

**RANCANGAN SISTEM PEMANENAN AIR HUJAN UNTUK RUMAH
TOKO DI KECAMATAN KUTA ALAM KOTA BANDA ACEH**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

ZAHRUL ICHSAN

NIM. 150702027

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



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
DARUSSALAM – BANDA ACEH
2020 M / 1441 H**

LEMBAR PERSETUJUAN

RANCANGAN SISTEM PEMANENAN AIR HUJAN UNTUK RUMAH TOKO DI KECAMATAN KUTA ALAM KOTA BANDA ACEH

TUGAS AKHIR

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana Dalam Prodi Teknik Lingkungan

Oleh

ZAHRUL ICHSAN
NIM. 150702027

Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan

Disetujui Oleh:

جامعة الرانيري

AR-RANIRY

Pembimbing I,



Aulia Rohendi, M.Sc
NIDN. 2010048202

Pembimbing II,



Adian Aristia Anas, M.Sc
NIDN. 2022108701

LEMBAR PENGESAHAN

RANCANGAN SISTEM PEMANENAN AIR HUJAN UNTUK RUMAH TOKO DI KECAMATAN KUTA ALAM KOTA BANDA ACEH

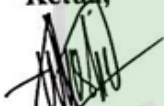
TUGAS AKHIR

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
Dalam Ilmu Teknik Lingkungan

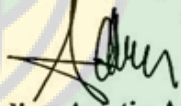
Pada Hari/Tanggal : Senin, 7 September 2020
19 Muharram 1442 H

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,


Aulia Rohendi, M.Sc
NIDN. 2010048202

Sekretaris,


Adian Aristia Anas, M.Sc
NIDN. 2022108701

Penguji I,


Yeggi Darnas, M.T
NIDN. 2020067905

Penguji II,


Arief Rahman, M.T
NIDN. 2010038901

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




Dr. Azhar Amsal, M.Pd
NIDN: 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Zahrul Ichsan

NIM : 150702027

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Skripsi : Rancangan Sistem Pemanenan Air Hujan untuk Rumah Toko di
Kecamatan Kuta Alam Kota Banda aceh

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan Tugas Akhir ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

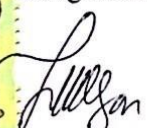
Bila dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi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

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 7 September 2020

Yang membuat pernyataan,




Zahrul Ichsan
NIM. 150702027

ABSTRAK

Nama : Zahrul Ichsan
NIM : 150702027
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Rancangan Sistem Pemanenan Air Hujan Untuk
Rumah Toko di Kecamatan Kuta Alam Kota
Banda Aceh
Tebal Halaman : 101 halaman
Pembimbing I : Aulia Rohendi, M.Sc
Pembimbing II : Adian Aristia Anas, M.Sc
Kata Kunci : *Pemanenan air hujan, hidrologi, pH, hujan.*

Pemanenan air hujan (PAH) adalah satu pemanfaatan penting untuk mengurangi limpasan permukaan berlebih yang menyebabkan banjir dan longsor, penurunan muka tanah, dan keringnya cadangan air dalam tanah. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui kualitas dan kuantitas dari air hujan yang akan dipanen, potensi air hujan yang bisa dimanfaatkan, serta rancangan dari sistem PAH untuk rumah toko di wilayah Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh. Metode menentukan kualitas air hujan dilakukan dengan menampung air di tiap hari hujan selama lima hari lalu dilakukan pengujian parameter fisik dasar. Data curah hujan tahun 2009-2018 dari *International Research Institute for Climate and Society* dianalisis untuk menentukan hujan rencana dan debit rencana. Hasil pengujian kualitas air menunjukkan nilai pH 7,8-7,9, suhu 28 -31°C, DHL 4-20 μ /cm, TDS 3-9 ppm. Nilai curah hujan tertinggi harian adalah di bulan Des 2014 (77,6 mm) dan rata-rata curah hujan bulanan selama 10 tahun adalah 156,321 mm. Periode ulang hujan (PUH) digunakan 2 tahun dan durasi hujan 2 jam, dengan Distribusi Gumbel diperoleh nilai hujan rencana 30,8 mm/jam dan debit 0,8 l/detik. Tampungan direncanakan 0,5 m³, diameter talang horizontal 127 mm dengan panjang 5 m, dan pipa tegak berdiameter 101,6 mm dengan panjang 10 m.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah Rabbil ‘alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan Tugas akhir yang berjudul **“RANCANGAN SISTEM PEMANENAN AIR HUJAN UNTUK RUMAH TOKO DI KECAMATAN KUTA ALAM KOTA BANDA ACEH”** shalawat beriring salam kita sanjungkan keharibaan Nabi Besar Muhammad SAW. beserta keluarganya dan sahabatnya sekalian yang telah membawa kita dari alam jahiliyah menuju alam Islamiah yang penuh dengan ilmu pengetahuan seperti yang kita rasakan pada saat ini, sehingga kita bisa membedakan mana yang salah dan mana yang benar.

Tugas akhir disusun sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana teknik (ST) pada Prodi Teknik Lingkungan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Adapun dalam menulis tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada :

1. Abu Wajdi, Alm. Umi Fajriah, kakak dan abang, serta keluarga tercinta yang selalu memberi do’a dan dukungan baik moril maupun materil selama masa kuliah.
2. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Bapak Dr. Azhar Amsal, M.Pd. serta para wakil Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Ketua Prodi Teknik Lingkungan Ibu Dr. Eng. Nur Aida, M.Si. beserta Staf Prodi Teknik Lingkungan.
4. Sekretaris Prodi Teknik Lingkungan Ibu Yeggi Darnas, S.T., M.T
5. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc. selaku pembimbing I sekaligus sebagai pembimbing akademik yang selalu memberikan bimbingan dan bantuan kepada penulis selama proses penulisan Tugas Akhir.

6. Bapak Adian Aristia Anas, M.Sc. selaku pembimbing II yang selalu memberikan bimbingan serta pengarahan kepada penulis selama proses penulis Tugas Akhir.
7. Bapak Akmal, S.T., M.Eng., IPM yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini
8. Seluruh Dosen Prodi Teknik Lingkungan yang telah memberikan dan membagi ilmunya kepada penulis.
9. Seluruh teman-teman angkatan 2015, serta rekan-rekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh yang telah membantu penulisan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap Allah SWT membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu penulis menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan limpahan berkah dan rahmatn-Nya. Semoga penulisan ini bermanfaat untuk pengembangan keilmuan dan pengetahuan masa depan.

Banda Aceh, 7 September 2020
Penulis,

Zahrul Ichsan

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
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.....	6
2.1 Siklus Hidrologi	6
2.2 Presipitasi	7
2.3 Pemanenan Air Hujan.	10
2.4 Metode–metode pemanenan air hujan.....	12
2.5 Peraturan-peraturan hukum tentang pemanenan air hujan.	16
2.6 Komponen Pemanenan Air hujan.....	17
2.7 Sistem Pemanenan Air Hujan Melalui Atap	23
2.8 Kuantitas Air Hujan Dalam Sistem Pemanenan Air Hujan (PAH).	24
2.9 Kualitas Air Hujan pada Sistem Pemanenan Air Hujan (PAH).	29
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1 Prosedur Penelitian.....	31
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	32

3.3 Alat dan Bahan	33
3.4 Pengumpulan data	33
3.5 Pengolahan data.....	34
3.6 Tahap Pelaporan	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	36
4.1 Kualitas dan Kuantitas Air Hujan	36
4.2 Potensi Pemanenan Air Hujan.....	40
4.2.1 Teknik Pemanenan Air hujan.....	40
4.3 Perhitungan debit.....	48
4.4 Debit Air Hujan	50
4.5 Perhitungan volume tampungan air hujan	51
4.6 Perhitungan kebutuhan air bersih	51
4.7 Dimensi pipa penampungan air hujan	52
4.8 Rencana Anggaran Biaya (RAB)	56
BAB V PENUTUP.....	58
5.1 Kesimpulan.....	58
5.2 Saran	58
DAFTAR PUSTAKA.....	60
LAMPIRAN-LAMPIRAN	64
RIWAYAT PENULIS.....	97

DAFTAR GAMBAR

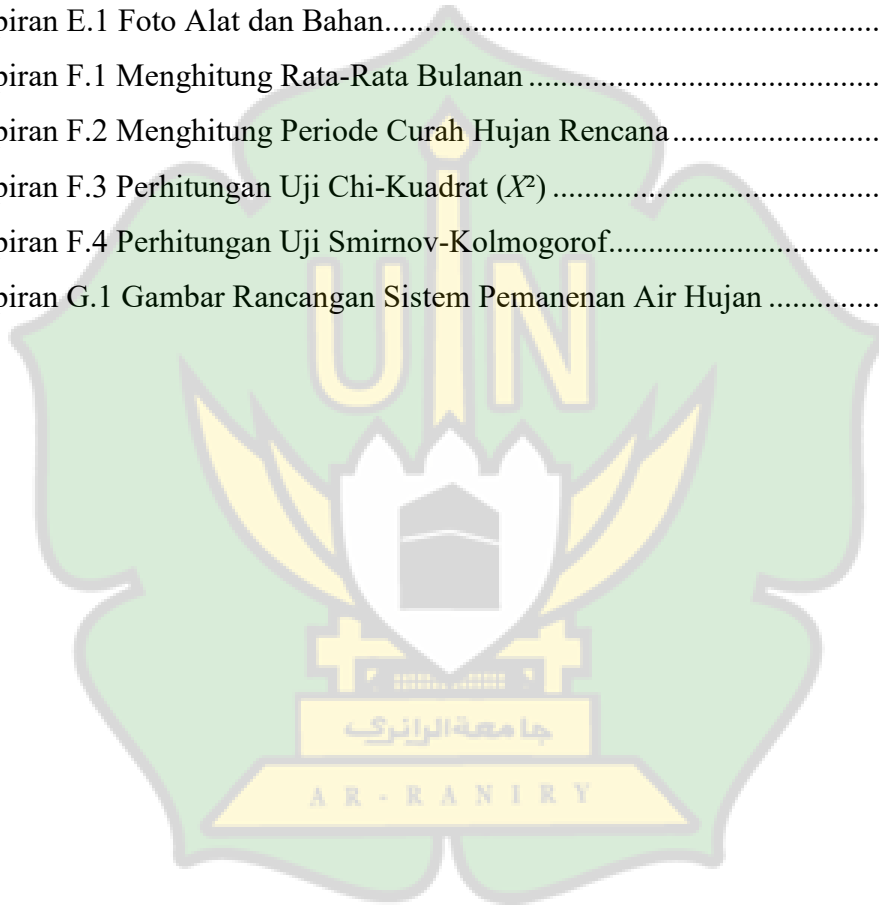
Gambar 2.1 Siklus hidrologi	7
Gambar 2.2 Hujan Frontal.....	9
Gambar 2.3 Hujan Zenithal.....	9
Gambar 2.4 Contoh bangunan rainwater-harvesting	12
Gambar 2.5 Kolam tandon di Gunung Kidul, Yogyakarta	13
Gambar 2.6 Warga Sukorejo Gunung pati memasang talang dalam pembuatan sumur resapan di halaman rumah.warga.....	13
Gambar 2.7 Skema rorak dan guludan.....	14
Gambar 2.8 Embung di Unnes (Semarang)	15
Gambar 2.9 Pemanenan air hujan melewati jalan.....	17
Gambar 2.10 Pemanenan air hujan melewati lapangan terbuka	18
Gambar 2.11 Pemanenan air melewati atap.....	18
Gambar 2.12 Pemanenan air hujan di bawah tanah	23
Gambar 2.13 Contoh Gutter kombinasi dengan sistem pengolahan	24
Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian Kecamatan Kuta Alam kota Banda Aceh.	33
Gambar 4.1 Peta lokasi penelitian Kecamatan Kuta Alam kota Banda Aceh.	36
Gambar 4.2 Grafik Curah Hujan Bulanan Maksimum (2009-2018)	39
Gambar 4.3 Bangunan Rumah Toko Tampak dari Depan.....	41
Gambar 4.4 Bangunan Rumah Toko Tampak dari Belakang	41
Gambar 4.5 kurva IDF dengan metode Mononobe.....	50

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis-jenis presipitasi.	7
Tabel 2.2 Jenis penampungan	19
Tabel 2.3 Jenis penampungan (Lanjutan)	20
Tabel 2.4 Jenis Penampungan (lanjutan)	21
Tabel 2.5 Komponen-komponen Pemanenan Air Hujan.	22
Tabel 2.6 Persyaratan Parameter Statistik Suatu Distribusi.....	22
Tabel 4.1 hasil pengujian kualitas air hujan.....	37
Tabel 4.2 Koefisien aliran permukaan (C).....	42
Tabel 4.3 Rata-rata Curah Hujan Bulanan Maksimum tahun 2009-2018.....	43
Tabel 4.4 Rekapitulasi curah hujan rencana Gumbel.....	45
Tabel 4.5 Rekapitulasi curah hujan rencana Normal	46
Tabel 4.6 Rekapitulasi curah hujan rencana Log Normal.....	46
Tabel 4.7 Rekapitulasi curah hujan rencana Log Person III	46
Tabel 4.8 Rekapitulasi nilai χ^2 dan χ^2_{Cr}	47
Tabel 4.9 Tabel hasil rekapitulasi ΔP	48
Tabel 4.10 Perhitungan periode ulang hujan metode Gumbel.....	48
Tabel 4.11 Intensitas curah hujan dengan menggunakan metode Mononobe	49
Tabel 4.12 Keperluan air.....	52
Tabel 4.13 Penentuan ukuran perpipaan air hujan horizontal.....	53
Tabel 4.14 Penentuan ukuran perpipaan air hujan horizontal 1, 2 (lanjutan)	53
Tabel 4.15 Penentuan ukuran perpipaan air hujan horisontal 1, 2 (lanjutan)	53
Tabel 4.16 Tabel Penentuan Ukuran Talang.....	53
Tabel 4.17 Tabel Lanjutan Penentuan Ukuran Talang.....	53
Tabel 4.18 RAB (Rancangan Anggaran Biaya) Sistem Penampungan Air Hujan Pada Rumah Toko.....	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Bagan Alir.....	63
Lampiran B.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.....	64
Lampiran C.1 Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh (Landuse).....	65
Lampiran D.1 Peta Produktivitas Air Tanah Kota Banda Aceh	66
Lampiran E.1 Foto Alat dan Bahan.....	67
Lampiran F.1 Menghitung Rata-Rata Bulanan	67
Lampiran F.2 Menghitung Periode Curah Hujan Rencana.....	70
Lampiran F.3 Perhitungan Uji Chi-Kuadrat (χ^2)	80
Lampiran F.4 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorof.....	85
Lampiran G.1 Gambar Rancangan Sistem Pemanenan Air Hujan	90



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Peningkatan kebutuhan terhadap air terus bertambah diakibatkan oleh meningkatnya jumlah penduduk dan meningkatnya perekonomian. Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) sebagai penyelenggara dan pengelola sistem penyediaan air minum juga mempunyai kendala untuk memenuhi cakupan pelayanan secara menyeluruh, sehingga sebagian masyarakat memilih alternatif menggunakan air tanah (dengan sumur gali atau sumur bor). Ekstraksi air tanah berlebihan dapat mengakibatkan turunnya muka air tanah dan intrusi air laut. Untuk mencegah hal ini, perlu adanya *groundwater recharge* (mengisi kembali air tanah) dan pengawasan penggunaan air tanah, serta strategi agar ekstraksi air tanah tidak berlebihan.

Pada umumnya PDAM memanfaatkan air permukaan (air sungai, danau atau waduk) untuk sumber air baku yang akan diolah menjadi air minum. Yang harus diperhatikan, air permukaan cenderung lebih mudah tercemar oleh kegiatan manusia, seperti aktivitas industri, aktivitas domestik, maupun lainnya. Selain itu, terdapat juga permasalahan terkait terbatasnya sumber daya air, buruknya pengelolaan dan kurangnya pemanfaatan serta pengelolaan terhadap sumber air yang telah ada.

Pesatnya pertumbuhan penduduk dan peningkatan perekonomian juga menyebabkan banyak terjadi alih fungsi lahan. Lahan yang tadinya bisa berfungsi sebagai penangkap air hujan untuk pengisian kembali air tanah berubah menjadi kompleks perumahan, perkantoran, perkerasan dll. Perubahan fungsi lahan (*land use change*) ini akan menyebabkan peningkatan *run off* (limpasan) yang akan menyebabkan banjir, dan mengurangi infiltrasi air ke dalam tanah, dan akhirnya menyebabkan muka air tanah menurun.

Memanen air hujan mampu mengurangi permasalahan-permasalahan di atas. Di mana Paradigma selama ini berkaitan dengan hujan adalah secepatnya

mengalirkan hujan ke drainase dan meneruskannya ke badan air hingga ke laut. padahal, hujan adalah rahmat Allah SWT. Dalam Al-Quran surat Ar-Rad (Ayat 17) Allah S.W.T berfirman: “Allah telah menurunkan air (hujan) dari langit, maka mengalirlah air di lembah-lembah menurut ukurannya, maka arus itu membawa buih yang mengembang. Dan dari apa (logam) yang mereka lebur dalam api untuk membuat perhiasan atau alat-alat, ada (pula) buihnya seperti buih arus itu. Demikianlah Allah membuat perumpamaan (bagi) yang benar dan yang batil. Adapun buih itu, akan hilang sebagai yang tak ada harganya; adapun yang memberi manfaat kepada manusia, maka ia tetap di bumi”.

Berdasarkan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 12 tahun 2014 Tentang Drainase Perkotaan, disebutkan perubahan mengenai konsep drainase, yaitu paradigma baru (drainase ramah lingkungan/*eco-drainase*). Drainase ramah lingkungan didefinisikan sebagai upaya untuk mengelola dari kelebihan air (air hujan) dengan berbagai metode diantaranya dengan menampung melalui bak tandon air untuk langsung bisa digunakan, menampung dalam tampungan buatan atau badan air alamiah, guna keberlanjutan nantinya. Dengan konsep drainase ramah lingkungan, maka air hujan dapat disimpan terlebih dahulu, dan air hujan tidak secepatnya dialirkan menuju ke sungai, sehingga air hujan tersebut dapat langsung dimanfaatkan atau dimanfaatkan pada musim berikutnya, seperti: untuk mengisi/konservasi air tanah, meningkatkan kualitas ekosistem dan lingkungan, serta sebagai upaya untuk mengurangi genangan dan banjir.

Kualitas atau kandungan dari air hujan sendiri berdasarkan uji parameter kimia anorganik, parameter fisik, dan parameter kimiawi masih di bawah baku mutu, hasil dari perbandingan dengan Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010. Memanen air hujan dapat dilakukan dalam skala kecil (misalnya dengan skala rumah tangga atau lubang biopori), dan skala besar (berupa sumur resapan, tandon, waduk, dan bendungan). Mengumpul atau menyimpan air hujan dapat mengatasi permasalahan ketersediaan air, dan berdampak positif bagi pengelolaan air serta lingkungan hidup sekitar dengan mengurangi jumlah air limpasan (*run-off*). Menurut Anuar & Ahmad (2015), tentang analisis kualitas air hujan sebagai sumber air minum terhadap

kesehatan masyarakat, studi kasus di Kecamatan Bangko Bagansiapiapi, menyatakan kualitas atau kandungan dari air hujan sendiri berdasarkan uji parameter kimia organik, parameter fisik, dan parameter kimiawi masih di bawah baku mutu, hasil ini merupakan perbandingan dengan Permenkes No. 429/Menkes/Per/IV/2010.

Dalam lampiran Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup no. 12 tahun 2009. Pemanfaatan air hujan merupakan prinsip dasar konservasi air dan mencegah atau meminimalisir kehilangan air permukaan dengan cara menyimpan air semaksimal mungkin di dalam tanah. Bahkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup no. 8 tahun 2010 menyebutkan, salah satu kategori bangunan yang ramah lingkungan yaitu mempunyai sistem pemanfaatan air hujan. Akan tetapi, pada praktiknya, penerapan dari pemanenan air hujan ini sangat kurang, apalagi untuk skala rumah tangga. Di kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh, perkembangan ekonomi dapat dilihat dari banyaknya bangunan berupa rumah toko di hampir setiap lokasi strategis. Disebut rumah toko karena selain dijadikan lokasi usaha, bangunan ini juga dihuni oleh pengelola bisnis, baik bersama keluarga ataupun tidak, sehingga bisa dipandang sebagai salah satu unit rumah tangga atau domestik. Bangunan rumah toko ini biasanya berupa bangunan berbentuk petak persegi panjang tersusun dua sampai dengan tiga lantai dan dibangun beberapa unit berdampingan secara bersamaan.

Perubahan lahan menjadi pertokoan tentu berpengaruh terhadap pengurangan infiltrasi air hujan dibandingkan dengan bangunan perumahan yang masih menyisakan tanah terbuka sebagai tempat penyerapan air. Sedangkan suplai air dari PDAM yang tidak kontinu dan tingkat kebocoran pipa yang relatif tinggi, serta kerusakan pipa. Berdasarkan latar belakang di atas, penulis tertarik untuk merancang sistem pemanenan air hujan untuk rumah toko agar bisa menjadi model yang bisa diterapkan di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana kualitas dan kuantitas air hujan di Kecamatan Kuta Alam kota Banda Aceh?

2. Bagaimana potensi air hujan untuk dimanfaatkan di dalam pemanenan air hujan untuk rumah toko di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh?
3. Bagaimana rancangan sistem pemanenan air hujan untuk rumah toko di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Kualitas dan kuantitas dari air hujan yang berada di wilayah Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh.
2. Potensi pemanenan air hujan untuk dimanfaatkan pada sistem pemanenan air hujan di rumah toko di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh.
3. Rancangan sistem pemanenan air hujan untuk rumah toko di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini adalah dapat mengetahui:

1. kualitas dan kuantitas dari air hujan di wilayah Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh.
2. Potensi dari pemanenan air hujan yang akan dimanfaatkan untuk rumah toko di Kecamatan Kuta Alam kota Banda Aceh.
3. Merancang sistem pemanenan air hujan untuk rumah toko di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh, sehingga dapat menjadi contoh/model yang dapat diterapkan oleh pemerintah dan masyarakat.

1.5 Batasan Penelitian

Penelitian ini hanya sebatas pada:

1. Pengukuran pH, Daya Hantar Listrik (DHL), *Total Dissolve Solid* (TDS), dan Suhu pada kualitas air hujan, dan pengolahan air hujan tidak dibahas.
2. Rancangan sistem pemanenan air hujan untuk skala domestik, rumah toko 2-3 lantai dengan luas atap toko tertentu, dan jumlah penghuni rumah toko 5 orang.

3. Perhitungan struktur bangunan air tidak dihitung, namun rancangan dimensi bangunan akan dihitung.
4. Perhitungan RAB (Rencana Anggaran Biaya) didasarkan pada bahan-bahan atau material yang tersedia di pasaran.



