796736	105.23712	4.53	54.36	-9.768
13	0.88	0.00088	100	0.8	0.166144	105.403264	4.53	58.89	-14.2276
14	0.36	0.00036	100	0.8	0.067968	105.471232	4.53	63.42	-18.7288

Reservoir Mushola									
Tanggal	Curah Hujan (mm)	Curah Hujan (m)	Luas Area Atap (m ²)	Koefesien Runoff	Volume Supply (m ³)	Akumulasi Hujan (m ³)	Volume Pemakaian (m ³ /Hari)	Akumulasi Pemakaian (m ³)	Selisih
15	0.13	0.00013	100	0.8	0.024544	105.495776	4.53	67.95	-23.2484
16	1.29	0.00129	100	0.8	0.243552	105.739328	4.53	72.48	-27.6752
17	0.32	0.00032	100	0.8	0.060416	105.799744	4.53	77.01	-32.1796
18	4.23	0.00423	100	0.8	0.798624	106.598368	4.53	81.54	-36.3712
19	22.22	0.02222	100	0.8	4.195136	110.793504	4.53	86.07	-39.1472
20	19.22	0.01922	100	0.8	3.628736	114.42224	4.53	90.6	-42.116
21	10.53	0.01053	100	0.8	1.988064	116.410304	4.53	95.13	-45.8036
22	2.46	0.00246	100	0.8	0.464448	116.874752	4.53	99.66	-50.1368
23	2.7	0.0027	100	0.8	0.50976	117.384512	4.53	104.19	-54.4508
24	17.18	0.01718	100	0.8	3.243584	120.628096	4.53	108.72	-57.6064
25	36.2	0.0362	100	0.8	6.83456	127.462656	4.53	113.25	-59.2404
26	10.67	0.01067	100	0.8	2.014496	129.477152	4.53	117.78	-62.9168
27	1.25	0.00125	100	0.8	0.100	129.713152	4.53	122.31	-67.3468
28	1.32	0.00132	100	0.8	0.249216	129.961008	4.53	126.84	-71.7712
29	1.96	0.00196	100	0.8	0.370048	130.332416	4.53	131.37	-76.1444