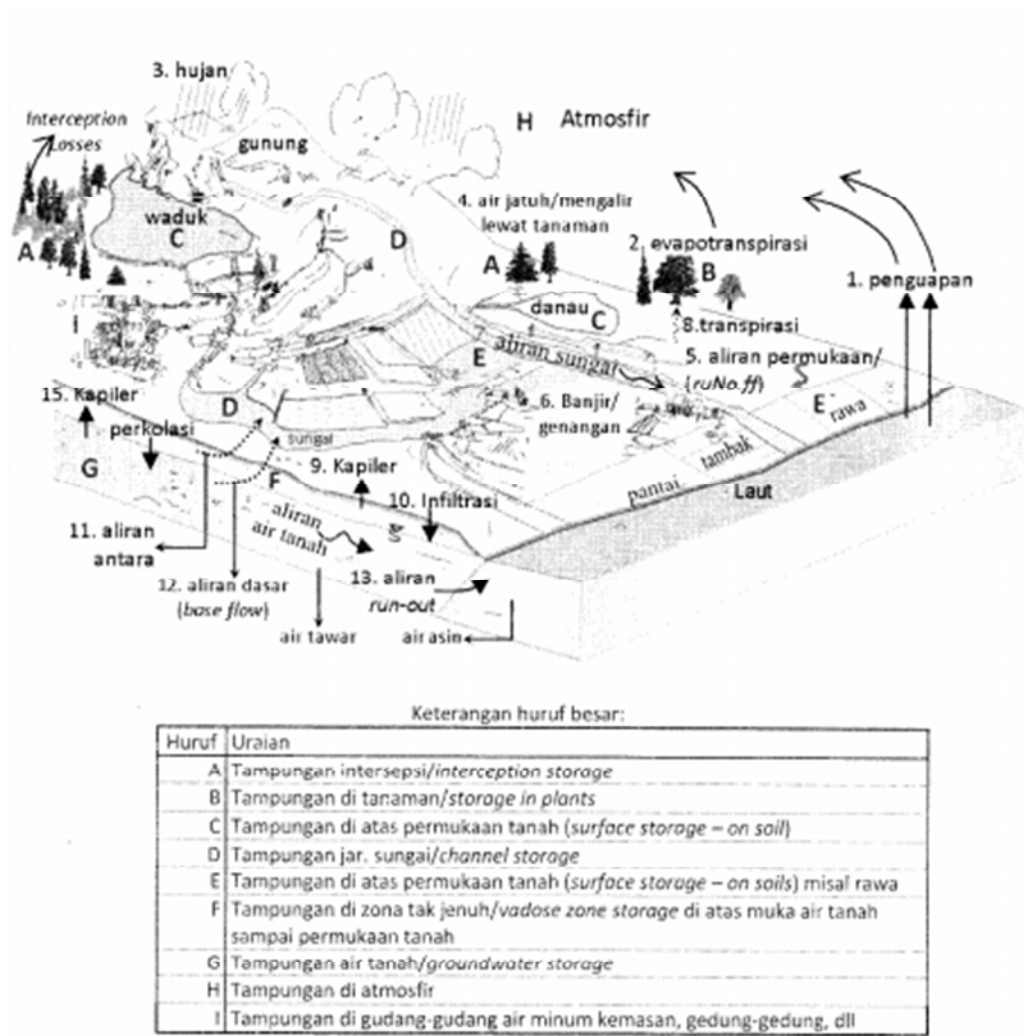
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Siklus Hidrologi

Air merupakan sumber daya alam yang terus menerus ada, sehingga air mempunyai sifat keberlanjutan atau terbaharukan. Air adalah unsur terpenting bagi keberlangsungan kehidupan, terutama makhluk hidup yang ada di bumi, dan sampai saat ini tidak ada unsur lain yang dapat menggantikan peran air (Kodoatie dan Sjarief, 2010). Dalam kehidupan, air merupakan hal yang sangat vital, dan air merupakan hal yang wajib ada untuk pemenuhan kebutuhan (Agus, 2006). Siklus hidrologi merupakan proses perubahan fase air yang berasal dari laut, terkondensasi di atmosfer, kemudian terbawa oleh angin menuju kedaratan, lalu jatuh ke tanah, dan selanjutnya mengalir menuju laut kembali melalui tanah (sebagian mengalami penguapan ke atmosfer), proses ini disebut juga sebagai siklus tertutup, dan proses ini terus terjadi secara kontinu (Hadisusanto, 2010). Beberapa proses yang terjadi di dalam siklus hidrologi diantaranya yaitu: evaporasi, presipitasi, transpirasi, intersepsi, infiltrasi, perkolasi, dan *run-off*. Hal-hal tersebut sangatlah mempengaruhi ketersediaan air (Suharini, 2010).

Menurut Danaryanto, dkk (2010), siklus hidrologi pertama diawali oleh proses evaporasi intensif yang terjadi di lautan sehingga menghasilkan banyak uap air, kemudian terbawa oleh aliran udara (angin) dan terdistribusi ke atmosfer, kemudian di dalam atmosfer, uap air akan berinteraksi dengan berbagai partikel, sekaligus mengalami perubahan suhu dan kondisi tertentu yang kemudian akan terjadi proses kondensasi. Wujud air dalam kondisi tersebut akan berubah dari fase gas menjadi fase padat, berupa kumpulan kristal-kristal es yang dikenal dengan istilah awan. Akumulasi kristal es akan berkembang sehingga memiliki ukuran butir yang semakin besar hingga pada akhirnya akan terpengaruh oleh gaya gravitasi bumi sehingga akan jatuh ke permukaan bumi dalam bentuk presipitasi.



Gambar 2.1 Siklus hidrologi
(Sumber: Kodoatie dkk, 2008)

2.2 Presipitasi

Presipitasi adalah salah satu dari komponen siklus hidrologi. Presipitasi mempunyai beberapa bentuk seperti Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Jenis-jenis presipitasi.

Jenis presipitasi	Keterangan
Gerimis (<i>drizzle</i>)	Memiliki ukuran tetes dengan diameter kurang dari 0,5 mm, intensitas nya kurang dari 1 mm/jam. Gerimis merupakan tetesan yang sangat yang sangat kecil, dan dalam jumlah besar tampak mengapung mengikuti arus udara.

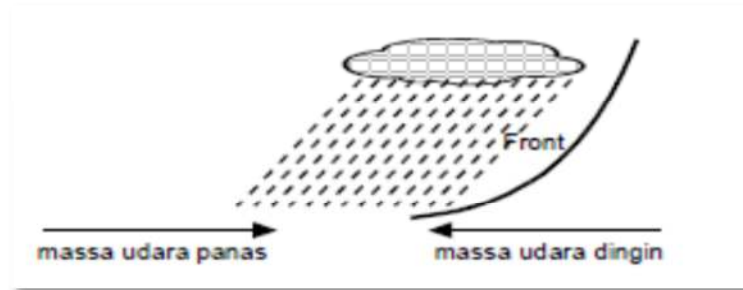
Hujan (<i>rain</i>)	Memiliki ukuran tetes dengan diameter lebih dari 0,5 mm, intensitasnya lebih dari 1,25 mm/jam. Tetes hujan lebih besar, tetapi jumlahnya lebih sedikit dibandingkan dengan gerimis. Kondisi ini tidak begitu berpengaruh dalam terhadap berkurangnya jarak pandang (visibilitas) kecuali untuk hujan lebat.
Salju (<i>snow</i>)	Butiran-butiran kristal es yang berwarna putih dan biasanya berbentuk gumpalan. Ukuran dari butiran sendiri sangat tergantung oleh kadar air atau kelembapan di sekitar nya.
Batu es hujan (<i>hail</i>)	Bola es dengan diameter lebih dari 5 mm. jika diameternya lebih dari 5 mm disebut dengan butir es, yaitu bentukan awal dari batu es hujan.
Virga (<i>virga</i>)	Partikel air atau es yang jatuh dari awan, tetapi menguap sebelum mencapai permukaan bumi.
Kabut (<i>fog</i>)	Kabut terdiri seperti awan yang terdiri atas tetesan air kecil mengapung di udara. Secara fisik ada sedikit perbedaan antara kabut dengan awan. Kabut terbentuk di dalam udara yang berada dekat dengan permukaan bumi. Kabut menyatakan kondisi saat jarak pandang berkurang akibat tetesan air mikroskopik di dalam air.
Embun (<i>haze</i>)	Air mengembun pada objek (benda) di dekat tanah yang suhunya di atas titik beku, tetapi di bawah suhu titik embunnya. Jika air mengembun pada suhu di bawah titik beku maka disebut dengan embun beku.

Sumber: Tjasyono (2004)

Presipitasi yang umum terjadi di wilayah Indonesia adalah hujan. Hujan merupakan uapan air yang berada di udara atau atmosfer. Penguapan air di atmosfer selalu terjadi, bahkan ketika udara tidak berawan sekalipun. Beberapa faktor terjadinya hujan yaitu: perbedaan tekanan dan temperatur udara yang berada di atmosfer, massa uap air; inti-inti kondensasi (seperti partikel-partikel debu, kristal, garam dan lain-lain), serta penguapan yang terjadi secara *siklonik*, *ororganfik*, *konvektif* (Asdak, 2002).

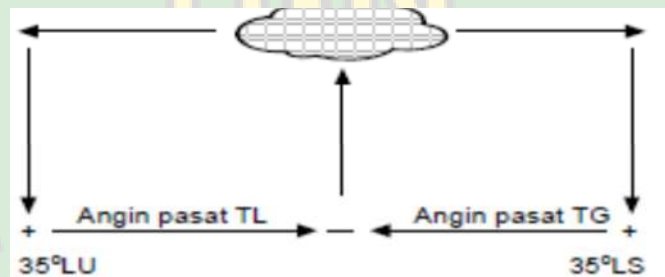
Menurut Susilowati (2010), berdasarkan cara terjadinya, hujan dapat dibedakan menjadi beberapa tipe, yaitu:

- a. Hujan *Frontal*, adalah hujan yang terjadi karena pertemuan dua massa udara yang temperaturnya berbeda, lalu terkondensasi dan menjadi hujan.



Gambar 2.2 Hujan Frontal
(Sumber: Susilowati, 2010).

- b. Hujan *Zenithal*, adalah hujan yang terjadi disebabkan oleh arus koversi berupa uap air di wilayah khatulistiwa naik secara vertikal karena pemanasan air laut yang terjadi terus menerus, sehingga mengalami kondensasi, selanjutnya baru turun dalam bentuk hujan.



Gambar 2.3 Hujan Zenithal
(Sumber: Susilowati, 2010)

- c. Hujan *Orografis* (hujan Pengunungan), adalah hujan yang terjadi ketika udara yang mengandung uap air terbawa oleh angin, menuju ke puncak pengunungan, sehingga mengakibatkan kondisi udara semakin dingin, lalu terjadi proses kondensasi dan mengakibatkan turunnya hujan.
- d. Hujan *Siklon Tropis*, adalah hujan yang dapat terjadi dilautan, karena penguapan dari panas dan membentuk uap air. Wilayah atau daerah yang dilalui oleh siklon tropis akan biasanya akan mengalami cuaca buruk atau hujan deras.

2.3 Pemanenan Air Hujan.

Air hujan merupakan sumber air yang sangat penting, terutama di daerah yang tidak terdapat sistem penyediaan air bersih, dan daerah yang mempunyai kualitas air permukaan rendah (Abdulla et al., 2009).

Curah hujan yang berlebihan pada musim hujan bisa dimanfaatkan dan tidak dibiarkan mengalir ke laut tetapi ditampung dalam suatu wadah yang memungkinkan air kembali meresap ke dalam tanah (*groundwater recharge*) melalui pemanfaatan air hujan dengan cara membuat kolam pengumpul air hujan, sumur resapan dangkal, sumur resapan dalam dan lubang resapan biopori (Sri Mulyani dkk, 2011).

Pemanenan Air Hujan (PAH) adalah suatu cara atau teknik untuk mengumpulkan dan menyimpan air hujan yang bersumber dari atap bangunan, permukaan tanah, jalan atau perbukitan batu dan dapat digunakan sebagai salah satu sumber suplai air bersih (UNEP, 2001; Abdulla et al., 2009).

Air hujan bisa diperoleh dengan percuma, dan dengan memanfaatkan air hujan dapat mengurangi pemakaian dari sumber air lainnya seperti: PDAM atau air tanah (sumur) (Zhang et al., 2009). Menurut Worm & Van Hattum (2006), beberapa alasan yang menyebabkan pentingnya dilakukan pemanenan air hujan, yaitu:

- a. Sistem pemanenan air hujan menjadi alternatif, dan murah dalam hal mengurangi banjir, erosi, dan meregenerasi produktivitas ekosistem, serta sangat bermanfaat untuk meningkatkan kembali kandungan air tanah.
- b. Mengumpulkan dan menyimpan air hujan dapat menjadi solusi ketika sumber air seperti: danau, sungai, dan air bawah tanah sangat bersifat fluktuatif. Terutama kualitas yang rendah pada saat musim hujan, namun pemanenan air hujan dapat meregenarasi lanskap yang rusak, menambah kebutuhan air untuk pertanian, perternakan, dan dapat meningkatkan pendapatan, serta meningkatkan ketahanan pangan.
- c. Mengumpulkan dan menyimpan air, terutama dekat dengan rumah dapat membantu untuk meningkatkan akses terhadap ketersediaan air, serta dapat menimbulkan rasa kepemilikan yang lebih untuk pemakai terhadap sumber daya air.

- d. Kualitas air hujan cenderung lebih baik bila dibandingkan dengan sumber daya air lainnya. Misalnya masuknya mineral seperti arsenik, garam atau fluoride, yang merupakan limbah dari aktivitas manusia dan industri.
- e. Menanamkan budaya konservasi air dan konservasi tanah, sekaligus untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Air berkaitan erat dengan nilai-nilai budaya dan agama. Hal ini dikarenakan air sering dimanfaatkan dalam kegiatan adat yang memiliki kaitan dengan nilai-nilai budaya dan dalam pelaksanaan ritual keagamaan.

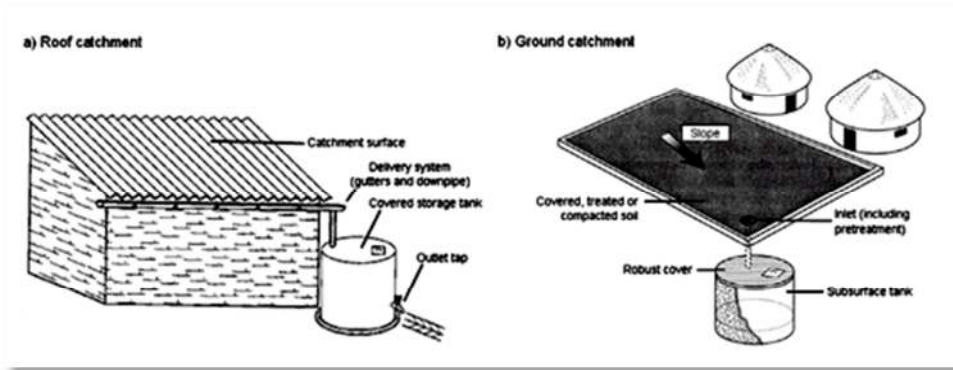
Berdasarkan UNEP (2001), beberapa keuntungan penggunaan air hujan sebagai salah satu alternatif sumber air bersih adalah sebagai berikut:

1. Dapat menghemat pengadaan instrumen baru dan meminimalisasi dampak lingkungan.
2. Air hujan yang dikumpulkan relatif lebih bersih.
3. Air hujan sebagai cadangan air bersih saat darurat atau terdapat gangguan sistem penyediaan air bersih, terutama pada saat terjadi bencana alam.
4. Sebagai salah satu upaya konservasi, dan
5. Pemanenan air hujan merupakan teknologi yang mudah dan fleksibel serta dapat dibangun sesuai dengan kebutuhan.

Selain beberapa keuntungan di atas, terdapat sejumlah keterbatasan dalam pemanenan air hujan (UNEP, 2001):

- a. Luas daerah tangkapan hujan dan kapasitas penyimpanan seringkali berukuran kecil atau terbatas.
- b. Pemeliharaan sistem pemanenan air hujan lebih sulit, karena mempengaruhi terhadap kualitas air yang terkumpul.
- c. Dapat mengurangi pendapatan perusahaan air minum;
- d. Tidak ada pedoman yang jelas untuk diikuti pengguna, karena bukan bagian dari pembangunan gedung.
- e. Pemerintah belum memasukkan konsep pemanenan air hujan dalam kebijakan pengelolaan sumber daya air dan masyarakat belum terlalu membutuhkan instrumen pemanenan air hujan di lingkungan tempat tinggalnya.

- f. Tangki penyimpanan air hujan berpotensi menjadi tempat berkembangbiakan serangga seperti nyamuk.
- g. Ketergantungan pada faktor curah hujan, sehingga berdampak pada kualitas air yang terkumpul.



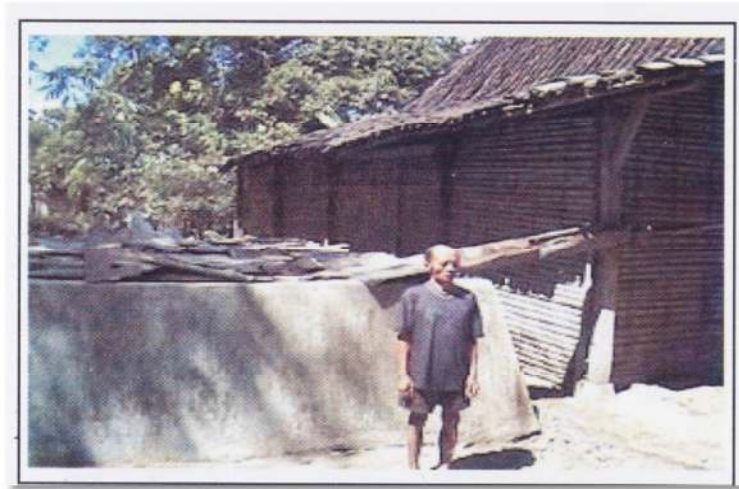
Gambar 2.4 Contoh bangunan rainwater-harvesting
(Sumber: lingkungan, 1987)

2.4 Metode–Metode Pemanenan Air Hujan.

Pemanenan air hujan mempunyai manfaat, terutama dalam pemenuhan kebutuhan air bersih untuk rumah tangga ataupun untuk *recharge* air bawah tanah. Ada beberapa metode pemanenan air hujan yang umum di gunakan, di antaranya:

1. Metode memanen hujan dengan kolam atau bak tandon air rumah tangga kolam tandon air rumah tangga (Maryono dan Santoso, 2006).

Metode ini dapat dibuat secara individu di bawah rumah atau teras, salah satu contoh dari kolam tandon berada di Gunung Kidul, Yogyakarta yang dibuat ditengah-tengah masyarakat secara komunal. Kolam tandon ini dapat di manfaatkan untuk mencukupi keperluan mandi, mengepel, mencuci kendaraan, menggelontor WC dan lain-lain. Kolam tandon merupakan pola tampung vertikal berbentuk silinder dengan diameter 1-2 m disesuaikan dengan desain rumah yang ada, dan untuk ketinggian juga dapat disesuaikan, serta ketinggian ini dapat dimanfaatkan untuk membantu mengalirkan air hujan sendiri.



Gambar 2.5 Kolam tandon di Gunung Kidul, Yogyakarta
(Sumber: Sri Mulyani dkk, 2010)

2. Metode memanen hujan dengan sumur resapan

Metode sumur resapan sebenarnya sudah dikenal oleh masyarakat sejak dulu, namun karena masih kurangnya penerapan, sehingga menyebabkan masih adanya masyarakat yang tidak mengetahuinya. Metode ini dapat diterapkan di perkantoran, tempat-tempat rekreasi, olahraga, pada ruas-ruas jalan, lapangan terbang dan lain sebagainya (Berd, 2007).

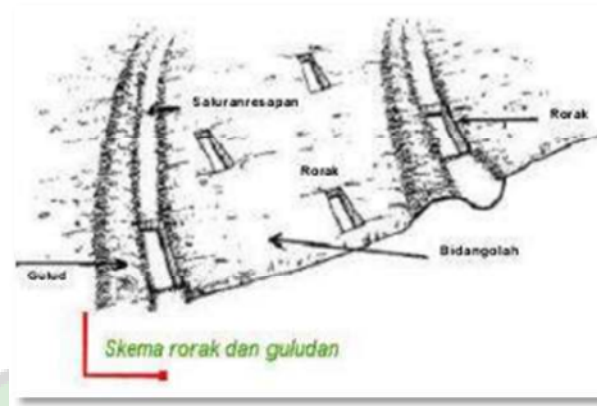


Gambar 2.6 Warga Sukorejo Gunung Pati Memasang Talang dalam Pembuatan Sumur Resapan di Halaman Rumah Warga
(Sumber: Sri Mulyani dkk, 2010)

3. Metode rorak

Rorak adalah lubang kecil berukuran panjang/lebar 30-50 cm dengan kedalaman 30-80 cm berfungsi sebagai penampung air limpasan (*run-off*), namun penerapan untuk metode rorak harus untuk daerah dengan karakteristik

tanah liat, hal ini berguna untuk menahan laju infiltrasi air hujan yang akan di tampung oleh rorak. Karakteristik tanah sangat berpengaruh terhadap intensitas curah hujan pendek (Agus, F. dan J. Ruijter, 2004).



Gambar 2.7 Skema Rorak dan Guludan
(Sumber: Agus, F. dan J. Ruijter, 2004).

4. Bendungan kecil atau cekdam

Cekdam merupakan bendungan pada sungai kecil yang alirannya hanya saat musim hujan, sedangkan saat musim kemarau mengalami kekeringan. Cekdam berfungsi sebagai penampung sedimen dan aliran dari sungai tersebut. Jadi, permukaan air akan naik pada saat musim penghujan tiba dan diharapkan genangan air masih tetap ada saat musim kemarau tiba.

5. Metode Embung

Embung memiliki ukuran yang relatif lebih besar bila dibandingkan dengan metode pemanenan air hujan lainnya, yaitu berkisar antara 20.000 m³ (100 m x 100 m x 2 m) hingga 60.000 m³. Air yang bersumber dari embung sendiri bisa dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti: untuk menyiram tanaman, untuk keperluan rumah tangga, dan untuk kebutuhan air binatang ternak terutama ketika musim kemarau. Sedangkan embung yang bentuk dan ukurannya lebih kecil biasanya bisa dibuat secara swadaya masyarakat, namun embung ini hanya mampu memenuhi kebutuhan air untuk lingkup kecil atau areal yang sangat terbatas.



Gambar 2.8 Embung di Unnes (Semarang)
(Sumber: Sri Mulyani dkk, 2010)

6. Metode perlindungan dan pengembangan air tanah

Pemerintah dan masyarakat saling berkoordinasi untuk menyediakan suatu daerah atau kawasan yang berfungsi sebagai lahan untuk pemanenan air hujan (resapan air hujan), kawasan tersebut juga dilarang untuk dilakukan pembangunan, karena dapat menambah jumlah area pengkerasan, kemudian lahan tersebut dijaga ragam vegetasinya. Untuk keperluan ini harus dipilih daerah yang mempunyai kapasitas peresapan tinggi dan bebas dari kontaminasi polutan.

7. Metode melestarikan hutan.

Hutan mempunyai tingkat tampungan air dan infiltrasi yang tinggi, sehingga dapat mengurangi limpasan (*run off*). Tingginya tingkat infiltrasi membuat air dengan mudah diserapkan ke dalam sistem air tanah (*ground water*), hal ini mempengaruhi tingkat jumlah air yang tertampung pada “reservoir” air tanah yang tinggi. Air tersebut mengalir dan menjadi aliran dasar (*baseflow*) hingga sampai ke sungai-sungai. Pada hutan alam yang masih alami atau belum terganggu, umumnya aliran dasar (*base flow*) dapat dipertahan sampai tingkat tertentu, terutama pada saat musim kemarau (Widiyanto, 2016).

2.5 Peraturan-Peraturan Hukum Tentang Pemanenan Air Hujan.

Beberapa peraturan yang terkait dengan pemanenan air hujan, antara lain sebagai berikut:

1. Undang-Undang No 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang. Ayat 5 menyebutkan bahwa “keseimbangan tata air harus selalu dijaga, karena mengingat wilayah Indonesia mempunyai intensitas hujan tinggi. Contoh dari tata air yang dimaksud adalah banjir, erosi, sedimentasi, dan kekurangan air”.
2. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 13 Tahun 2017 Tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Nasional, menyebutkan “Peraturan zonasi untuk kawasan resapan air disusun dengan memperhatikan pemanfaatan ruang secara terbatas untuk kegiatan budidaya tidak terbangun yang memiliki kemampuan tinggi dalam menahan limpasan air hujan”.
3. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 12 Tahun 2009 Tentang Pemanfaatan Air Hujan, menyatakan “bahwa air hujan merupakan sumber air yang dapat dimanfaatkan sebagai imbuhan air tanah dan/atau dimanfaatkan secara langsung untuk mengatasi kekurangan air pada musim kemarau dan banjir pada musim penghujan. Pasal (5) menyebutkan: bahwa setiap penanggungjawab bangunan yang belum melakukan pemanfaatan air hujan wajib melakukan pemanfaatan air hujan sesuai dengan ketentuan dalam Peraturan Menteri ini paling lama 1 (satu) tahun sejak berlakunya Peraturan Menteri ini”.
4. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia No 11 Tahun 2014, Tentang Pengelolaan Air Hujan pada bangunan gedung dan persilnya, menyatakan “bahwa untuk mempertahankan siklus air dan kondisi hidrologi alami, serta pemenuhan kebutuhan air pada bangunan gedung, perlu dilakukan pemanfaatan air hujan dan pengelolaan air hujan pada bangunan gedung dan persilnya”.
5. Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Republik Indonesia No 12 tahun 2014 Tentang Penyelenggaraan Sistem Drainase Perkotaan, berisi “bahwa

prasarana drainase yang berfungsi untuk menampung dan meresapkan air hujan seperti: kolam tandon, kolam retensi, dan sumur resapan”.

2.6 Komponen Pemanenan Air Hujan

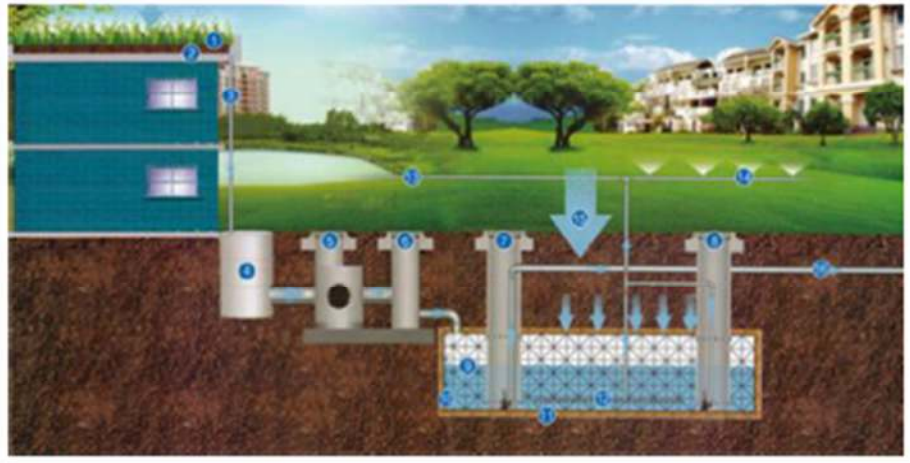
Komponen sistem pemanenan air hujan dapat terdiri (Kementerian Lingkungan Hidup, 2010):

a. Sistem penangkapan (*collection system*)

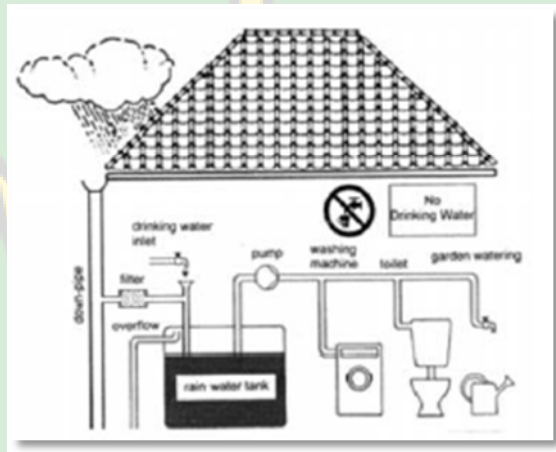
Dalam rancangannya, menentukan tempat untuk menangkap air hujan sangat dipengaruhi oleh kuantitas dan kualitas dari air hujannya. Beberapa benda atau faktor yang ikut terbawa saat pemanenan air hujan, seperti: kotoran dan daun. Kedua hal tersebut harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi kualitas air. Contoh sistem pemanenan air hujan (Gambar 2.9), pemanenan air hujan melewati lapangan terbuka (Gambar 2.10), dan pemanenan air melalui atap (Gambar 2.11).



Gambar 2.9 Pemanenan air hujan melewati jalan
(Sumber: Amruthavarshini, 2011)



Gambar 2.10 Pemanenan air hujan melewati lapangan terbuka
(Sumber: Greening Solutions, 2008)



Gambar 2.11 Pemanenan Air Melewati Atap
(Sumber: Jayanti Dewi Liesnoor; Tukidi, Tukidi, 2012)

b. Sistem filter (*filtering system*)

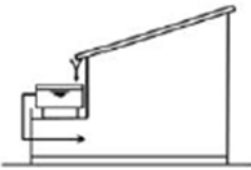
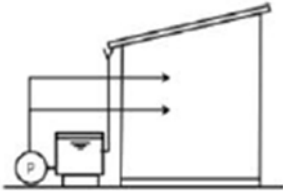
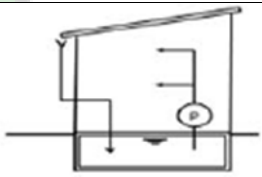
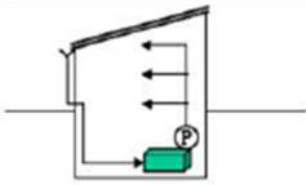
Air hujan yang sudah ditangkap biasanya masih tercampur dengan tanah, pasir, dedaunan, sampah, kotoran hewan, dan lain-lain. Karena itu, perlu dilakukan usaha penyaringan untuk meningkatkan kualitas air dan memastikan air bebas dari pencemaran. Tingkat pencemaran air dipengaruhi oleh tempat penangkapan air hujan. Air hujan yang ditangkap dari jalan mengandung kotoran lebih banyak dibandingkan air hujan yang ditangkap dari atap bangunan. Untuk pengolahan air hujan ini, dapat dilakukan dengan

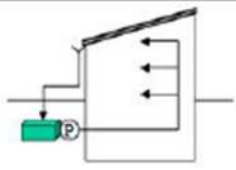
memasang filter atau *mesh screen* biasanya digunakan 1-5 mm (Kementerian Lingkungan Hidup, 2010).

c. Sistem penampungan (*storage system*)

Tempat penyimpanan atau penampungan air hujan ini bisa berupa tangki alami seperti kolam atau dam, ataupun tangki buatan seperti tong atau bak. Biasanya, bahan yang digunakan untuk tampungan *outdoor* menggunakan beton atau plastik, dan untuk *indoor* menggunakan bahan plastik. Tampungan tidak boleh ada lubang pada penampungan untuk menjaga kualitas air yang sudah melewati tahap penyaringan. Sedangkan untuk tempat pemasangan tampungan ini harus dijauhkan dari suhu yang terlalu tinggi atau rendah, serta terhindar dari cahaya langsung (Kementerian Lingkungan Hidup, 2010).

Tabel 2.2 Jenis penampungan

Posisi	Keterangan	Sketsa
Di atas bangunan	Gampang memonitor tidak perlu pompa perlu diperhitungkan berat	
Di atas tanah	Gampang memonitor perlu pompa	
Di bawah tanah (seluruh)	Cocok untuk bangunan besar sedang direncanakan menggunakan struktur di bawah tanah	
Di bawah tanah (sebagian)	Gampang untuk mengaplikasikannya di bangunan sudah ada	

Di luar dari bangunan	Bisa memanfaatkan ruangan (tidak mengganggu ruang gedung) gampang untuk mengaplikasikan di bangunan sudah ada	
-----------------------	---	---

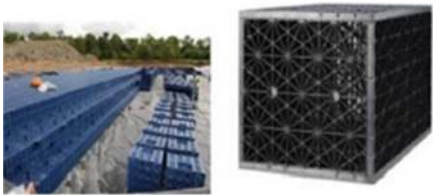
(Sumber: Pedoman Instalansi dan Pengelolaan Fasilitas Pemanfaatan Air Hujan)

Tabel 2.3 Jenis penampungan (Lanjutan)

	RC Struktur	PC Struktur
Foto		
Karakteristik	Membentuk pembersian dan mengecor struktu RC di tempat	Memasang PC (<i>precast concrete</i>) di tempat
Kelebihan	Bisa membentuk sesuai dengan kondisi lapangan bagian sambungan baik banyak kasus berhasil	Waktu pengerjaan pendek tidak ada koplein dari masyarakat bisa memeriksa per bagian
Kekurangan	Waktu pengerjaan lama bisa ada komplein karena debu dan bising dari pemasangan sangat tergantung oleh kondisi cuaca	Volume penampungan akan berkurang dari RC struktur butuh bagian mesin sambungan perlu membuat karena tidak bisa memakai yang ada di pasar

(Sumber: Pedoman Instalasi dan Pengelolaan Fasilitas Pemanfaatan Air Hujan)

Tabel 2.4 Jenis Penampungan (lanjutan)

	Besi tampungan	PC Struktur
Foto		
Karakteristik	Memasang penampungan besi setebal 3-7 mm yang sudah dipabrikasikan	Memasang tangki plastik balok
Kelebihan	Waktu pengerjaan pendek tidak ada koplein dari masyarakat bisa pelaksanaan musim dingin juga	Waktu pengerjaan pendek tidak ada komplain dari masyarakat bisa pelaksanaan musim dingin juga
Kekurangan	Perlu memikirkan masalah bocor volume penampungan akan mengurang dari RC struktur	Karena bahannya adalah plastik perlu menghitung berat tanah di atas. Perlu memikirkan pembersihan dan monitoring untuk nantinya waktu pemasangan

(Sumber: Pedoman Instalasi dan Pengelolaan Fasilitas Pemanfaatan Air Hujan)

d. Sistem pengaliran (*conveyance system*)

Pompa yang baik untuk pengaliran adalah tidak berisik dan tidak bergetar. Pipa perlu ditanamkan di bawah tanah pada waktu musim dingin, ini bertujuan agar air tidak membeku dan memicu pecahnya pipa (Kementerian Lingkungan Hidup, 2010).

e. Sistem monitor (*control system*)

Sistem kontrol menangani seluruh sistem dengan otomatis dalam persediaan air hujan yang stabil. Unit kontrol sistem dilengkapi dengan sistem pengisian air yang konstan bila jumlah air hujan yang tersimpan tidak mencukupi, dan

fungsi seperti pengukuran tingkat air tambahan, kontrol aliran balik, pemberitahuan kesalahan, perangkat kontrol pompa, pengukuran penggunaan, pencatatan data (Kementerian Lingkungan Hidup, 2010).

Sedangkan menurut (Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman Balitbang Kementerian Pekerjaan Umum, 2014), Adapun komponen untuk sistem pemanenan air hujan dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Komponen-komponen Pemanenan Air Hujan.

No	Komponen	Fungsi
1.	Bidang penangkapan air	Menangkap air hujan sebelum mencapai tanah.
2.	Talang air/ pembawa (talang rambu dan talang tegak)	Mengumpulkan atau menangkap air hujan yang jatuh pada bidang penangkap dan mengumpulkan ke bak penampung.
3.	Saringan	Menyaring air hujan dari kotoran. Media penyaring dapat berupa pasir dengan kerikil/pecahan bata/marmer sebagai penyangga.
4.	Lubang pemeriksa (<i>manhole</i>)	Memberikan akses untuk masuk ke dalam bak penampung pada saat memperbaiki dan/atau membersihkan.
5.	Bak penampung	Berfungsi sebagai reservoir/bak untuk menampung air hujan dengan aman yang dikumpulkan sewaktu musim hujan atau dapat juga digunakan untuk menampung air bersih yang didistribusikan melalui mobil tangki air/kapal tangki air, air ini akan dimanfaatkan hanya sebagai air minum. Dengan adanya PAH ini diharapkan kebutuhan air minum keluarga akan terjamin.
6.	Pipa masukan	Mengalirkan air ke dalam bak penampung.
7.	Pipa peluap	Meluapkan air hujan yang melebihi kapasitas penampungan dan berfungsi sebagai pipa udara/ventilasi
8.	Kran pengambil	Untuk mengeluarkan atau mengambil air dari bak

	air	penampung bagi konsumen.
9.	Kran/pipa penguras	Untuk menyalurkan air buangan agar PAH tetap bersih dan kering.
10.	Saluran pembuangan	Untuk menyalurkan air buangan agar PAH tetap bersih dan kering.
11.	Pipa udara	Untuk mengeluarkan gas-gas yang terlarut dalam air hujan.
12.	Lantai	Tempat bangunan PAH dan tempat aktifitas mengambil air.

2.7 Sistem Pemanenan Air Hujan Melalui Atap

Cara kerja pemanenan air hujan adalah menangkap air hujan yang jatuh di tempat penangkapan, biasanya melalui jalan, lapangan terbuka, dan atap. Kemudian air dialirkan ke sistem *filtering*, air diolah secara fisik dan kimiawi dan terutama menyaring dedaunan dan kotoran lainnya. Selanjutnya air disimpan dan bisa digunakan, serta juga bisa dialirkan ke dalam tanah untuk menjadi air tanah. Jika air tampungan tidak mencukupi dapat ditambah dengan sumber air lain, jika berlebihan maka dialirkan ke saluran. Salah satu contoh penampungan air hujan di bawah tanah di tunjukkan pada Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Pemanenan air hujan di bawah tanah
(Sumber: Components of A Rainwater Harvesting System, 1994)

Penerapan sistem pemanenan air hujan melalui atap sudah banyak dan sering dilakukan, dikarenakan volume air hujan yang paling efisien, luas efektif dan bahan yang digunakan dalam pembangunan akan banyak mempengaruhi efisiensi

pengumpulan dan kualitas air. Teknik pemanenan air hujan melalui atap adalah cara yang paling tradisional dan sederhana. Pemanenan air hujan melalui atap bisa digunakan dalam skala besar seperti atap stadion dan juga skala kecil seperti rumah tangga individu. Contoh pemanenan di atap ditunjukkan pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Contoh Gutter Kombinasi dengan Sistem Pengolahan
(Sumber: Collection Tanks, 2018)

2.8 Analisis Frekuensi Curah Hujan.

Dalam analisis frekuensi data curah hujan atau data debit untuk mendapatkan nilai curah hujan rencana atau debit rencana, diketahui beberapa distribusi probabilitas. Distribusi probabilitas kontinu yang sering digunakan, yaitu: Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson Type III.

a. Distribusi Gumbel

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

$$X = \bar{X} + S \times K \dots\dots\dots \text{Pers. 2.1}$$

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

$Y_t = \text{reduced variate} = -\ln - \frac{T-1}{T}$

= nilai Y_t bisa ditentukan berdasarkan lampiran

S_n = *reduced standard deviasi* (lihat lampiran F)

Y_n = *reduced mean* (lihat lampiran F)

b. 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.

$$X = \bar{X} + K \times S \dots \dots \dots \text{Pers. 2.2}$$

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 (lihat tabel Variabel Reduksi Gauss Lampiran F)

c. 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:

$$\text{Log } X = \text{Log } \bar{X} + K \times S \text{ Log } X \dots \dots \dots \text{Pers 2.3}$$

Keterangan rumus:

$\text{Log } X$ = nilai logaritmis hujan rencana atau debit dengan periode ulang T

$\text{Log } \bar{X}$ = nilai rata-rata dari $\text{Log } X = \frac{\sum \log x}{n}$

$S \text{ log } X$ = standar deviasi dari $\log X$

$$= \frac{\sum (\log X - \log \bar{X})}{n-1}$$

K = variabel standar, besarnya bergantung koefisien kepengcengan (C_s/G lihat pada Lampiran F)

Penentuan jenis distribusi probabilitas yang sesuai dengan data dilakukan dengan mencocokkan parameter data tersebut dengan syarat masing-masing jenis distribusi seperti pada Tabel 2.6.

Tabel 2.6 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 Tabel (2.6):

- Koefisien kepencengan (C_s) = $\frac{\sum((X_i - \bar{X}))^3}{(n-1)(n-2)(S)^3}$ Pers 2.4
- Koefisien kurtosis (C_k) = $\frac{\sum((X_i - \bar{X}))^4}{(n-1)(n-2)(n-3)(S)^4}$ Pers 2.5
- $\bar{X}$ = nilai rata-rata dari $X = \frac{i}{n}$ Pers 2.6
- Standar deviasi (S) = $\sqrt{\frac{\sum((X_i - \bar{X}))^2}{n-1}}$ Pers 2.7

Selain dengan menggunakan persyaratan pada Tabel (2.6), untuk mendapatkan hasil perhitungan yang lebih menyakinkan, atau jika tidak memenuhi persyaratan pada Tabel (2.6), maka penggunaan suatu distribusi probabilitas akan diuji dengan metode Chi-Kuadrat atau Smirnov Kolmogorov.

2.9. Uji Distribusi Probabilitas

Uji distribusi dimaksud untuk mengetahui apakah persamaan distribusi probabilitas yang dipilih dapat mewakili distribusi statistik data yang dianalisis. Pengujian yang sering digunakan menggunakan ada 2 metode, yaitu: metode Chi-Kuadrat (χ^2) dan metode Smirnov-Kolmogorov.

a. Metode Chi-Kuadrat (χ^2)

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

$$\chi^2 = \sum \frac{(Of - Ef)^2}{Ef} \dots\dots\dots \text{Pers 2.8}$$

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 tekecil dan lebih kecil dari simpangan kritis, atau dirumuskan sebagai berikut:

$$\chi^2 < \chi^2_{cr} \dots\dots\dots \text{Pers 2.9}$$

Keterangan rumus:

χ^2 = parameter Chi – Kuadrat terhitung

χ^2_{cr} = parameter Chi-kuadrat kritis (lihat tabel Lampiran F)

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. Menhitung kelas distribusi
 4. Menghitung interval kelas
 5. Perhitungan χ^2_{cr}
 6. Bandingkan nilai χ^2 terhadap χ^2_{cr}
- b. Metode Smirnov-Kolmogorof (secara analitis)

Pengujian distribusi dengan Metode Smirnov-Kolmogorof 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.

$$P(X) = \frac{n+1}{i} \dots\dots\dots \text{Pers 2.10}$$

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:

$$\Delta P = P(X) - P'(X) \dots \dots \dots \text{Pers 2.11}$$

5. Tentukan apakah $\Delta P < \Delta P$ kritis, jika “tidak” artinya Distribusi Probabilitas yang dipilih tidak dapat diterima, demikian sebaliknya.
6. ΔP kritis lihat tabel pada Lampiran F.

2.10 Kuantitas Air Hujan Dalam Sistem Pemanenan Air Hujan (PAH)

Setelah menentukan volume air hujan yang dibutuhkan, maka volume air akan menentukan ukuran sistem pemanenan air hujan yang dibutuhkan. 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 (Diadaptasi dari UNEP, 2011).

$$V = I \times A_{\text{atap}} \dots \dots \dots \text{Pers 2.12}$$

Dimana:

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

I = Tinggi curah hujan tahunan (mm)

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

Efisiensi air hujan yang ditangkap ditentukan oleh koefisien tangkapan air hujan, dimana koefisien ini merupakan persentase air hujan yang ditangkap dari sistem pemanenan air hujan yang memperhitungkan kehilangan air. Koefisien ini bergantung dari desain sistem pemanenan air hujan dan pemanfaatan air hujan untuk memenuhi kebutuhan air. Untuk kebutuhan *indoor* koefisien efisiensi sebesar 75 - 90%, sedangkan untuk kebutuhan *outdoor* sebesar 50% (UNEP, 2001).

Hal lain yang perlu dipertimbangkan adalah kapasitas reservoir dari sistem pemanenan air hujan. Kelebihan air yang terbuang karena distribusi curah hujan yang tidak merata sepanjang tahun, penyerapan air hujan dipermukaan media tangkapan air hujan dan tingkat kelembaban akan mempengaruhi volume air yang dikumpulkan. Dengan memperhitungkan beberapa faktor di atas, maka perhitungan air hujan yang dapat dirumuskan secara realistis adalah (UNEP, 2001):

$$\text{Air hujan yang terkumpulkan (run-off)} = A \times (C - B) \times D \dots \text{Pers 2.13}$$

Dimana:

Run-off = Air hujan yang terkumpulkan (liter)

A = Efisiensi pengumpulan air

B = Faktor penyerapan (mm/th)

C = Curah hujan (mm/th)

D = Luas tangkapan air hujan (m^2)

Apabila jumlah air hujan (volume) yang dibutuhkan sudah diketahui, selanjutnya akan ditentukan dimensi tangki penampung air hujan. Dimensi tangki haruslah cukup menampung air sehingga air yang berlebihan (*overflow*) dapat teratasi dan dapat menampung air cadangan untuk persediaan air di musim kemarau/kering. Cara paling sederhana yaitu dengan cara memperkirakan durasi periode bulan kering dalam setahun dan volume air yang dibutuhkan pada saat musim kering tersebut. Volume ini menentukan dimensi tangki penampung air hujan. Untuk menghitung curah hujan tahunan yang dibutuhkan adalah menggunakan curah hujan harian dijumlahkan per tahun.

2.11 Kualitas Air Hujan pada Sistem Pemanenan Air Hujan (PAH).

Melihat dari segi jumlah/volume yang begitu banyak, maka perlu adanya pengujian dari kualitas air, hal ini berguna untuk menyesuaikan kualitas air dengan peraturan/standar yang sedang berlaku (Saparuddin, 2010). Penyesuaian dengan standar yang berlaku dapat menentukan peruntukan dari air tersendiri, seperti Permenkes RI No.429/MENKES/PER/IV/2010, tentang persyaratan kualitas air minum, menyatakan air minum adalah air yang melalui proses pengelolaan atau tanpa proses pengolahan yang memenuhi syarat kesehatan dan dapat langsung diminum.

Sedangkan Permenkes RI No. 32 tahun 2017, menentukan bagaimana standar baku mutu kualitas air untuk kesehatan lingkungan.

Standar Baku Mutu kesehatan lingkungan biasa digunakan untuk *higiene* sanitasi seperti: mandi, dan sikat gigi, serta untuk keperluan cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian. Adapun parameter kualitas air untuk kesehatan lingkungan meliputi parameter fisik, biologi, dan kimia. Parameter tersebut dapat berupa parameter wajib dan parameter tambahan. Adapun parameter tersebut adalah sebagai berikut:

a. Parameter fisika.

Parameter fisika merupakan parameter langsung yang terdiri dari kondisi fisik air pada umumnya, hal ini berguna untuk penentuan kadar maksimum dari enam parameter wajib, yaitu kekeruhan, warna, zat padat terlarut (*Total Dissolved solid*), suhu, rasa, dan bau.

b. Parameter biologi.

Parameter biologi berguna untuk pemeriksaan kandungan mikroorganisme/ bakteri seperti: Total *coliform*, dan *Eschericia coli*.

c. Parameter kimia.

Parameter kimia menjadi hal penting untuk dilakukan pengukuran, karena kandungan kimia berdampak buruk bagi kesehatan, terutama bagi tubuh manusia, adapun parameter kimia meliputi: pH, besi, fluoride, kesadahan (CaCO_3), mangan, nitrat, sianida, deterjen, dan total pestisida.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Prosedur Penelitian

Penelitian ini akan menghasilkan rancangan sistem pemanenan air hujan yang bisa digunakan untuk rumah toko di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif, yaitu dengan dilakukan uji parameter fisik dari kualitas air hujan sebelum ditampung pada sistem pemanenan air hujan, dan juga data dimensi rumah toko, data curah hujan, kemudian melakukan perhitungan potensi air hujan yang bisa tertampung, lalu menentukan volume rencana tampungan sistem pemanenan air hujan, serta dilanjutkan dengan penentuan dimensi tampungan dan saluran untuk sistem pemanenan air hujan tersebut, sedangkan pendekatan kualitatif. Lebih jelasnya, prosedur penelitian adalah sebagai berikut:

1. Analisis hidrologi, yaitu analisis dari data curah hujan yang di dapatkan dari *International Research Institute for Climate and Society*. Earth Institute, Columbia University.
2. Uji parameter kualitas air hujan sebelum ditampung pada sistem pemanenan air hujan.
3. Pengumpulan data, berupa observasi rumah toko, luasan atap, dimensi bangunan rumah toko, dan penetapan satu jenis model untuk sistem pemanenan air hujan.
4. Rancangan sistem pemanenan air hujan pada rumah toko, berupa volume tampungan air hujan, sistem saluran perpipaannya, serta perhitungan dan perkiraan besaran dimensi sistem pemanenan air hujan.
5. Gambar sistem pemanenan air hujan pada rumah toko, berupa gambar dan desain dari sistem pemanenan air hujan yang telah dirancang dan direncanakan.
6. Rencana anggaran biaya, berupa jumlah biaya yang akan dibutuhkan untuk membuat sistem pemanenan di rumah toko.

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Kegiatan penelitian akan dilaksanakan mulai tahapan penyusunan proposal, pengambilan data, penyusunan/pengolahan data, serta tahap pelaporan, seluruh tahapan ini akan dimulai bulan September-Oktober tahun 2019 (Lampiran A.1).

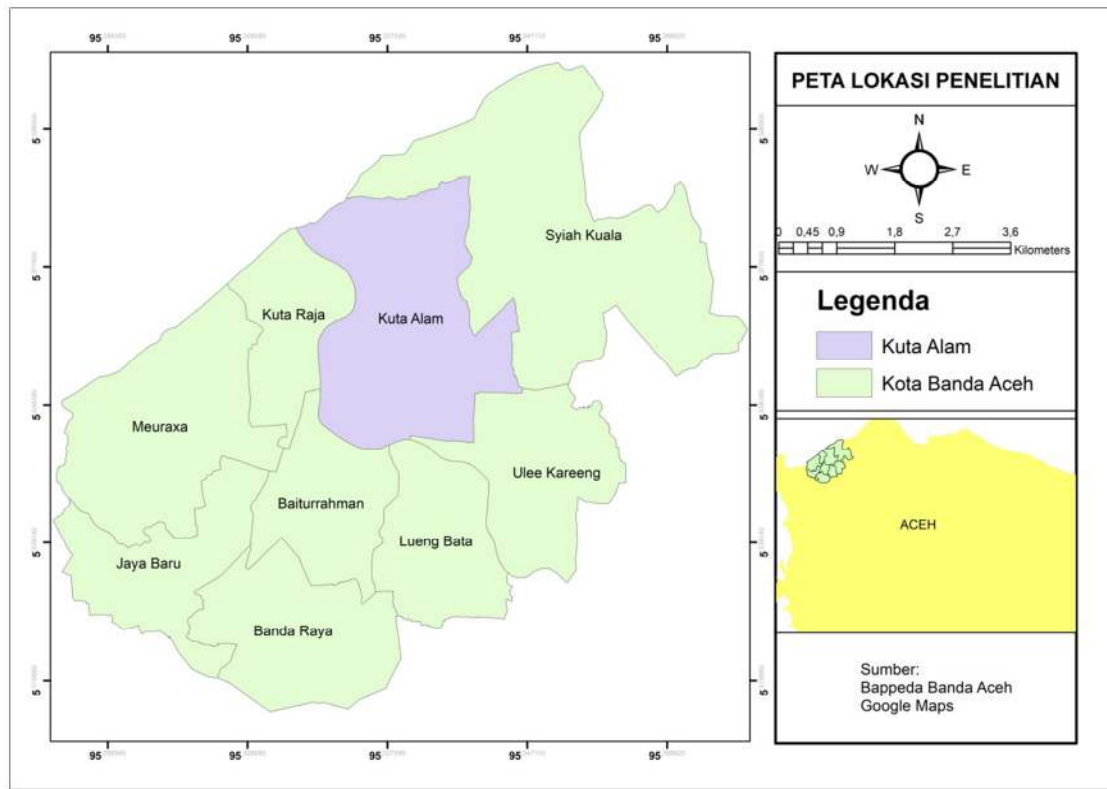
Penelitian ini akan dilaksanakan di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh. Secara geografis Kota Banda Aceh terletak antara 05°16'15"-05°36'16" Lintang Utara dan 95°16'15"- 95°22'35" Bujur Timur dengan tinggi pada 0,5-5 mdpl. Luas Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh yaitu sebesar 1.020,45 Ha. Secara administrasi, Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh terdiri dari 11 Kelurahan/Gampong. (lihat Gambar 3.1). Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh mempunyai jumlah penduduk sebesar 49.706 jiwa pada tahun 2017.(BPS kecamatan Kuta Alam, 2018).

Curah hujan di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi BMKG Blang Bintang menggambarkan bahwa curah hujan rata-rata 1.250 – 2.000 mm/tahun, dengan harian hujan rata-rata adalah 13 hari/bulan, suhu rata-rata berkisar 25-28 , sebagian dari wilayah Kecamatan Kuta Alam termasuk dalam iklim tropis, dengan musun hujan terjadi pada bulan Agustus sampai Januari, dan musim kemarau pada bulan Februari sampai Juli, kelembapan nisbi rata-rata 69-90%, serta kecepatan angin rata-rata 2,0-4,0 knot.

Penggunaan lahan di Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh diantaranya terdiri dari area perkotaan, area komersial pemerintahan, kemudian jalan arteri, fasilitas pendidikan, fasilitas pelabuhan, dan perumahan (Lampiran C.1). Sedangkan untuk sumber air penduduk kecamatan Kuta Alam kota Banda Aceh adalah suplai dari air PDAM, sebagian kecil sumur gali dan pompa yang dalamnya berkisar 4-10 meter.

Kota Banda Aceh memiliki akuifer yang sangat produktif dengan distribusi yang luas (Lampiran D.1). Walaupun demikian, air tanah Kota Banda Aceh mempunyai kualitas yang berbeda, yang terdiri dari: asin, payau atau segar. Wilayah dengan kualitas air tanah asin berada di Utara dan Timur Kota yang tersebar sampai ke pusat Kota. Air payau berada di daerah tengah Kota yang tersebar dari Timur ke Barat, dan

Wilayah yang memiliki kualitas air tanah segar terletak di bagian Selatan kota tersebar mulai dari daerah Meuraxa ke daerah Baiturahman (Jiang dan Rohendi, 2018).



Gambar 3.1 Peta lokasi penelitian Kecamatan Kuta Alam kota Banda Aceh.
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2019)

3.3 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam analisis dalam penelitian ini, yaitu: pH meter, *Total Dissolve Solid* (TDS) meter, *conductivity* meter, corong, tiang peyangga, dan botol mineral kemasan 600 ml, sedangkan untuk bahan yang digunakan yaitu: aquades, serta air hujan yang diperoleh dari wilayah Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh dari bulan September 2019 sampai dengan bulan Oktober 2019. Lebih lengkapnya dapat dilihat pada Lampiran E.1.

3.4 Pengumpulan data

Adapun data-data primer yang harus dikumpulkan adalah sebagai berikut:

1. Data dimensi bangunan rumah toko

2. Data ini diperlukan untuk menghitung luasan atap toko, tinggi, panjang, dan lebar toko, serta jumlah lantai toko untuk penentuan rancangan pemanenan air hujan. Data toko diambil sebagai salah satu sampel rumah toko, kemudian ditentukan dimensi acuan rumah toko dalam perancangan sistem pemanenan.
3. Data material yang dibutuhkan untuk sistem pemanenan air hujan
4. Data-data ini diperlukan untuk merancang dimensi sistem pemanenan air hujan berupa saluran perpipaan aliran untuk pemanenan air hujan, dan nantinya diperlukan untuk menghitung jumlah biaya yang akan dikeluarkan untuk sistem pemanenan air hujan rumah toko.
5. Data kualitas air hujan.
6. Kandungan pH, Daya Hantar Listrik (DHL), *Total Dissolved Solid* (TDS), dan suhu yang terdapat dalam air hujan sebelum masuk kedalam sistem pemanenan air hujan atau kualitas air hujan langsung, sebagai acuan untuk pemanfaatan dari air hujan yang akan ditampung.

Adapun data-data sekunder yang dikumpulkan adalah

1. Data hidrologi, data ini berupa data klimatologi curah hujan dan data-data pendukung lainnya dari BMKG.
2. Kebutuhan air, data ini untuk memperkirakan jumlah penggunaan air yang efisien.
3. Data upah dan harga satuan, data ini diperlukan untuk membuat rencana anggaran biaya.

3.5 Pengolahan data

Setelah dilakukan pengumpulan data, maka data yang telah diperoleh tersebut akan digunakan sebagai berikut:

1. Analisis data curah hujan dengan 4 distribusi analisis frekuensi hujan untuk mendapatkan rerata hujan harian maksimum (mm/hari)
2. Menentukan jumlah total kebutuhan air, berdasarkan asumsi dari peraturan Dirjen Cipta Karya PU (1996) tentang “Penetapan Standar Pemakaian Air untuk Kebutuhan Domestik”
3. Menghitung jumlah volume air air hujan yang tertangkap

$$V = I \times A_{\text{atap}} \dots\dots\dots \text{Pers 3.1}$$

Keterangan:

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

I = Tinggi curah hujan tahunan (mm)

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

4. Menentukan kandungan senyawa/kualitas air hujan sebelum ditampung.
5. Menentukan ukuran atau dimensi dan desain penyimpanan.
6. Merancang dimensi perpipaan sistem pengumpulan air hujan.
7. Menghitung biaya total.

3.6 Tahap Pelaporan

Hal-hal yang akan di bahas pada tahap pelaporan yaitu:

1. Hasil yang telah didapat dan pengolahan data dibahas di bagian ini.
2. Pengambilan kesimpulan dan saran.
3. Penulisan laporan.

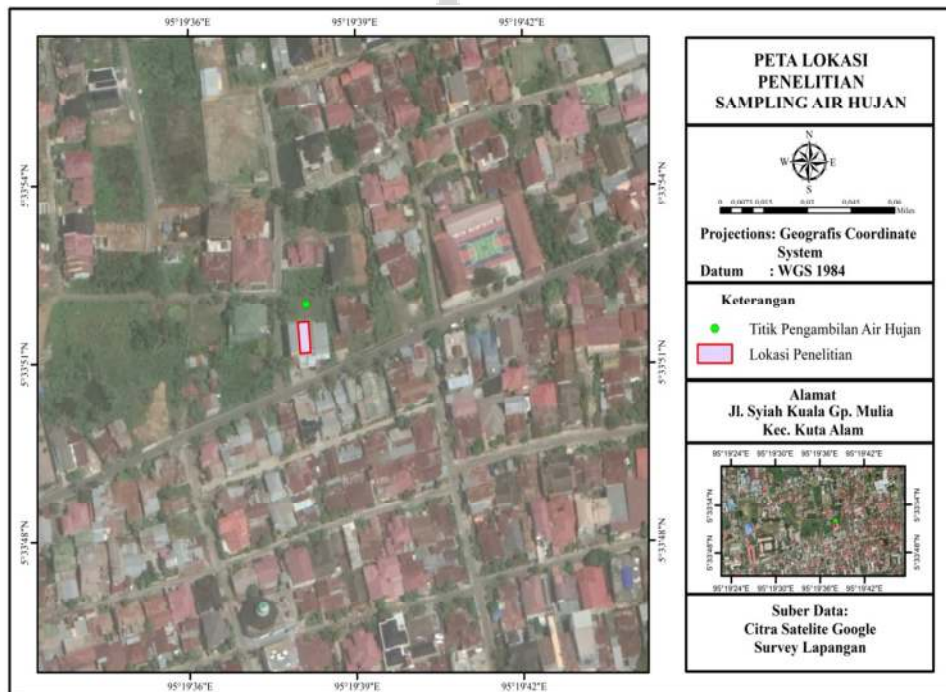


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kualitas dan Kuantitas Air Hujan

Pada penelitian ini lokasi yang dipilih untuk dilakukan kualitas pengujian air hujan berada di Jl. Pelangi, Mulia, Kec. Kuta Alam, Kota Banda Aceh, Aceh 24415 (Gambar 4.1).



Gambar 4.1 Peta lokasi penelitian Kecamatan Kuta Alam kota Banda Aceh.
(Sumber: Dokumen Pribadi, 2019)

a. Kualitas curah hujan

Pengukuran kualitas air hujan dilakukan secara sederhana dengan menggunakan alat pH meter, TDS meter, DHL meter, corong, tiang peyangga sebagai alat penangkar hujan, dan botol mineral kemasan 600 ml yang digunakan sebagai penampung air hujan. Pengujian dari kualitas air hujan dilakukan setiap hujan berhenti atau reda sebanyak 5 hari pengujian. Berdasarkan hasil dari pengujian lapangan hari hujan, diperoleh data dari kualitas air hujan sesuai pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengujian kualitas air hujan.

NO	Parameter	Satuan	Hasil pengujian lapangan Baku Mutu					Baku mutu
			17-11-2019	22-11-2019	28-11-2019	30-11-2019	2-11-2019	
1	Daya hantar listrik (DHL)	μ/cm	0004	0006	0020	0016	0006	-
2	Total dissolved solid (TDS)	ppm	0007	0004	0009	0007	0003	500 mg/l
3	Suhu	$^{\circ}\text{C}$	31	28	28	30	28	15-35 $^{\circ}$
4	pH	-	7,76	7,34	7,72	7,75	7,78	6-8

(Sumber: Dokumen Pribadi, 2019)

Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme. Pengukuran suhu menggunakan Alat *thermometer*. Alat ini digunakan untuk mengukur suhu (*temperature*), atau perubahan suhu. Berdasarkan hasil penelitian pengukuran suhu sebanyak 5 hari, maka diperoleh suhu sebesar 31 $^{\circ}\text{C}$, 28 $^{\circ}\text{C}$, 28 $^{\circ}\text{C}$, 30 $^{\circ}\text{C}$, dan 28 $^{\circ}\text{C}$. Sehingga hasil yang didapatkan di lapangan dibandingkan dengan PERMENKES RI NO.32 Tahun 2017. Tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan *hygiene* sanitasi kolam renang, solus per aqua, dan pemandian umum, maka hasil pengukuran suhu air hujan berada dalam kategori sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan yaitu sebesar 15-35 $^{\circ}\text{C}$.

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda dengan menggunakan pH meter. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai pH >7 menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai pH <7 menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. Asam dan basa adalah besaran yang sering digunakan untuk pengolahan sesuatu zat, terutama dalam kehidupan sehari-hari. Dalam penelitian

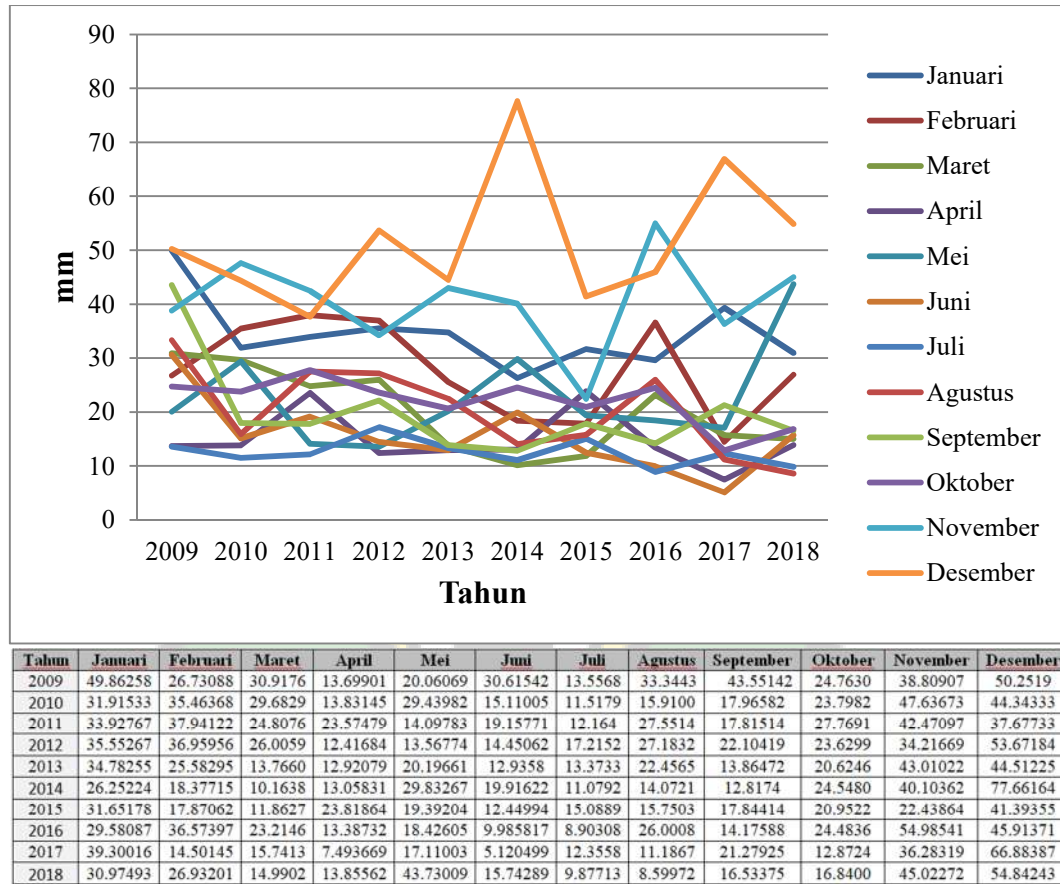
untuk tingkat pengukuran pH di dapatkan data dari curah hujan yaitu: 7,76 pada hari pertama, 7,34 pada hari kedua, kemudian selanjutnya 7,72, 7,75 dan 7,78. Berdasarkan dari hasil pengujian dilapangan, maka diperoleh hasil bahwa pH air hujan memenuhi syarat dari PERMENKES RI NO.32 Tahun 2017. Tentang standar baku mutu kesehatan lingkungan dan persyaratan kesehatan air untuk keperluan *hygiene* sanitasi kolam renang, *solus per aqua* (SPA), dan pemandian umum.

Daya hantar listrik (DHL) adalah kemampuan air untuk menghantar arus listrik yang dipengaruhi oleh garam-garam terlarut yang dapat terionisasi. DHL dipengaruhi oleh jenis ion, valensi, dan konsentrasi. Daya hantar listrik berhubungan dengan pergerakan suatu ion di dalam larutan ion yang mudah bergerak mempunyai daya hantar listrik yang besar. Nilai DHL pada pengujian kualitas air hujan penelitian ini adalah 4 μcm , 6 μcm , 20 μcm , 16 μcm , dan 6 μcm . pengukuran daya hantar listrik bertujuan mengukur kemampuan ion-ion dalam air untuk menghantarkan listrik serta memprediksi kandungan mineral dalam air. Apabila nilai DHL melebihi ketetapan dapat berdampak buruk terhadap kesehatan karena mengendap dan merusak batu ginjal. Maka, sesuai dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 429/MENKES/PER/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum, parameter daya hantar listrik (DHL)

TDS adalah singkatan dari Total Dissolve Solid. TDS merupakan indikator dari jumlah partikel atau zat baik itu berupa senyawa organik maupun non-organik. Adapun zat tersebut dapat berupa natrium (garam), kalsium, magnesium, kalium, karbonat, nitrat, bikarbonat, klorida, dan sulfat. Nilai dari TDS pada penelitian ini adalah 7 ppm, 4 ppm, 9 ppm, 7 ppm, dan 3 ppm. Konsentrasi dari TDS mempengaruhi konduktivitas listrik zat air hujan, semakin tinggi konsentrasi TDS yang terionisasi dalam air, maka semakin besar konduktivitas listrik air tersebut. Konsentrasi TDS sendiri juga dapat dipengaruhi oleh temperatur. Berdasarkan hasil pengukuran nilai TDS berada di jauh dibawah ambang batas maksimum TDS air yang layak dikonsumsi. Ambang batas TDS maksimum adalah 500 mg/l.

b. Kuantitas curah hujan

Data curah hujan dibutuhkan dalam rancangan sistem pemanenan air hujan guna mengetahui besaran debit curah hujan yang dapat ditampung ditunjukan pada Gambar 4.2. Grafik curah hujan bulanan maksimum (2009-2018). Data curah hujan yang digunakan untuk perhitungan adalah data dari *International Research Institute for Climate and Society. Earth Institute, Columbia University*.



Gambar 4.2 Grafik Curah Hujan Bulanan Maksimum (2009-2018)

(Sumber: International Research Institute for Climate and Society. Earth Institute, Columbia University).

Berdasarkan hasil curah hujan yang didapatkan selama kurun waktu 10 tahun terakhir, mulai tahun 2009-2018, maka diperoleh tingkat curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Desember tahun 2014, sebesar 77,6 mm.

4.2 Potensi Pemanenan Air Hujan

4.2.1 Teknik Pemanenan Air Hujan

Teknik Pemanenan air hujan yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah melakukan perhitungan dengan cara perkalian antara luas atap bangunan Rumah Toko, koefisien *run-off* dan rata curah hujan bulanan.

a. Luas Atap Bangunan

Kualitas air hujan yang baik dapat diperoleh dengan cara mengumpulkan air hujan yang jatuh dipermukaan atap Rumah Toko. Untuk mendapatkan kualitas air hujan yang baik permukaan atap seharusnya dilapisi dengan alumunium atau bisa dengan atap yang terbuat dari semen (cor). Atap yang terbuat dari daun-daunan atau jerami tidak disarankan untuk dilakukan teknik pemanenan air hujan. Kemudian begitu juga memanen air hujan dengan media atap dengan material dari bahan-bahan timah tidak disarankan untuk memanen air hujan, karena air yang tertampung kemungkinan besar akan terkontaminasi dengan zat beracun. Serta pengecatan atap Rumah Toko yang tidak memiliki kualitas yang baik juga dapat mengakibatkan air yang tertampung menjadi tercemar berdasarkan fisik air, yaitu warna dan bau akan mengalami perubahan.

Untuk mendapatkan kualitas air yang baik rancangan pemanenan air hujan ini didesain sedemikian rupa sehingga kualitas air yang ditampung layak untuk digunakan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Air yang jatuh diatas permukaan genting akan disalurkan menuju tandom penampungan melalui pipa. Pipa tersebut terlebih dahulu dibuat penyaring hal ini berguna sebagai pencegahan terhadap kemungkinan timbulnya pencemaran air karena ikut tertampungnya berbagai kotoran yang masuk bersamaan air hujan. Kotoran tersebut bisa berupa ranting-ranting pohon, daun-daunan ataupun sampah yang lainnya. Tandom atau bak penampung tersebut harus diberi pipa pembuangan dibagian bawah agar mempermudah proses pembersihan. Kemudian untuk mengoptimalkan kualitas air yang lebih baik, air yang tertampung dalam tandom letaknya berada di dalam bangunan.

Berdasarkan dari hasil pengamatan dilapangan, maka diperoleh untuk lebar Rumah Toko sebesar 4.5 meter, dengan panjang 20 meter, dan tinggi Rumah Toko yaitu: 11 meter luasan Rumah Toko, sehingga untuk luasan atap mempunyai kemiripan dengan total luasan Rumah Toko, sebesar 90 meter m^2 . Bentuk bangunan dari Rumah Toko dapat dilihat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4



Gambar 4.3. Bangunan Rumah Toko tampak dari depan
Sumber: (Pengamatan lapangan)



Gambar 4.4. Bangunan Rumah Toko tampak dari belakang
Sumber: (Pengamatan lapangan)

b. Koefisien *Run-off*

Salah satu hal terpenting dalam melakukan pemanenan air hujan ini adalah menentukan tingkat koefisien *run-off*. Koefisien *run-off* merupakan koefisien aliran permukaan yang biasanya dilambangkan dengan huruf C. koefisien C ini dapat didefinisikan sebagai nisbah antara laju puncak aliran terhadap intensitas hujan (Arsyad, 2006).

Suripin (2004) Faktor utama yang mempengaruhi nilai C adalah laju infiltrasi tanah atau presentase lahan kedap air, tanaman penutup tanah, kemiringan medan, dan intensitas hujan. Selain itu, faktor lain yang berpengaruh terhadap nilai C ini adalah derajat kepadatan tanah, porositas tanah, dan simpanan depresi. Berikut adalah tabel 4.2. koefisien aliran permukaan nilai C berdasarkan karakter permukaan

Tabel koefisien aliran permukaan (C) untuk daerah urban (Schwab, et al, 1982, dalam Arsyad, 2006).

Tabel 4.2 Koefisien aliran permukaan (C).

No	Jenis Daerah	Koefisien C
1	Daerah perdagangan	
	Perkotaan	0,70-0,90
	Pinggiran	0,50 -0,70
2	Pemukiman	
	Perumahan satu keluarga	0,30-0,50
	Perumahan berkelompok, terpisah-pisah	0,40-0,60
	Perumahan berkelompok, bersambung	0,60-0,75
	Sub-urban	0,25-0,40
	Daerah apartemen	0,50-0,70
3	Industri	
	Daerah industri ringan	0,50-0,80
	Daerah industri berat	0,60-0,90
4	Taman, pekuburan	0,10-0,25

5	Tempat bermain	0,20-0,35
6	Daerah stasiun kereta api	0,20-0,40
7	Daerah belum diperbaiki	0,10-0,30
8	Jalan	0,70-0,95
9	Bata	0,75-0,85 0,75-0,95
	Jalan, hamparan	
	Atap	

Sumber: (Schwab, et al, 1982, dalam Arsyad, 2006).

c. Pengolahan Data Curah Hujan

Curah hujan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rata-rata curah hujan bulanan maksimum selama 10 tahun yaitu mulai dari tahun 2009 sampai 2018 atau lebih lengkapnya terdapat pada Lampiran F.1. Berdasarkan hasil perhitungan rata-rata curah hujan bulanan maksimum yang diambil dari data hidrologi melalui *International Research Institute for Climate and Society*. Earth Institute, Columbia University. Data curah hujan dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 4.3 Rata-rata Curah Hujan Bulanan Maksimum tahun 2009-2018

Tahun	Curah hujan (mm)
2009	175
2010	170
2011	141
2012	161
2013	140
2014	173
2015	132
2016	150
2017	154
2018	163
Jumlah	1563
Rata-rata	156.3

Sumber: Satelit *International Research Institute for Climate and Society*.
Earth Institute, Columbia University.

Setelah didapatkan data dari satelit *International Research Institute for Climate and Society*. Earth Institute, Columbia University, dapat diketahui bahwa curah hujan rata-rata bulanan maksimum selama 10 tahun adalah 156,3 mm/bulan.

d. Jumlah Air yang Dapat Dipanen

Untuk mengetahui jumlah air yang dapat dipanen menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\Sigma Q = a \times R \times A \text{ (Maryono, 2017).....Pers 4.1}$$

Keterangan:

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

A = Luas atap bangunan (m^2)

a = Koefisien *run-off* (0.9)

R = Rata-rata curah hujan harian maksimum (mm/hari)

e. Perhitungan dan Pemilihan Metode Debit Rencana

Debit rencana (Q) merupakan debit dengan periode ulang tertentu (T) yang diperkirakan terjadi pada sebuah bangunan air atau tampungan air hujan. Periode ulang hujan adalah waktu hipotetik di mana suatu kejadian dengan nilai tertentu, artinya akan terjadi suatu kejadian yang sama pada periode waktu tertentu, walaupun kejadian tersebut tidak akan terjadi secara teratur setiap periode ulangnya. Penetapan metode dalam perhitungan debit rencana biasanya tergantung pada data yang tersedia terutama data curah hujan. Metode analisis probabilitas frekuensi debit air hujan dapat dilakukan dengan beberapa metode. Adapun metode tersebut adalah sebagai berikut:

- Distribusi probabilitas Gumbel
- Distribusi probabilitas Normal
- Distribusi probabilitas Log Pearson
- Distribusi probabilitas Log Normal

f. Perhitungan Hujan Rencana dan Intensitas Hujan

Hujan rencana (X) adalah hujan dengan periode ulang tertentu (T) yang diperkirakan akan terjadi di suatu bangunan air atau tampungan air hujan. Periode ulang adalah waktu hipotetik di mana suatu kejadian dengan nilai tertentu. Dalam data curah hujan atau debit untuk mendapatkan nilai curah hujan rencana atau debit rencana. Hal ini dilakukan guna memperoleh hasil perhitungan yang meyakinkan. Distribusi probabilitas kontinu yang sering digunakan, yaitu: Gumbel, Normal, Log Normal, dan Log Pearson *Type III*.

a. Distribusi Probabilitas Gumbel

Berdasarkan perhitungan periode ulang hujan menggunakan distribusi Probabilitas Gumbel, maka diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.4. Untuk perhitungan lebih lengkap nya dapat dilihat pada lampiran F.2.

Tabel 4.4 Rekapitulasi curah hujan rencana Gumbel

Periode Ulang (Tahun)	Nilai curah hujan rencana (mm)
2	154.769
5	173.527
10	185.323
25	199.077
50	211.280

Sumber: perhitungan pribadi

b. Distribusi Probabilitas Normal

Berdasarkan perhitungan periode ulang hujan menggunakan distribusi Probabilitas Normal, maka diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.5. untuk perhitungan lebih lengkap nya dapat dilihat pada lampiran F.2.

Tabel 4.5 Rekapitulasi curah hujan rencana Normal

Periode Ulang (T)	Log Xi	S Log Xi	KT	Log XT	XT
2	21.922	0.042	0	2.192	155.59
5	21.922	0.042	0,84	2.228	169.04
10	21.922	0.042	1,28	2.246	176.19
25	21.922	0.042	1,98	2.276	188.79
50	21.922	0.042	2,05	2.279	190.10

(Sumber: Perhitungan pribadi)

c. Distribusi Probabilitas Log Normal

Berdasarkan perhitungan periode ulang hujan menggunakan distribusi Probabilitas Log Normal, maka diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.6. untuk perhitungan lebih lengkap nya dapat dilihat pada lampiran F.2.

Tabel 4.6 Rekapitulasi curah hujan rencana Log Normal

Periode Ulang (T)	Log Xi	S Log Xi	KT	Log XT	XT
2	21.922	0.042	0	2.192	155.59
5	21.922	0.042	0,84	2.228	169.04
10	21.922	0.042	1,28	2.246	176.19
25	21.922	0.042	1,98	2.276	188.79
50	21.922	0.042	2,05	2.279	190.10

(Sumber: perhitungan pribadi)

d. Distribusi Probabilitas Log Pearson

Berdasarkan perhitungan periode ulang hujan menggunakan distribusi Probabilitas Log Pearson III, maka diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.7. untuk perhitungan lebih lengkap nya dapat dilihat pada lampiran F.2.

Tabel 4.7 Rekapitulasi curah hujan rencana Log Person III

Periode Ulang (T)	Log Xi	S Log Xi	KT	Log XT	XT
2	2.192	0.042	0.06384	2.195	156.67

5	2.192	0.042	0.85473	2.228	169.04
10	2.192	0.042	1.30121	2.247	175.38
25	2.192	0.042	1.61100	2.260	181.97
50	2.192	0.042	1.84157	2.270	186.20

(Sumber: perhitungan pribadi)

g. Uji Distribusi Probabilitas

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

a. Metode Chi-Kuadrat (χ^2)

Perhitungan Metode Chi-Kuadrat Distribusi yang paling baik untuk menganalisis data curah hujan pada penelitian ini adalah Distribusi Probabilitas Gumbel, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada lampiran F.3, dan hasil dari rekapitulasi uji distribusi Chi-Kuadrat dapat dilihat pada Tabel 4.8.

Tabel 4.8 Rekapitulasi nilai χ^2 dan χ^2_{Cr}

Distribusi probabilitas	χ^2 terhitung	χ^2_{Cr}	Keterangan
Gumbel	1,0	5,9910	Diterima
<i>Log person III</i>	40,0	5,9910	Tidak diterima

(Sumber: perhitungan pribadi)

b. Metode Smirnov-Kolmogorof (secara analitis)

Hasil dari pengujian distribusi dengan Metode Smirnov-Kolmogorof diperoleh hasil bahwa distribusi Probabilitas yang mempunyai selisih (ΔP) antara peluang empiris harus kurang dari teoritis ($\Delta P < \Delta P$). Berdasarkan hasil perhitungan uji Metode Smirnov-Kolmogorof yang dipilih atau diterima dapat dilihat pada Tabel 4.9. Perhitungan lebih lengkapnya dapat dilihat pada lampiran F.3.

Tabel 4.9 Tabel hasil rekapitulasi ΔP

Distribusi probabilitas	ΔP terhitung	ΔP kritis	Keterangan
Gumbel	1.2	0.41	DITERIMA
Normal	0.8	0.41	DITOLAK
Log Normal	-4.2	0.41	DITOLAK
Log person III	-4.2	0.41	DITOLAK

(sumber: perhitungan pribadi)

Berdasarkan hasil dari pengujian 2 metode, yaitu: metode Chi-Kuadrat (χ^2), dan metode Smirnov-Kolmogorof, maka dapat disimpulkan distribusi yang paling baik untuk menganalisis data curah hujan pada penelitian ini adalah Distribusi Probabilitas Gumbel.

4.3 Perhitungan Debit

Dari kedua uji yang telah dilakukan Chi-kuadrat dan Smirnov-kormogorov dapat disimpulkan bahwa data hujan wilayah Gampong Mulia, Kecamatan Kuta Alam, Banda Aceh mengikuti distribusi Gumbel. Adapun hasil perhitungan periode ulang rencana metode Gumbel dapat dilihat pada Tabel 4.10.

Tabel 4.10 Perhitungan periode ulang hujan metode Gumbel

Periode Ulang (Tahun)	Nilai curah hujan rencana (mm)
2	154.77
5	173.53
10	185.32
25	199.08
50	211.28

Sumber: Hasil perhitungan

Dengan menggunakan tabel 4.10, untuk hujan dengan periode ulang 2 tahun dimana, $P = 154.77$ mm dan durasi hujan 120 menit atau 2 jam, akan diperoleh intensitas hujan dengan metode Mononobe.

$$I = \frac{X_{24}}{24} \left(\frac{24}{t} \right)^{2/3} \dots\dots\dots \text{Pers 4.2}$$

Keterangan rumus:

I = intensitas hujan rencana (mm)

X_{24} = tinggi hujan harian maksimum atau hujan rencana (mm)

t = durasi hujan atau waktu konsentrasi (jam), maka

$$I = \frac{154.77}{24} \left(\frac{24}{2/60} \right)^{2/3}$$

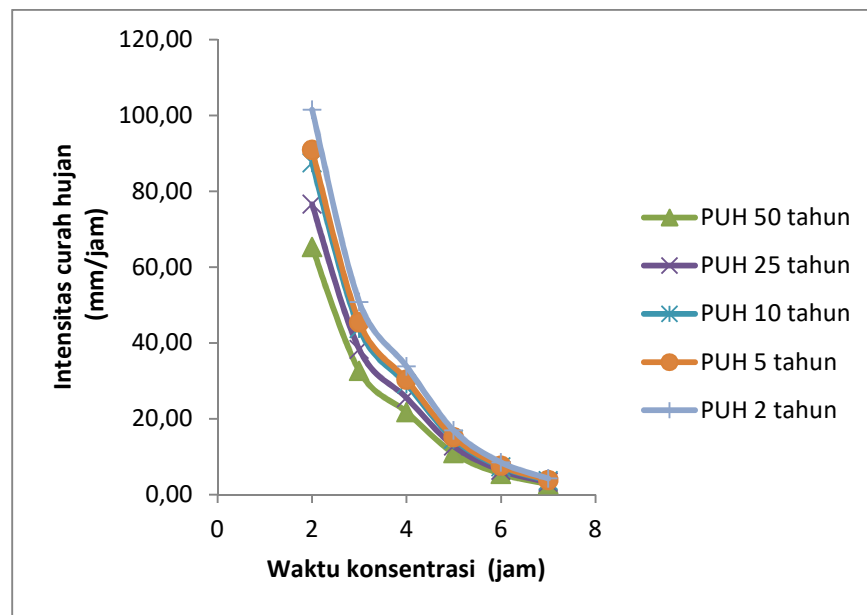
$$I = 33,80 \text{ mm/jam}$$

Hitungan dengan persamaan tersebut dilanjutkan untuk durasi dan kedalaman hujan yang lain, nilai intensitas hujan untuk berbagai durasi hujan menggunakan metode Mononobe. Semakin lama durasi hujan maka nilai intensitas hujan akan semakin kecil, ini mengindikasikan bahwa semakin pendek jangka waktu curah hujan makin besar intensitasnya karena hujan tidak selalu kontinu. Hitungan dilakukan dengan durasi sampai 300 menitan (5 jam). Hasil perhitungan lebih lengkap terdapat pada Tabel 4.11.

Tabel 4.11 Intensitas curah hujan dengan menggunakan metode Mononobe

Durasi (menit)	Periode Ulang (tahunan)				
	2	5	10	25	50
5	281.23	315.32	336.75	361.75	383.92
10	177.17	198.64	212.14	227.89	241.86
15	135.20	151.59	161.89	173.91	184.57
20	111.61	125.13	133.64	143.56	152.36
45	65.00	72.88	77.83	83.61	88.73
60	53.66	60.16	64.25	69.02	73.25
120	33.80	37.90	40.47	43.48	46.14
180	25.79	28.92	30.89	33.18	35.21
240	21.29	23.87	25.50	27.39	29.07
300	18.35	20.57	21.97	23.6	25.05

Sumber: Hasil perhitungan



Gambar 4.5 kurva IDF dengan metode Mononobe

4.4 Debit Air Hujan

Debit air hujan (Q) dalam penelitian ini didapatkan berdasarkan metode rasional, dengan membutuhkan data koefisien pengaliran (c), intensitas curah hujan (I), dan luas area tangkapan (A). Dalam penelitian ini, debit air hujan digunakan untuk mengetahui berapa besar potensi air hujan yang dapat dimanfaatkan dan pada Rumah Toko di kecamatan Kuta alam sebagai perencanaan pemanfaatan air hujan.

Perhitungan debit air hujan menggunakan Metode Rasional. Metode Rasional dapat dilakukan dengan pendekatan nilai C gabungan atau C rata-rata dan intensitas hujan dihitung berdasarkan waktu konsentrasi yang terpanjang.

Rumus umum dari Metode Rasional adalah:

$$Q_t = 0,278 \times C \times I_t \times A \dots \dots \dots \text{Pers 4.3}$$

Keterangan rumus:

Q_t = debit puncak limpasan permukaan dengan periode ulang T tahun atau debit rencana dengan periode ulang T tahun (m^3/det)

C = angka pengaliran (tanpa dimensi)

A = luas daerah pengaliran (Km^2)

I_t = intensitas curah hujan dengan periode ulang T tahun (mm/jam)

- Menghitung Debit (Q)

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A$$

$$Q = 0,278 \times 0.95 \times 33,80 \text{ mm/jam} \times 9 \cdot 10^{-5} \text{ km}^2$$

$$Q = 0.000803 \text{ m}^3/\text{detik}$$

$$Q = 0,8 \text{ liter}$$

4.5 Perhitungan volume tampungan air hujan

Perhitungan volume penampungan air hujan Rumus yang digunakan untuk menghitung volume bak penampungan air hujan adalah seperti persamaan sebagai berikut:

$$Q = \frac{V}{t} \dots\dots\dots \text{Pers 4.4}$$

Keterangan rumus:

Q = debit puncak limpasan permukaan dengan periode ulang T tahun atau debit rencana dengan periode ulang T tahun (m^3/det)

V = volume air tertampung (m^3)

T = waktu (jam), maka

$$V = Q \times t \dots\dots\dots \text{Pers 4.5}$$

$$V = 0.08 \text{ m}^3/\text{detik} \times 7200 \text{ detik}$$

$$V = 5.78 \text{ m}^3$$

4.6 Perhitungan kebutuhan air bersih

Analisis kebutuhan air bersih dilakukan dengan menggunakan nilai dari kebutuhan penggunaan air harian, untuk penelitian ini sendiri penggunaan air yang dihitung berdasarkan pemakaian air untuk keperluan toilet, yaitu berdasarkan tabel 4.12

Tabel 4.12 Keperluan air

Keperluan	Air yang dipakai (liter/orang/hari)
Minum	2,0
Memasak	1,45
Mandi, kakus	20,0
Cuci pakaian	12,0
Air wudhu	15,0
Kebersihan rumah	32,0
Menyiram tanaman	11,0
Mencuci kendaraan	22,5
Keperluan lain-lain	20,0
Jumlah	150,0

Sumber: Wardhana (1999)

Menurut Wardhana (2009) penggunaan air bersih untuk toilet seperti pada tabel keperluan air, kebutuhan air untuk toilet adalah 20 liter/orang/hari. Sehingga perhitungan kebutuhan air bersih dengan asumsi jumlah anggota keluarga dalam Rumah Toko 5 orang adalah:

$$\begin{aligned}
 Q_d &= \text{jumlah anggota keluarga} \times \text{pemakaian air per orang perhari} \dots \text{Pers 4.6} \\
 &= 5 \times 20 \text{ liter/hari} \\
 &= 100 \text{ liter/hari} = 0.1 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas didapatkan kebutuhan air baku untuk keperluan anggota keluarga dalam sebulan: $0.1 \times 30 = 3 \text{ m}^3$

4.7 Dimensi pipa penampungan air hujan

Penentuan dari setiap dimensi atau ukuran pipa tampungan air hujan disesuaikan dengan **SNI 8153:2015** Tentang Sistem Plambing Pada Bangunan Gedung. Sehingga untuk penggunaan pipa berupa talang, pipa tegak, dan pipa horizontal menggunakan acuan peraturan tersebut. Lebih lengkapnya penentuan ukuran perpipaan air hujan horizontal dapat dilihat pada Tabel 4.13, 4.14, dan 4.15.

Tabel 4.13 Penentuan ukuran perpipaan air hujan horizontal

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

Tabel 4.14 Penentuan ukuran perpipaan air hujan horizontal1, 2 (lanjutan)

Ukuran pipa	Debit (kemiringan 2%)	Luas bidang datar horizontal maksimum yang diperbolehkan pada Berbagai nilai curah hujan (m ²)					
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

Tabel 4.15 Penentuan ukuran perpipaan air hujan horizontal 1, 2 (lanjutan)

Ukuran pipa	Debit (Kemiringan 4%)	Luas bidang datar horizontal maksimum yang diperbolehkan pada berbagai nilai curah hujan (m ²)					
Inci	L/dt	25,4 mm/j	50,8 mm/j	76,2 mm/j	101,6 mm/ja	127 mm/j	162,4 mm/jam

		am	am	am	m	am	
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
15	296,8	44220	22110	14743	11055	8844	7367

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. Sumber : UPC 2012 - IAPMO Tabel 1101.7

Ukuran talang setengah lingkaran harus berdasar pada proyeksi luas atap maksimum dan memperhatikan Tabel 4.16, dan Tabel 4.17

Tabel 4.16. Tabel penentuan ukuran talang

DIAMETER TALANG (Kemiringan 0,5%)	Nilai curah hujan maksimum berbasis pada luas atap (m²)				
	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
inci					
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)				
	50,8 mm/jam	76,2 mm/jam	101,6 mm/jam	127 mm/jam	162,4 mm/jam
inci					
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

8	520	347	260	208	174
10	948	632	474	379	316

Tabel 4.17 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 :UPC 2012 - IAPMO Tabel 1106.3

Dimensi pipa yang akan digunakan berdasarkan jumlah dari hasil perhitungan intensitas debit curah hujan, dan luasan area atau wilayah tangkapan air hujan, yaitu atap bangunan yang, debit yang didapatkan 0,8 L/dt, intensitas hujan rencana yaitu sebesar 33,80 mm/jam, dengan luasan atap sebesar 90 m². Maka dimensi pipa air hujan horizontal digunakan ukuran 3 inci, dengan debit kemiringan 0.5 %, dan untuk dimensi perpipaian tegak air hujan adalah 4 inci dengan nilai kemiringan sama sebesar 0.5%, serta untuk dimensi talang sebesar 5 inci. Gambar lengkap untuk sistem penampungan air hujan pada Rumah Toko ditunjukkan pada lampiran G.

4.8 Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Rencana Anggaran Biaya (RAB) untuk sistem pemanenan air hujan didasarkan pada peraturan Keputusan Gubernur Aceh, tahun 2018, tentang penetapan standar barang bahan bangunan/jasa pemerintah yang dibutuhkan untuk membuat tampungan air hujan pada Rumah Toko, sedangkan untuk bahan atau material yang diperlukan untuk rancangan sistem pemanenan air hujan berdasarkan ketersediaan yang terdapat disekitaran pasar wilayah dari tempat diterapkannya pemanenan air hujan, untuk lebih lengkapnya dapat dilihat pada Tabel 4.18.

Tabel 4.18 RAB sistem penampungan air hujan pada Rumah Toko.

NO	URAIAN ALAT DAN PEKERJAAN	VOL	SAT	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
				Bahan	Biaya
1	Tangki air fiberglass 500 liter (tinggi 105 cm x diameter 83 cm)	1	bh	Rp1,000,000	Rp1,000,000
2	Pipa PVC 3" (10 m)	1	bt	Rp261,200	Rp261,200
3	Pipa PVC 3/4" (10 m)	1	bt	Rp46,028	Rp46,028
4	Pipa PVC 4" (10 m)	1	bt	Rp422,960	Rp422,960
5	Talang	1	bt	Rp84,500	Rp84,500
6	penyambung talang (<i>Gutter joint</i>)	1	bh	Rp9,500	Rp9,500
7	Penutup talang (<i>Stopend</i>)	1	bh	Rp6,000	Rp6,000
8	Penggantung talang (<i>Bracket</i>)	2	bh	Rp10,000	Rp20,000
9	Corong penampung (<i>Nozzle</i>)	1	bh	Rp5,000	Rp5,000
10	Penahan pipa (klem PVC 4 inch)	4	bh	Rp1,250	Rp5,000
11	Elbow 45 derajat	3	bh	Rp5,700	Rp17,100
12	Sambungan pipa tee	2	bh	Rp10,000	Rp20,000
13	Ball Valve	2	bh	Rp150,000	Rp300,000
14	Elbow 90 derajat	2	bh	Rp5,500	Rp11,000
15	Kawat kasa	0.2	m	Rp10,000	Rp2,000
16	Keran	2	unit	Rp10,000	Rp20,000

17	Lem pipa	2	unit	Rp7,000	Rp14,000
18	<i>Seal tipe</i>	3	unit	Rp4,000	Rp12,000
19	Pekerjaan pemasangan tampungan air hujan	3	oh	Rp87,000	Rp261,000
Jumlah					Rp2,517,288

Catatan: setiap satuan harga yang digunakan berdasarkan peraturan Keputusan Gubernur Aceh, tahun 2018, tentang penetapan standar barang bahan bangunan/jasa pemerintah.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kualitas air hujan di Kec Kuta Alam Banda Aceh diukur selama waktu pengamatan menghasilkan data pH berkisar 7,8-7,9; suhu 28-31; DHL minimum 4u/cm dan maksimum 20u/cm; TDS berkisar 3-9 ppm. Kuantitas air hujan di Kecamatan Kuta Alam, selama 10 tahun 2009-2018, hujan tahunan rata-rata sebesar 1870 mm, hujan bulanan rata-rata sebesar 156, tingkat curah hujan tertinggi harian adalah di bulan Desember 2014 yaitu 77,6 mm, dan rata-rata curah hujan bulanan selama 10 tahun terakhir sebesar 156,321 mm.
2. Potensi pemanenan air hujan berdasarkan hasil pengujian kualitas air hujan, untuk wilayah Kecamatan Kuta Alam, mempunyai potensi yang baik, sedangkan untuk rumah toko di kecamatan kuta alam berdasarkan jumlah atau kuantitas cukup berpotensi untuk dilakukan pemanenan, dengan debit sebesar 0,8 liter/ detik, dan nilai hujan rencana 30,8 mm/jam, lama durasi hujan selama 2 jam, serta periode ulang hujan (PUH 2 tahun).
3. Rancangan sistem pemanenan air hujan untuk Rumah Toko di Kecamatan Kuta Alam berdasarkan hasil perhitungan maka diperoleh rancangan yaitu: dimensi pipa air hujan horizontal digunakan ukuran 3 inci, dengan debit kemiringan 0.5 %, dan untuk dimensi perpipaan tegak air hujan adalah 4 inci dengan nilai kemiringan sama sebesar 0.5%, serta untuk dimensi talang sebesar 5 inci.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat disarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pemerintah dalam hasil ini sebagai pembuat dan penetap peraturan, maka sebaiknya membuat Pemanenan Air Hujan sebagai regulasi yang baik sebagai acuan dalam solusi mengatasi banjir dan pemanfaatan dari air hujan.

2. Hasil penelitian ini bisa dijadikan dasar konsep desain pemanenan air hujan untuk rumah toko, sehingga pemilik rumah toko bisa mengadopsi dan menerapkan pemanenan air hujan di tokonya.
3. Dalam penelitian ini diuji parameter kualitas air berupa pH, suhu, TDS, serta Daya Hantar Listrik (DHL) dan direncanakan penggunaan air untuk toilet kamar mandi, Untuk kajian selanjutnya bisa diteliti parameter lain terkait kualitas air hujan untuk menyelidiki kemungkinan penggunaan air hujan untuk penggunaan lainnya.



DAFTAR PUSTAKA

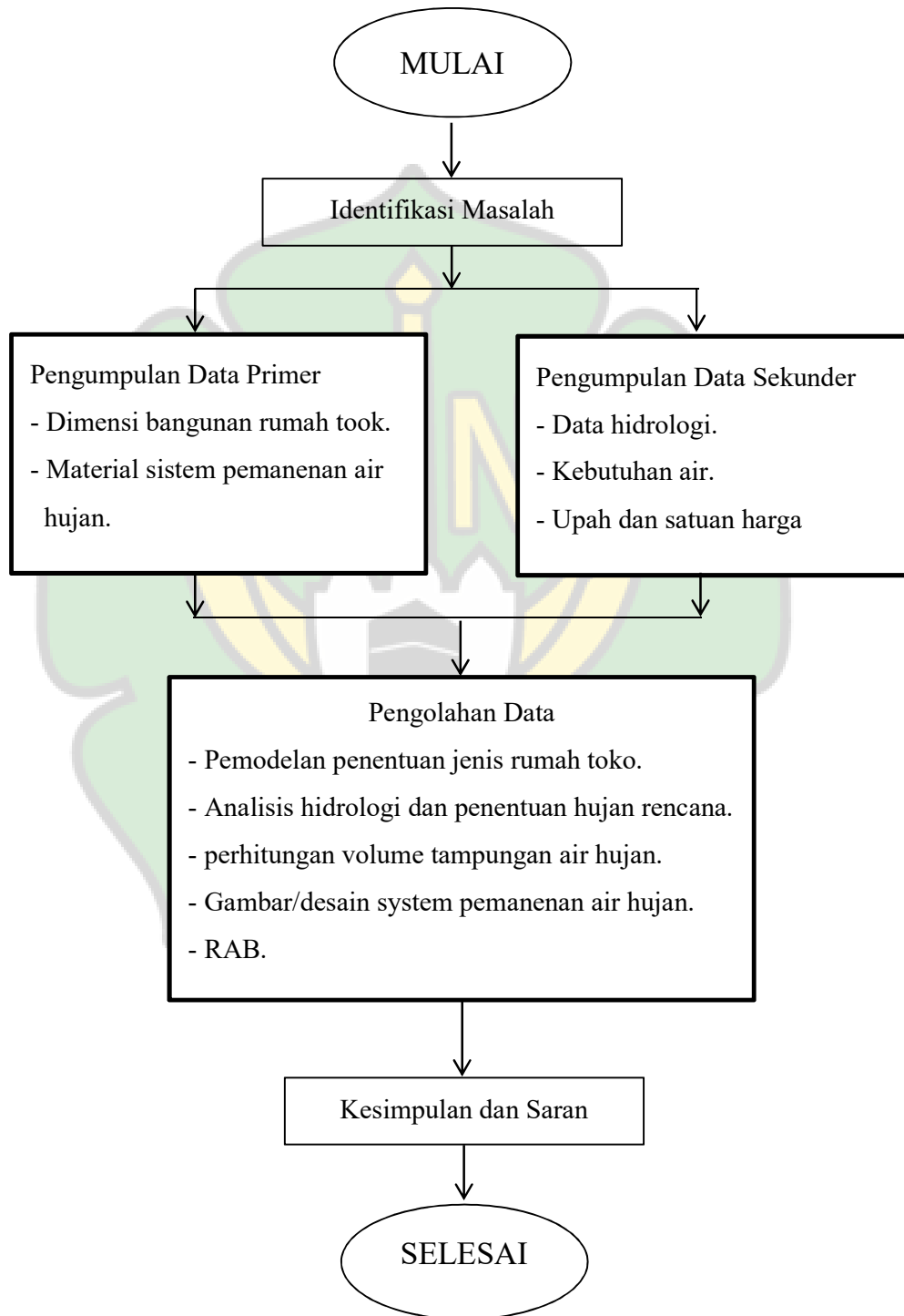
- Abdulla Fayez A., AW Al-shareef. (2009). Roof rainwater harvesting systems for household water Supply in Jordan. *Desalination* 243: 195-207
- Abdul-Rauf, D. Elfiati, dan Erlinawati. (2008). Laju Infiltrasi dan Perkolasi pada Beberapa Tipe Hutan Kota Medan. *Prosiding Semiloka Pengelolaan DAS Berbasis Multipihak*. BP-DAS Wampu Sei Ular dan FP-USU, Medan, 30 Oktober 2008. Hal. 191-196.
- Asdak, C. (2002). Hidrologi dan Pengelolaan Daerah Aliran Sungai. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Anuar, K., & Ahmad, A. (2015). *Kesehatan Masyarakat (Studi Kasus di Kecamatan Bangko Bagansiapiapi).* 2, 32–39.
- Amruthavarshini. (2011). *A guide for Rainwater Harvesting*. Retrieved from Karnataka State Council for Science and Technology: <http://www.kscest.org.in/rwh.html>
- Collection Tanks*. (2018). Retrieved from collect it rainfilters.com: <https://rainfilters.com/collection-tanks/>
- Components of a rainwater harvesting system*. (1994). Retrieved from rainwaterharvesting.org: <http://www.rainwaterharvesting.org/urban/components.htm>
- Cuaca, J. S. (2010). Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca, Vol. 11, No. 2., *teknik pemanenan air hujan (rain water harvesting)*, 34.
- Greening Solutions*. (2008). Retrieved from leiyuan greening solution co.,ltd.: <http://www.greening-solution.com>
- Greening soulution. *Foto Jenis Tangki*. Greening solution. (2018). 2 mei 2018. <http://www.greening-solution.com>
- Indonesia, (2001). *Peraturan Pemerintah tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*, No. 82 tahun 2001.

- Indonesia, (2009). *Peraturan menteri lingkungan hidup Setiap penanggungjawab bangunan wajib melakukan pemanfaatan air hujan*, No. 12 Tahun 2009 pasal 3.
- Jayanti Dewi Liesnoor; Tukidi, Tukidi, M. H. D. S. (2012). potensi pemanenan air hujan (rain water harvesting) kampus unnes sebagai pendukung unnes konservasi. *Geo-Image*, (Vol 1 No 1 (2012)).
- Jiang, Y., & Rohendi, A. (2018). Domestic water supply, residential water use behaviour, and household willingness to pay: The case of Banda Aceh, Indonesia after ten years since the 2004 Indian Ocean Tsunami. *Environmental Science and Policy*, 89(July), 10–22.
<https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.07.006>
- Kodoatie, RJ., Basuki, M., (2005). Kajian Undang-undang Sumber Daya Air. Andi, Yogyakarta.
- Lingkungan, A. (1987).http://www.ahllingkungan.com/rain-harvesting_Manfaat-rain-harvesting.php. Retrieved 12 14, 2017, from AsEMS Enviromental Mnagement Servies: <http://www.ahllingkungan.com/Ahli-Lingkungan-Waste-Minimization-WWT-WTP.php>
- Maryono, Agus. (2006). *Metode Memanen Dan Memanfaatkan Air Hujan Untuk Penyediaan Air Bersih, Mencegah Banjir Dan Kekeringan*. Kementrian Negara Lingkungan Hidup:Jakarta
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman Balitbang Kementerian Pekerjaan Umum. (2014). *Penampungan air hujan*. Retrieved from <http://puskim.pu.go.id/wp-content/uploads/2018/04/penampungan-air-hujan.pdf>
- Rain Harvesting Pty Ltd Corporate Catalogue 2015. (2015). Retrieved 12 14, 2017, from Rain Harvesting Pty Ltd Corporate Catalogue 2015: <http://rainharvesting.com.au/>
- Saparuddin. (2010). Pemanfaatan Air Tanah Dangkal sebagai Sumber Air Bersih di Kampus Bumi Bahari Palu. *Jurnal SMARTek*, 8(2), 143–152. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/221659-pemanfaatan-air-tanah-dangkal-sebagai-su.pdf>

- Soesanto, R.S. (2010). *System dan Bangunan Irigasi*. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Sepuluh Nopember:Surabaya.
- Sri Mulyani, D. Liesnoor, Suroso, A. Kuswardinah dan N. Kariada. (2010). Model Penataan Lahan untuk Meminimalisasi Bencana Kekeringan di Kelurahan Sukorejo Kecamatan Gunungpati Semarang. *Laporan Penelitian*. Unnes.
- Sri Mulyani, D. Liesnoor, N. Kariada, dan Suroso. (2011). *Kajian Literatur dan Pengumpulan Data; Sistem Pemanenan Air Hujan (Rainharvesting) dalam rangka Mengurangi Kerentanan Terhadap Perubahan Iklim di Kota Semarang*. Indonesia. ACCCRN Program supported by The Rockefeller Foundation and coordinated by Mercy Corps in collaboration with The Government of Semarang City.
- Tjasyono, B.H.K. (2004). *Klimatologi Edisi Kedua*. Bandung: Institute Teknologi Bandung.
- UNEP International Technology Centre. (2001). *Rainwater Harvesting*. Murdoch University of Western Australia.
- UNEP. 2011. *Water Use in US and the World*.
- Widiyanto, A., View, L. N., & Widiyanto, A. (2016). *hutan sebagai pengatur tata air dan pencegah erosi tanah : pengelolaan dan*. (June 2010).
- Widiyanto, A. (2016) '*Hutan Sebagai Pengatur Tata Air Dan Pencegah Erosi Tanah : Pengelolaan dan*', (June 2010).
- Worm J. & T. Van Hattum. (2006). *Rainwater harvesting for domestic use*. Wageningen: Agromisa Foundation and CTA.
- Zhang Yan, Donghui Chen, Liang Chen dan Stephanie Ashbolt. (2009). Potential for rainwater use in high-rise buildings in Australia cities. *Journal of environmental Management* 91:222 hal.226.

LAMPIRAN A

Lampiran A.1 Bagan Alir Penelitian.



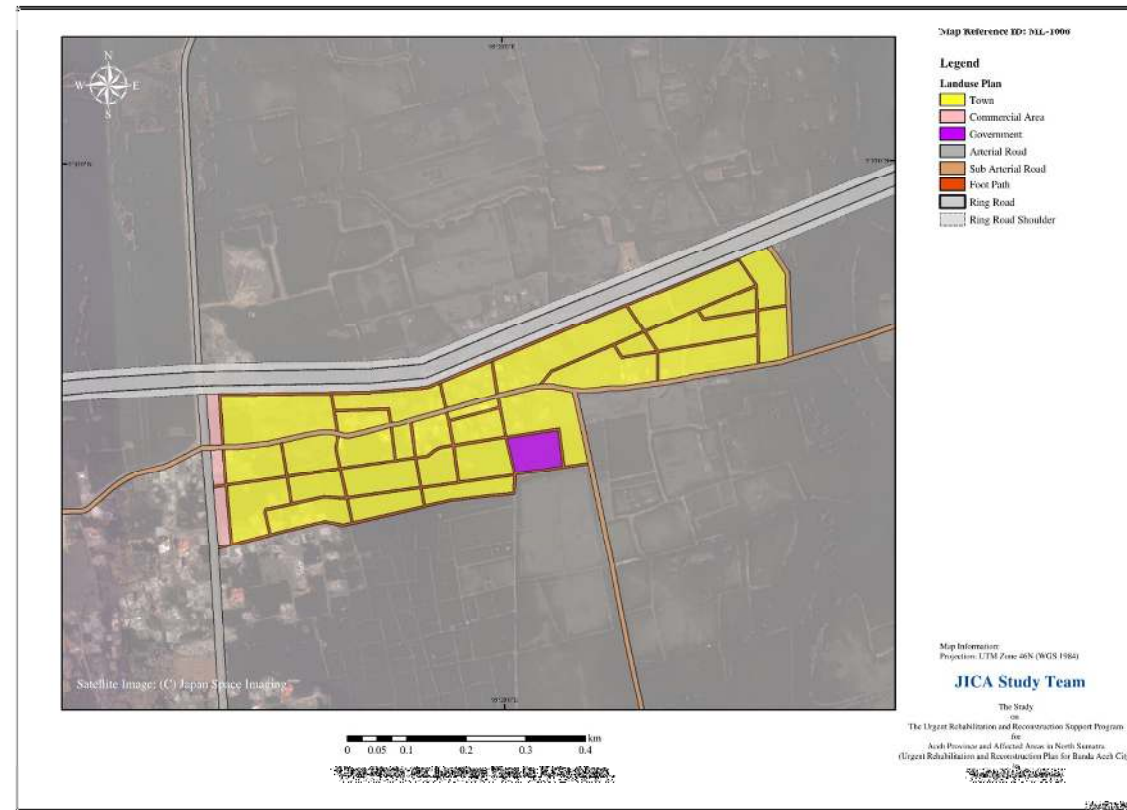
LAMPIRAN B

Lampiran B.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian.

N O	Kegiatan	Waktu Penelitian																							
		Desember 2018				Januari 2019				Maret 2019				September 2019				Agustus 2020				September 2020			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1.	Pengajuan Judul																								
2.	Penyusun Pra proposal																								
3.	Studi Literatur																								
4.	Penyusunan Proposal																								
5.	Pengurusan izin Penelitian																								
6.	Pengumpulan Data																								
7.	Pengolahan Data																								
8.	Desain Perencanaan																								
9.	Analisis Data																								
10.	Penyusunan Tugas Akhir																								
11.	Seminar (uji) Tugas Akhir																								
12.	Perbaikan Hasil Seminar Tugas Akhir																								
13.	Sidang Tugas Akhir																								
14.	Perbaikan Hasil sidang Tugas Akhir																								
15.	Pengumpulan Tugas Akhir																								

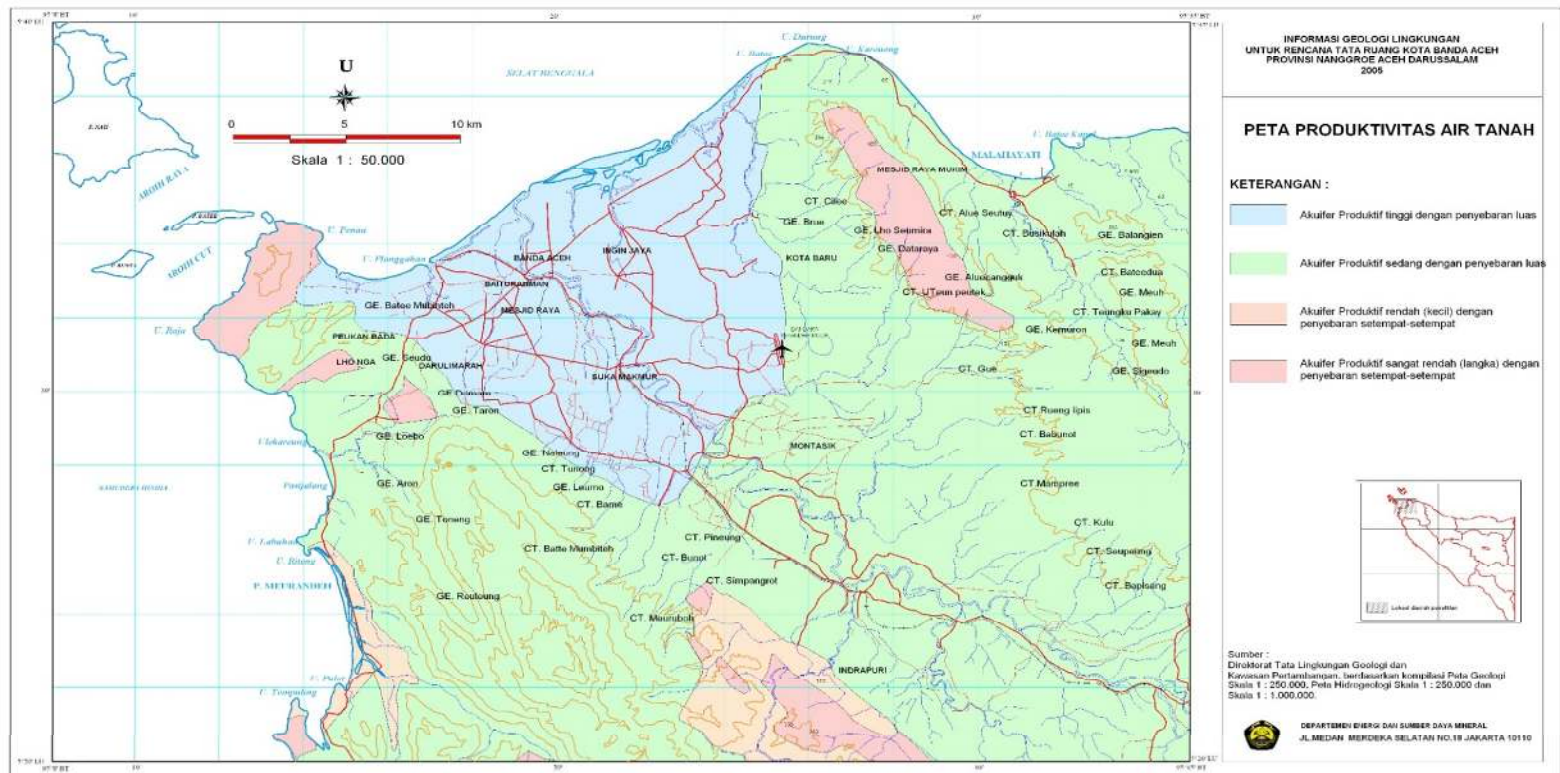
LAMPIRAN C

Lampiran C.1 Peta Penggunaan Lahan Kecamatan Kuta Alam Kota Banda Aceh (*Landuse*).



LAMPIRAN D

Lampiran D.1 Peta Produktivitas Air Tanah Kota Banda Aceh.



LAMPIRAN E

Lampiran E.1 Foto Alat dan Bahan.

Foto Alat dan Bahan		
		
pH meter	TDS dan EC meter	Termometer
		
Corong	Aquades 1 liter	Botol sampling



Penangkar hujan sederhana

LAMPIRAN F

F.1. Perhitungan Rata-Rata Curah Hujan Bulanan.

a. Tahun 2009

$$X = \frac{226+60+293+80+167+70+66+176+181+155+316+314}{12} = \frac{2102.9}{12} = 175.25$$

b. Tahun 2010

$$X = \frac{183+63+109+135+111+163+96+78+141+115+398+455}{12} = \frac{2044.8}{12} = 170.40$$

c. Tahun 2011

$$X = \frac{202+81+302+112+83+41+56+80+126+127+169+323}{12} = \frac{1700.93}{12} = 141.74$$

d. Tahun 2012

$$X = \frac{301+97+155+88+149+36+60+53+111+150+269+474}{12} = \frac{1942.6}{12} = 161.89$$

e. Tahun 2013

$$X = \frac{284+132+60+93+119+139+70+49+99+67+151+426}{12} = \frac{1687.3}{12} = 140.61$$

f. Tahun 2014

$$X = \frac{102+65+42+97+235+79+57+94+128+239+244+700}{12} = \frac{2080.4}{12} = 173.36$$

g. Tahun 2015

$$X = \frac{112+62+82+215+98+74+78+78+164+165+187+269}{12} = \frac{1584.89}{12} = 132.07$$

h. Tahun 2016

$$X = \frac{168+115+71+61+205+69+72+120+83+120+386+340}{12} = \frac{1809.2}{12} = 150.76$$

i. Tahun 2017

$$X = \frac{324+89+100+59+154+29+62+50+160+90+319+415}{12} = \frac{1849.7}{12} = 154.14$$

j. Tahun 2018

$$X = \frac{259+62+61+124+233+66+71+67+125+201+434+261}{12} = \frac{1964.8}{12} = 163.73$$

Tabel.Rekapitulasi curah hujan rata-rata bulanan

Tahun	Xi (mm)
2009	175.245
2010	170.404
2011	141.744
2012	161.885
2013	140.610
2014	173.366
2015	132.074
2016	150.763
2017	154.139
2018	163.731

F.2 Menghitung Periode Curah Hujan Rencana

a. Metode Gumbel

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

Tabel. Perhitungan periode ulang curah hujan rencana Metode Gumbel

No	Tahun	Curah hujan rata-rata (Xi) (mm)	$Xi - \bar{X}$	$(Xi - \bar{X})^2$	$(Xi - \bar{X})^3$	$(Xi - \bar{X})^4$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	2019	175.245	18.924	358.125	6777.236	128253.763
2	2010	170.404	14.083	198.337	2793.213	39337.376
3	2011	141.740	-14.581	212.600	-3009.874	45198.645
4	2012	161.885	5.564	30.960	172.269	958.542
5	2013	140.610	-15.711	246.829	-3877.885	60924.672
6	2014	173.366	17.045	290.539	4952.293	84412.819
7	2015	132.074	-24.247	587.907	-142554.871	345635.005
8	2016	150.763	-5.558	30.889	-171.676	954.139
9	2017	154.139	-2.182	4.760	-10.386	22.600

10	2018	162.982	6.661	44.372	295.568	1968.838
Jumlah		1563.208		2005.318	-6424.113	707666.459
$\bar{X}$		156.3208				
S		14.9269				
Cs		-0.1638				
Ck		0.1682				
Cv		0.0955				

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{1563.208}{10} = 156.321$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2005.318}{10-1}} = 14.927$$

$$KT = \frac{Yt - Yn}{Sn}$$

$$a) KT_2 = \frac{0,3065 - 0,4952}{0,9497} = -0,10393$$

$$\begin{aligned} XT_2 &= \bar{X} + S \times K \\ &= 156.321 + 14.92693 \times (-0,1039) \\ &= 154.769 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$b) KT_5 = \frac{1,4999 - 0,4952}{0,9497} = 1,1526$$

$$\begin{aligned} XT_5 &= \bar{X} + S \times K \\ &= 156.321 + 14.92693 \times 1,1526 \\ &= 173.527 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$c) KT_{10} = \frac{2,2504 - 0,4952}{0,9497} = 1,9429$$

$$\begin{aligned} XT_{10} &= \bar{X} + S \times K \\ &= 156.321 + 14.92693 \times 1,9429 \\ &= 185.323 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$d) KT_{25} = \frac{3,1255 - 0,4952}{0,9497} = 2,8643$$

$$XT_{25} = \bar{X} + S \times K$$

$$= 156.321 + 14.92693 \times 2,8643$$

$$= 199.077 \text{ mm}$$

$$e) \text{KT}_{50} = \frac{3,9019 - 0,4952}{0,9497} = 3,6818$$

$$\text{XT}_2 = \bar{X} + S \times K$$

$$= 156.321 + 14.92693 \times 3,6818$$

$$= 211,28 \text{ mm}$$

b. Metode Normal

$$X_T = \bar{X} + K_T S$$

Tabel Perhitungan periode ulang curah hujan rencana Metode Normal

No	Tahun	Curah hujan rata-rata (Xi) (mm)	$X_i - \bar{X}$	$(X_i - \bar{X})^2$	$(X_i - \bar{X})^3$	$(X_i - \bar{X})^4$
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1	2009	175.245	18.924	358.125	6777.236	128253.763
2	2010	170.404	14.083	198.337	2793.213	39337.376
3	2011	141.740	-14.581	212.600	-3009.874	45198.645
4	2012	161.885	5.564	30.960	172.269	958.542
5	2013	140.610	-15.711	246.829	-3877.885	60924.672
6	2014	173.366	17.045	290.539	4952.293	84412.819
7	2015	132.074	-24.247	587.907	-142554.871	345635.005
8	2016	150.763	-5.558	30.889	-171.676	954.139
9	2017	154.139	-2.182	4.760	-10.386	22.600
10	2018	162.982	6.661	44.372	295.568	1968.838
Jumlah		1563.208		2005.318	-6424.133	707666.459
$\bar{X}$		156.3208				
S		14.9269				
Cs		-0.1682				
Ck		0.1682				
Cv		0,0955				

$$\bar{X} = \frac{\sum Xi}{n} = \frac{1563.208}{10} = 156.321$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^i (Xi - \bar{X})^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2005.318}{10-1}} = 14.927$$

Nilai KT dilihat dari tabel reduksi *Gauss* diambil :

$$KT_2 = 0$$

$$KT_5 = 0,84$$

$$KT_{10} = 1,28$$

$$KT_{25} = 1,98$$

$$KT_{50} = 2,05$$

$$\begin{aligned} \text{a) } XT_2 &= \bar{X} + K_T S \\ &= 156.321 + 0 \times 14.9269 \\ &= 156.321 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } XT_5 &= \bar{X} + K_T S \\ &= 156.321 + 0.84 \times 14.9269 \\ &= 168.859 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } XT_{10} &= \bar{X} + K_T S \\ &= 156.321 + 1.28 \times 14.9269 \\ &= 175.427 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) } XT_{25} &= \bar{X} + K_T S \\ &= 156.321 + 1.98 \times 14.9269 \\ &= 185.876 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e) } XT_{50} &= \bar{X} + K_T S \\ &= 156.321 + 2.05 \times 14.9269 \\ &= 186.921 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Metode Log Normal

$$\text{Log } X_T = \overline{\text{Log } \bar{X}} + (K_T \times S \text{ Log } X)$$

Tabel Perhitungan periode ulang curah hujan rencana Metode Log Normal

No	Tahun	Curah hujan rata-rata (Xi) (mm)	Log Xi	Log Xi - $\overline{\text{Log } \bar{X}}$	(Log Xi - $\overline{\text{Log } \bar{X}}$) ²	(Log Xi - $\overline{\text{Log } \bar{X}}$) ³	(Log Xi - $\overline{\text{Log } \bar{X}}$) ⁴
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	2009	175.245	2.244	0.051	0.0026470	0.0001362	0.0000070
2	2010	170.404	2.231	0.039	0.0015431	0.0000606	0.0000024
3	2011	141.740	2.151	-0.041	0.0016569	-0.0000674	0.0000027
4	2012	161.885	2.209	0.017	0.0002893	0.0000049	0.0000001
5	2013	140.610	2.148	-0.044	0.0019519	-0.0000862	0.0000038
6	2014	173.366	2.239	0.047	0.0021872	0.0001023	0.0000048
7	2015	132.074	2.121	-0.071	0.0050950	-0.0003637	0.0000260
8	2016	150.763	2.178	-0.014	0.0001933	-0.0000027	0.0000000
9	2017	154.139	2.188	-0.004	0.0000184	-0.0000001	0.0000000
10	2018	162.982	2.212	0.020	0.0003977	0.0000079	0.00000016
Jumlah		1563.208	21.922		0.016	-0.000208	0.0000470
$\overline{\text{Log } \bar{X}}$		2.1922					
S Log X		0.0421					
Cs		-0.1966					
Ck		0.1719					
Cv		0.0192					

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} = \frac{21.922}{10} = 2.19$$

$$S \text{ Log } X = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } \bar{X}})^2}{n-1} = \frac{0.016}{10-1} = 0.0421$$

Nilai KT dilihat dari tabel B.2.3 halaman 37 reduksi *Gauss*, diambil :

$$KT_2 = 0$$

$$KT_5 = 0.84$$

$$KT_{10} = 1,28$$

$$KT_{25} = 1,98$$

$$KT_{50} = 2,05$$

$$\begin{aligned} \text{a) } \log X_{T2} &= \overline{\log X} + (K_T \times S \log X) \\ &= 2.192 + (0 \times 0.04214) \\ &= 2.192 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) } \log X_{T5} &= \overline{\log X} + (K_T \times S \log X) \\ &= 2.192 + (0.84 \times 0.04214) \\ &= 2.228 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) } \log X_{T10} &= \overline{\log X} + (K_T \times S \log X) \\ &= 2.192 + (1.28 \times 0.04214) \\ &= 2.246 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{d) } \log X_{T25} &= \overline{\log X} + (K_T \times S \log X) \\ &= 2.192 + (1.98 \times 0.04212) \\ &= 2.276 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{e) } \log X_{T50} &= \overline{\log X} + (K_T \times S \log X) \\ &= 2.192 + (2.05 \times 0.04212) \\ &= 2.279 \end{aligned}$$

d. Metode Log Person III

$$\log X_T = \overline{\log X} + (K_T \times S \log X)$$

Tabel Perhitungan periode ulang curah hujan rencana Metode Log Person III

No	Tahun	Curah hujan rata-rata (Xi) (mm)	Log Xi	Log Xi- Log X	(Log Xi- Log X) ²	(Log Xi- Log X) ³	(Log Xi-Log X) ⁴
----	-------	---------------------------------------	--------	------------------	---------------------------------	---------------------------------	--------------------------------

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
1	2009	175.245	2.244	0.051	0.0026470	0.0001362	0.000070
2	2010	170.404	2.231	0.039	0.0015431	0.0000606	0.0000024
3	2011	141.740	2.151	-0.041	0.0016569	-0.0000674	0.0000027
4	2012	161.885	2.209	0.017	0.0002893	0.0000049	0.0000001
5	2013	140.610	2.148	-0.044	0.0019519	-0.0000862	0.0000038
6	2014	173.366	2.239	0.047	0.0021872	0.0001023	0.0000048
7	2015	132.074	2.121	-0.071	0.0050950	-0.0003637	0.0000260
8	2016	150.763	2.178	-0.014	0.0001933	-0.0000027	0.0000000
9	2017	154.139	2.188	-0.004	0.0000184	-0.0000001	0.0000000
10	2018	162.982	2.212	0.020	0.0003977	0.0000079	0.0000016
Jumlah		1563.208	21.922		0.016	-0.000208	0.0000470
Log X		2.1922					
S Log X		0.0421					
Cs		-0.20					
Ck		0.1719					
Cv		0.0192					

$$\text{Log } X = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X_i}{n} = \frac{21.922}{10} = 2.192$$

$$S \text{ Log } X = \frac{\sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^2}{n-1} = \frac{0.016}{10-1} = 0.042$$

Nilai KT nilai tergantung pada Cs atau G :

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (\text{Log } X_i - \overline{\text{Log } X})^3}{(n-1)(n-2)(S \text{ Log } X)^3} = \frac{(10)(-0.002081838)}{(10-1)(10-2)(0.042)^3} = -0.386$$

Dari hasil interpolasi maka didapat nilai KT sebagai berikut :

$$T=2 : C_s = -0.386 \quad K_T = 0.0638$$

$$T=5 : C_s = -0.386 \quad K_T = 0.8547$$

$$T=10 : C_s = -0.386 \quad K_T = 1.3012$$

$$T=25 : C_s = -0.386 \quad K_T = 1.6110$$

$$T=50 : C_s = -0.386 \quad K_T = 1.8416$$

$$a) \text{ Log } X_{T2} = 2.192 + 0.064 \times 0.042$$

$$= 2.195$$

$$\text{b) } \log X_{T5} = 2.192 + 0.855 \times 0.042$$

$$= 2.228$$

$$\text{c) } \log X_{T10} = 2.192 + 1.301 \times 0.042$$

$$= 2.247$$

$$\text{d) } \log X_{T25} = 2.192 + 1.611 \times 0.042$$

$$= 2.260$$

$$\text{e) } \log X_{50} = 2.192 + 1.842 \times 0.042$$

$$= 2.270$$

Tabel Nilai Reduced Mean (Y_n)

n	Y_n	n	Y_n	n	Y_n	n	Y_n	n	Y_n
10	0.4952	31	0.5371	52	0.5493	73	0.5555	94	0.5592
11	0.4996	32	0.5380	53	0.5497	74	0.5557	95	0.5593
12	0.5035	33	0.5388	54	0.5501	75	0.5559	96	0.5595
13	0.5070	34	0.5396	55	0.5504	76	0.5561	97	0.5596
14	0.5100	35	0.5402	56	0.5508	77	0.5563	98	0.5598
15	0.5128	36	0.5410	57	0.5511	78	0.5565	99	0.5599
16	0.5157	37	0.5418	58	0.5515	79	0.5567	100	0.5600
17	0.5181	38	0.5424	59	0.5518	80	0.5569		
18	0.5202	39	0.5430	60	0.5521	81	0.5570		
19	0.5220	40	0.5436	61	0.5524	82	0.5672		
20	0.5236	41	0.5442	62	0.5527	83	0.5574		
21	0.5252	42	0.5448	63	0.5530	84	0.5576		
22	0.5268	43	0.5453	64	0.5533	85	0.5578		
23	0.5283	44	0.5458	65	0.5535	86	0.5580		
24	0.5296	45	0.5463	66	0.5538	87	0.5581		
25	0.5309	46	0.5468	67	0.5540	88	0.5583		

26	0.5320	47	0.5473	68	0.5543	89	0.5585		
27	0.5332	48	0.5477	69	0.5545	90	0.5586		
28	0.5343	49	0.5481	70	0.5548	91	0.5587		
29	0.5353	50	0.5485	71	0.5550	92	0.5589		
30	0.5362	51	0.5489	72	0.5552	93	0.5591		

Tabel Nilai Reduced *Standart Deviation* (*Sn*)

n	Sn	n	Sn	n	Sn	n	Sn	n	Sn
10	0.9496	31	1.1159	52	1.1638	73	1.1881	94	1.2032
11	0.9676	32	1.1193	53	1.1658	74	1.1890	95	1.2038
12	0.9833	33	1.1226	54	1.1667	75	1.1898	96	1.2044
13	0.9971	34	1.1255	55	1.1681	76	1.1906	97	2.2049
14	1.0095	35	1.1286	56	1.1960	77	1.1915	98	1.2055
15	1.0206	36	1.1313	57	1.1708	78	1.1923	99	1.2060
16	1.0316	37	1.1339	58	1.1721	79	1.1930	100	1.2065
17	1.0411	38	1.1363	59	1.1734	80	1.1938		
18	1.0493	39	1.1388	60	1.1747	81	1.1945		
19	1.0565	40	1.1413	61	1.1759	82	1.1953		
20	1.0628	41	1.1436	62	1.1770	83	1.1959		
21	1.0696	42	1.1458	63	1.1782	84	1.1967		
22	1.0754	43	1.1480	64	1.1793	85	1.1973		
23	1.0811	44	1.1499	65	1.1803	86	1.1987		
24	1.0864	45	1.1519	66	1.1814	87	1.1987		
25	1.0915	46	1.1538	67	1.1824	88	1.1994		
26	1.0861	47	1.1557	68	1.1834	89	1.2001		
27	1.1004	48	1.1547	69	1.1844	90	1.2007		
28	1.1047	49	1.1590	70	1.1854	91	1.2013		
29	1.1086	50	1.1607	71	1.1864	92	1.2020		

30	1.1124	51	1.1623	72	1.1873	93	1.2026		
-----------	--------	-----------	--------	-----------	--------	-----------	--------	--	--

Tabel Faktor Frekuensi K, untuk Distribusi Log Pearson Type III (G atau Cs).

Distribusi Log PEARSON Tipe III (Mencari Nilai G/Kt)								
	Return Periode							
Koefisien	2	5	10	25	50	100	200	1000
Cs/G	Peluang							
	50	20	10	4	2	1	0.5	0.1
3.00	-0.396	0.420	1.180	2.278	3.152	4.051	4.970	7.250
2.50	-0.360	0.518	1.250	2.262	3.048	3.845	4.652	6.600
2.20	-0.330	0.574	1.284	2.240	2.970	3.705	4.444	6.200
2.00	-0.307	0.609	1.302	2.219	2.912	3.605	4.298	5.910
1.80	-0.282	0.643	1.318	2.193	2.848	3.499	4.147	5.660
1.60	-0.254	0.675	1.329	2.163	2.780	3.388	3.990	5.390
1.40	-0.225	0.705	1.337	2.128	2.706	3.271	3.828	5.110
1.20	-0.195	0.732	1.340	2.087	2.626	3.149	3.661	4.820
1.00	-0.164	0.758	1.340	2.043	2.542	3.022	3.489	4.540
0.90	-0.148	0.769	1.339	2.018	2.498	2.957	3.401	4.395
0.80	-0.132	0.780	1.336	1.998	2.453	2.891	3.312	4.250
0.70	-0.116	0.790	1.333	1.967	2.407	2.824	3.223	4.105
0.60	-0.099	0.800	1.328	1.939	2.359	2.755	3.132	3.960
0.50	-0.083	0.808	1.323	1.910	2.311	2.686	3.041	3.815
0.40	-0.066	0.816	1.317	1.880	2.261	2.615	2.949	3.670
0.30	-0.050	0.824	1.309	1.849	2.211	2.544	2.856	3.525
0.20	-0.033	0.830	1.301	1.818	2.159	2.472	2.763	3.380
0.10	-0.017	0.836	1.292	1.785	2.107	2.400	2.670	3.235
0.00	0.000	0.842	1.282	1.751	2.054	2.326	2.576	3.090
-0.10	0.017	0.836	1.270	1.716	2.000	2.252	2.482	2.950

-0.20	0.033	0.850	1.258	1.680	1.945	2.178	2.388	2.810
-0.30	0.050	0.853	1.245	1.643	1.890	2.104	2.294	2.675
-0.40	0.050	0.855	1.231	1.606	1.834	2.029	2.201	2.540
-0.50	0.083	0.856	1.216	1.567	1.777	1.955	2.108	2.400
-0.60	0.099	0.857	1.200	1.528	1.720	1.880	2.016	2.275
-0.70	0.116	0.857	1.183	1.488	1.663	1.806	1.926	2.150
-0.80	0.132	0.856	1.166	1.448	1.606	1.733	1.837	2.035
-0.90	0.148	0.854	1.147	1.407	1.549	1.660	1.749	1.910
-1.00	0.164	0.852	1.128	1.366	1.492	1.588	1.664	1.800
-1.20	0.195	0.844	1.086	1.282	1.379	1.449	1.501	1.625
-1.40	0.225	0.832	1.041	1.198	1.270	1.318	1.351	1.465
-1.60	0.254	0.817	0.994	1.116	1.166	1.197	1.216	1.280
-1.80	0.282	0.799	0.945	1.035	1.069	1.087	1.097	1.130
-2.00	0.307	0.777	0.895	0.959	0.980	0.990	0.995	1.000
-2.20	0.330	0.752	0.844	0.888	0.900	0.905	0.907	0.910
-2.50	0.360	0.711	0.771	0.793	0.798	0.799	0.800	0.802
-3.00	0.396	0.636	0.660	0.666	0.666	0.667	0.667	0.668

F.3. Perhitungan Uji Chi-Kuadrat (X^2)

1. Data hujan diurut dari besar ke kecil

Tabel Pengurutan data hujan dari besar ke kecil

Tahun	Curah hujan rata-rata (X_i) (mm)
2019	175.245
2010	173.366
2011	170.404
2012	162.982
2013	161.885
2014	154.139

2015	150.763
2016	141.740
2017	140.610
2018	132.074

2. Menghitung jumlah kelas

- Jumlah data (n) = 10
- Kelas distribusi (K) = $1 + 3,3 \log n$
 $= 1 + 3,3 \log 10$
 $= 4,3 \sim 5 \text{ kelas}$

3. Menghitung derajat kebebasan (Dk)

Dimana : P = untuk uji kuadrat adalah 2

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

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

Dimana derajat kepercayaan (α) tertentu yang sering diambil adalah 5%

Maka, nilai $\chi^2_{Cr} = 5,9910$

5. Menghitung nilai yang diharapkan (EF)

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

6. Menghitung kelas distribusi

- Kelas distribusi = $\frac{1}{5} \times 100\% = 20\%$, 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%

$$P_{(x)} = 80\%, T = \frac{1}{P_x} = \frac{1}{0,80} = 1,25 \text{ tahun}$$

7. Menghitung interval kelas

a. Distribusi Probabilitas Gumbel

Jumlah data (n) = 10

$$Y_n = 0,4952, S_n = 0,9497$$

$$Y_t = -\ln - \ln \frac{T-1}{T}, K = \frac{Y_t - Y_n}{S_n} = \frac{Y_t - 0,4952}{0,9497}$$

Maka,

- T = 5; Yt = 1,4999 ; K = 1,0579
- T = 2,5; Yt = 0,6717 ; K = 0,1859
- T = 1,67; Yt = 0,0907; K = -0,4259
- T = 1,25; Yt = -0,4759; K = -1,0225

$$\text{Nilai } \bar{X} = 156.321$$

$$\text{Nilai } S = 14.927$$

$$\text{Interval kelas } XT = 156.321 + 14.927 \times K$$

- X₅ = 172.112 mm
- X_{2,5} = 159.096 mm
- X_{1,67} = 149.964 mm
- X_{1,25} = 141.058 mm

b. Distribusi Probabilitas Log Person III

Nilai KT berdasarkan nilai Cs atau G

- $T = 5$; $KT = 0,8379$
- $T = 2,5$; $KT = 0,1299$
- $T = 1,67$; $KT = -0,1061$
- $T = 1,25$; $KT = -0,2241$

Nilai $\overline{\text{Log } X} = 2.192$

Nilai $S \text{ Log } X = 0.042$

Interval kelas Log XT = $\overline{\text{Log } X} + KT \times S \text{ Log } X$

- $X_5 = 206.823 \text{ mm}$
- $X_{2,5} = 186.337 \text{ mm}$
- $X_{1,67} = 179.969 \text{ mm}$
- $X_{1,25} = 176.888 \text{ mm}$

8. Menghitung nilai χ^2

Tabel Menghitung nilai χ^2 untuk distribusi Gumbel

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	(Of - Ef) ²
					Ef
1	>172,112	2	2	0	0
2	159,096 - 172,112	2	3	1	0,5
3	149,964 - 159,096	2	2	0	0,0
4	141,058 - 149,964	2	1	-1	0,5
5	<141,058	2	2	0	0,0
Σ		10	10	χ^2	1,0

Tabel C.4.12 Menghitung nilai χ^2 untuk distribusi *Log Person III*

Kelas	Interval	Ef	Of	Of - Ef	(Of - Ef) ²
					Ef
1	>168,860	2	0	-2	2,0
2	160,053 - 168,860	2	0	-2	2,0
3	152,589 - 160,053	2	0	--2	2,0

4	143,782 - 152,589	2	0	--2	2,0
5	<143,782	2	10	8	32,0
Σ		10	10	χ^2	40



F.4 Perhitungan Uji Smirnov-Kolmogorof

Tabel nilai ΔP kritis Smirnov-Kolmogorov

N	Derajat Kepercayaan)			
	0,2	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	$1,07/N^{0,5}$	$1,22/N^{0,5}$	$1,36/N^{0,5}$	$1,693/N^{0,5}$

1. Data hujan diurut dari besar ke kecil

Tabel Pengurutan data hujan dari besar ke kecil

Tahun	Curah hujan rata-rata (Xi) (mm)
2019	175.245
2010	173.366
2011	170.404
2012	162.982
2013	161.885
2014	154.139

2015	150.763
2016	141.740
2017	140.610
2018	132.074

2. Menentukan peluang teoritis masing-masing data, berdasarkan persamaan setiap distribusi probabilitasnya.

• Distribusi Gumbel

No	Curah hujan rata-rata (xi) (mm)	Xi diurut dari besar ke kecil	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	ΔP
1	175.25	175.25	0.06	1.27	0.10	1.21
2	170.40	173.37	0.06	1.14	0.13	1.08
3	141.74	170.40	0.06	0.94	0.17	0.88
4	161.89	162.98	0.07	0.45	0.33	0.38
5	140.61	161.89	0.07	0.37	0.36	0.30
6	173.37	154.14	0.07	-0.15	0.56	-0.22
7	132.07	150.76	0.07	-0.37	0.64	-0.45
8	150.76	141.74	0.08	-0.98	0.83	-1.05
9	154.14	140.61	0.08	-1.05	0.85	-1.13
10	162.98	132.07	0.08	-1.62	0.95	-1.71
ΔP max						1.21

$$X = 156.321$$

$$S = 14.927$$

Rumus Weibull

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

$$K_T = f(t)$$

$$\Delta P_{Kritis} = 0,41$$

• Distribusi Normal

No	Curah hujan rata-rata (xi) (mm)	Xi diurut dari besar ke kecil	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	ΔP
1	175.25	175.25	0.06	1.27	0.10	0.04
2	170.40	173.37	0.06	1.14	0.13	0.06
3	141.74	170.40	0.06	0.94	0.17	0.11
4	161.89	162.98	0.07	0.45	0.33	0.26
5	140.61	161.89	0.07	0.37	0.36	0.29
6	173.37	154.14	0.07	-0.15	0.56	0.48
7	132.07	150.76	0.07	-0.37	0.64	0.57
8	150.76	141.74	0.08	-0.98	0.83	0.76
9	154.14	140.61	0.08	-1.05	0.85	0.77
10	162.98	132.07	0.08	-1.62	0.95	0.86
ΔP max						0.86

$$X = 156.321$$

$$S = 14.927$$

Rumus Weibull

$$P(Xi) = \frac{N + 1}{I}$$

$$KT=f(t)$$

$$\Delta P \text{ Kritis} = 0,41$$

• Distribusi Log Normal

No	Curah hujan rata-rata (xi) (mm)	Log Xi diurut dari besar ke kecil	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	ΔP
1	2.244	2.244	4.90	1.24	0.11	-4.79
2	2.231	2.239	4.91	1.12	0.13	-4.78
3	2.151	2.231	4.93	0.93	0.18	-4.75

4	2.209	2.212	4.97	0.48	0.32	-4.66
5	2.148	2.209	4.98	0.40	0.34	-4.64
6	2.239	2.188	5.03	-0.10	0.54	-4.49
7	2.121	2.178	5.05	-0.33	0.63	-4.42
8	2.178	2.151	5.11	-0.97	0.83	-4.28
9	2.188	2.148	5.12	-1.05	0.85	-4.27
10	2.212	2.121	5.19	-1.69	0.95	-4.23
ΔP max						-4.23

$$\text{Log } X = 2.192$$

$$S \text{ Log } X = 0.042$$

Rumus Weibull

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

$$KT=f(t)$$

$$\Delta P \text{ Kritis} = 0,41$$

• Distribusi Log Pearson III

No	Curah hujan rata-rata (xi) (mm)	Log Xi diurut dari besar ke kecil	P(Xi)	f(t)	P'(Xi)	ΔP
1	175.25	2.244	4.90	1.24	0.11	-4.79
2	170.40	2.239	4.91	1.12	0.13	-4.78
3	141.74	2.231	4.93	0.93	0.18	-4.75
4	161.89	2.212	4.97	0.48	0.32	-4.66
5	140.61	2.209	4.98	0.40	0.34	-4.64
6	173.37	2.188	5.03	-0.10	0.54	-4.49
7	132.07	2.178	5.05	-0.33	0.63	-4.42
8	150.76	2.151	5.11	-0.97	0.83	-4.28
9	154.14	2.148	5.12	-1.05	0.85	-4.27

10	162.98	2.121	5.19	-1.69	0.95	-4.23
ΔP max						-4.23

$$\text{Log } X = 2.192$$

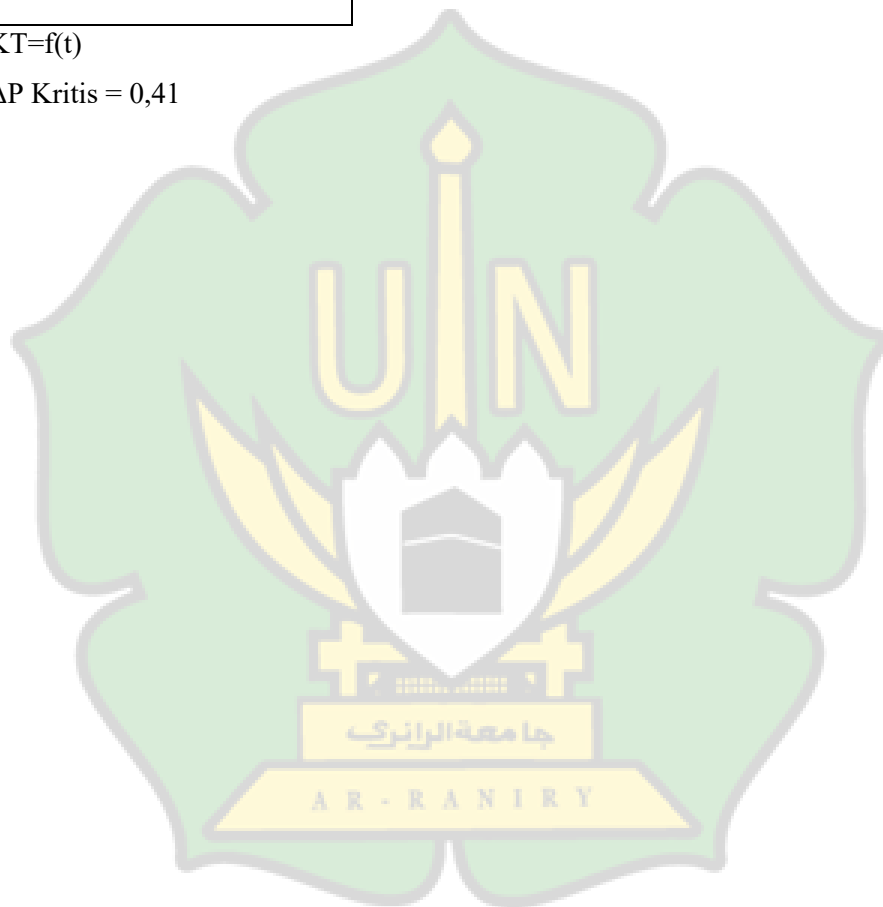
$$S \text{ Log } X = 0.042$$

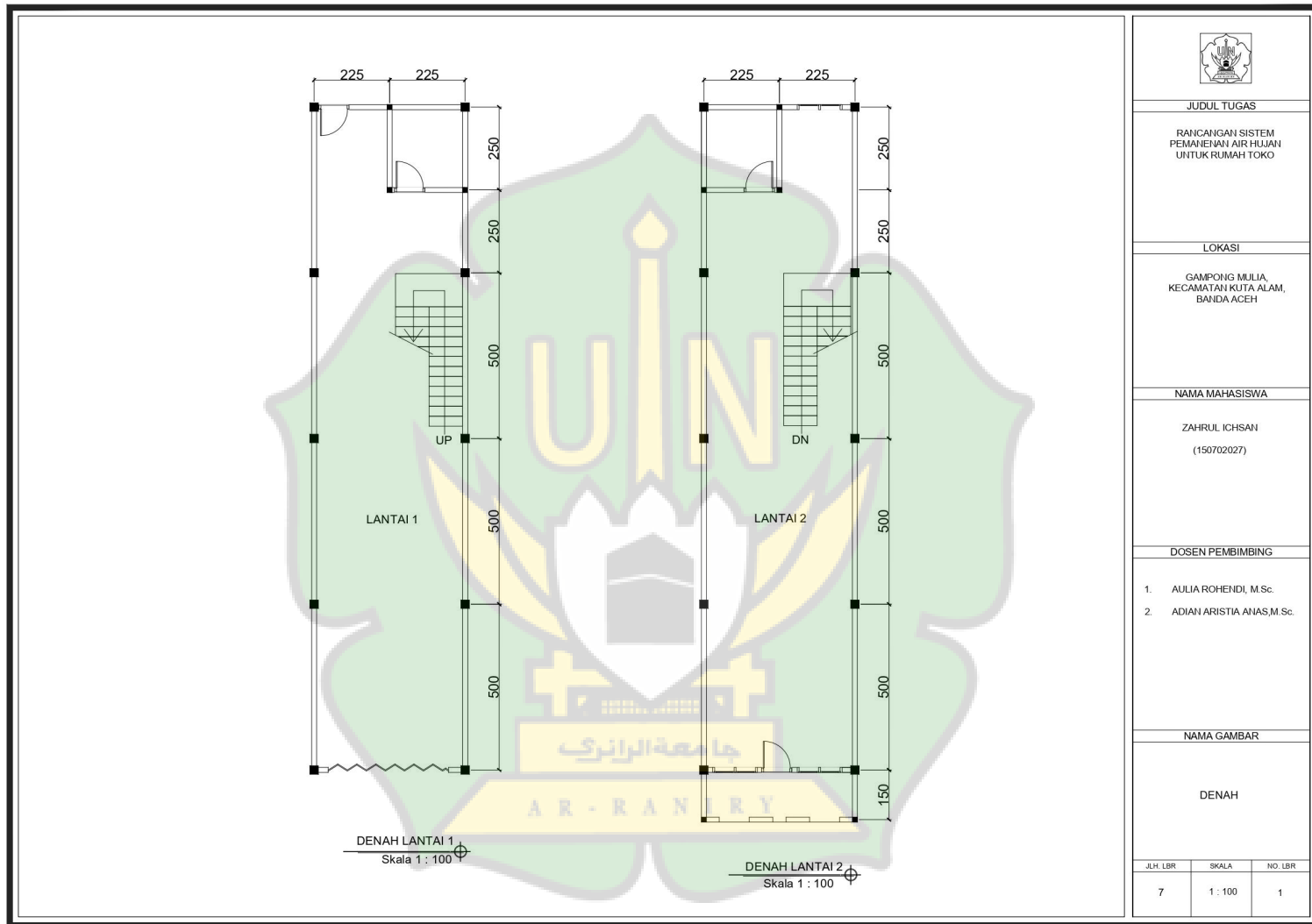
Rumus Weibull

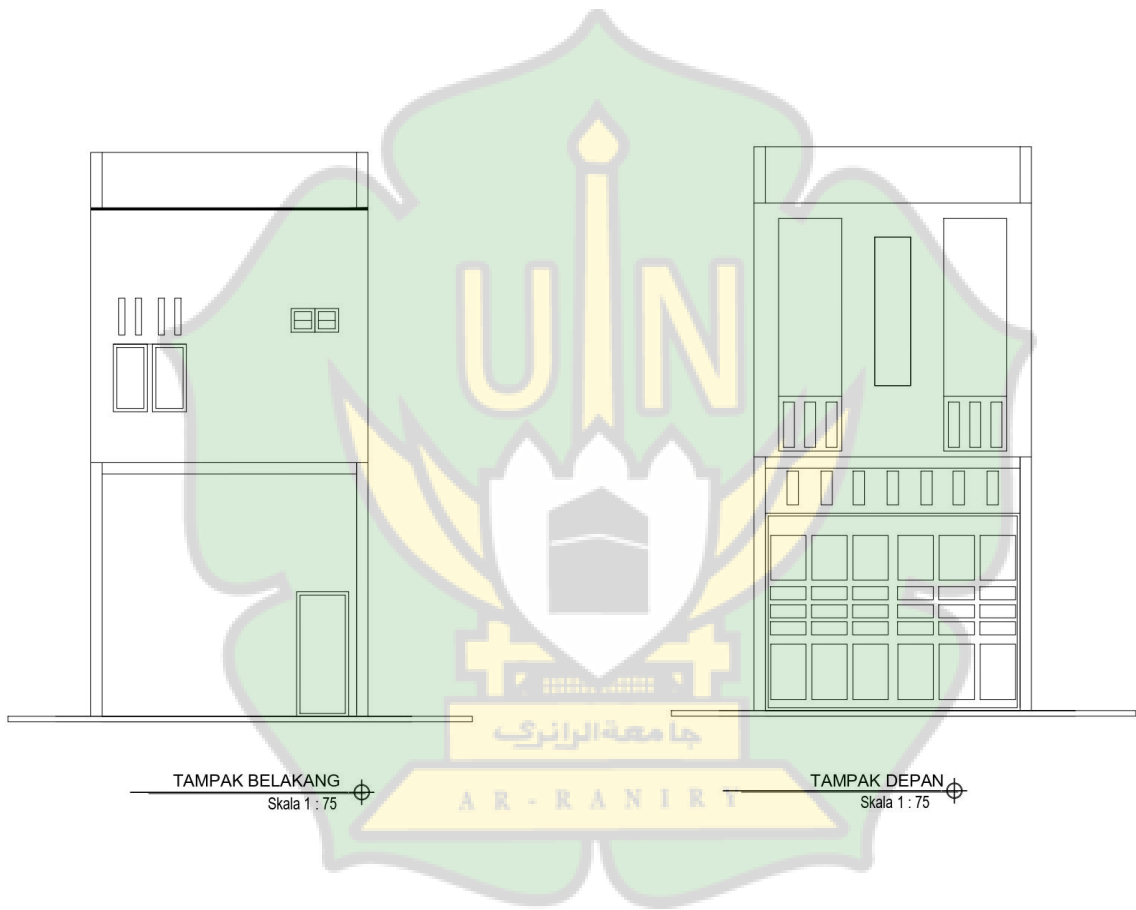
$$P(X_i) = \frac{n + 1}{i}$$

$$KT = f(t)$$

$$\Delta P \text{ Kritis} = 0,41$$







TAMPAK BELAKANG
Skala 1 : 75

TAMPAK DEPAN
Skala 1 : 75



JUDUL TUGAS

RANCANGAN SISTEM
PEMANENAN AIR HUJAN
UNTUK RUMAH TOKO

LOKASI

GAMPONG MULIA,
KECAMATAN KUTA ALAM,
BANDA ACEH

NAMA MAHASISWA

ZAHRUL ICHSAN
(150702027)

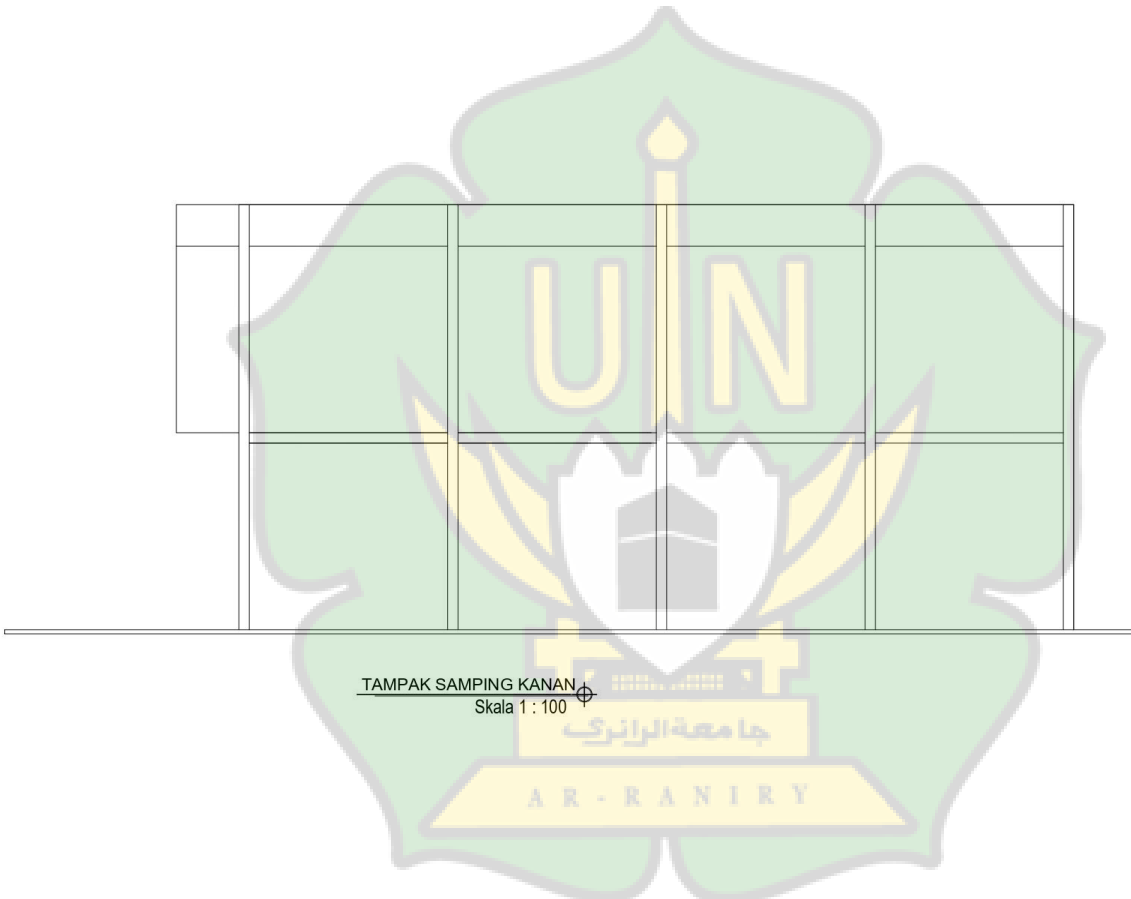
DOSEN PEMBIMBING

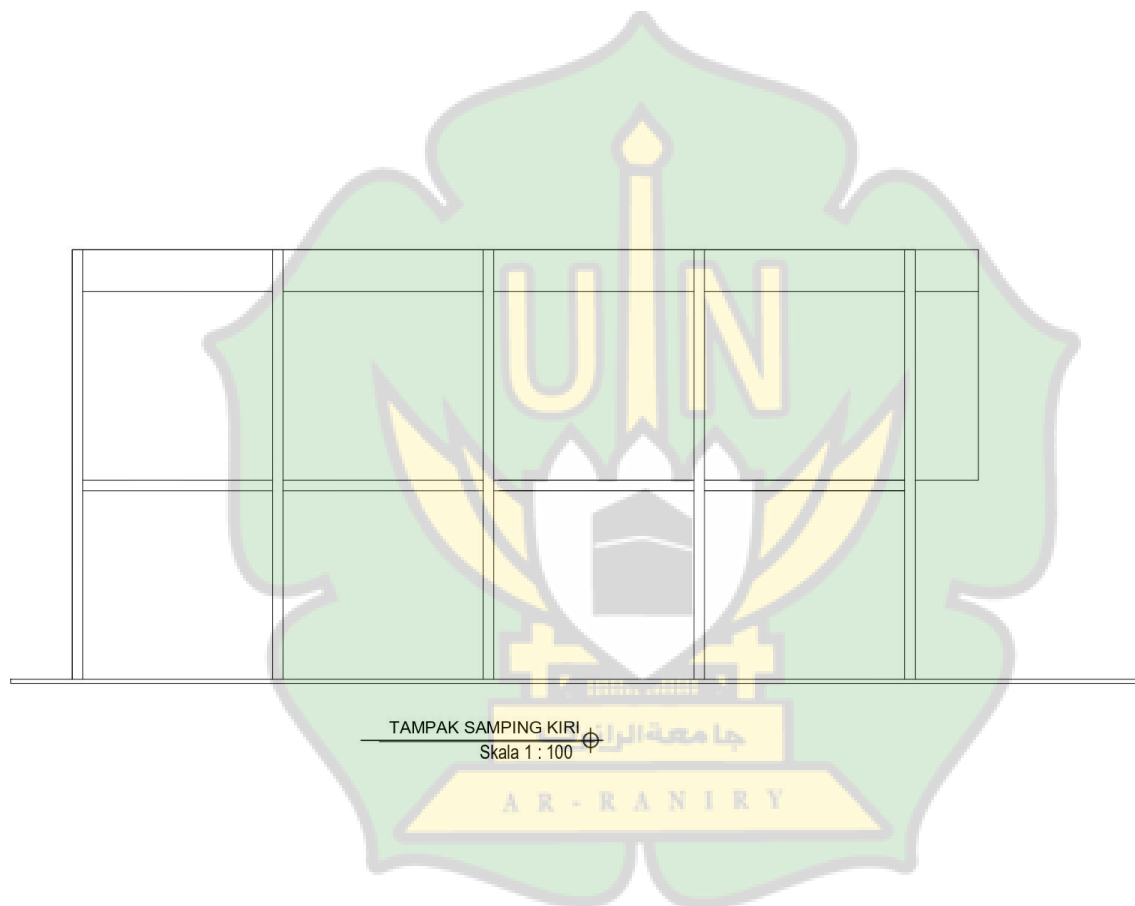
1. AULIA ROHENDI, M.Sc.
2. ADIAN ARISTIA AHAS,M.Sc.

NAMA GAMBAR

TAMPAK

JLH. LBR	SKALA	NO. LBR
7	1 : 75	2

 TAMPAK SAMPING KANAN Skala 1 : 100					
			JUDUL TUGAS		
			RANCANGAN SISTEM PEMANENAN AIR HUJAN UNTUK RUMAH TOKO		
			LOKASI		
			GAMPONG MULIA, KECAMATAN KUTA ALAM, BANDA ACEH		
			NAMA MAHASISWA		
			Zahrul Ichsan (150702027)		
DOSEN PEMBIMBING					
1. Aulia Rohendi, M.Sc. 2. Adian Aristia Anas, M.Sc.					
NAMA GAMBAR					
TAMPAK					
JLH. LBR	SKALA	NO. LBR			
7	1 : 100	3			



JUDUL TUGAS

RANCANGAN SISTEM
PEMANENAN AIR HUJAH
UNTUK RUMAH TOKO

LOKASI

GAMPONG MULIA,
KECAMATAN KUTA ALAM,
BANDA ACEH

NAMA MAHASISWA

ZAHRUL ICHSAN
(150702027)

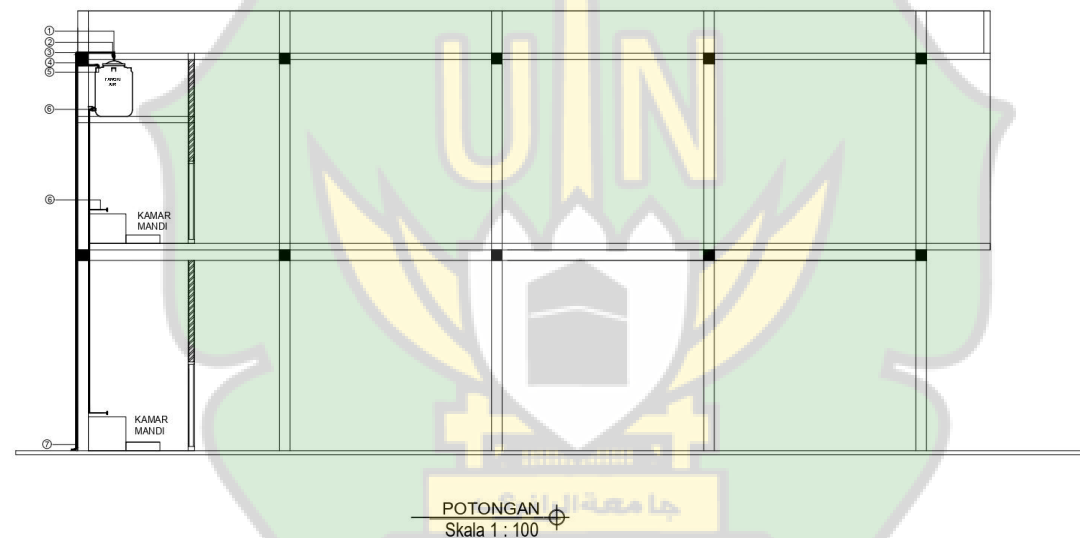
DOSEN PEMBIMBING

1. AULIA ROHENDI, M.Sc.
2. ADIAN ARISTIA ANAS, M.Sc.

NAMA GAMBAR

TAMPAK

JLH. LBR	SKALA	NO. LBR
7	1 : 100	4

**AGENDA :**

- 1 Talang air
- 2 Ball valve
- 3 Saluran pembuangan endapan
- 4 Penutup pipa kecil
- 5 Saluran pembuangan limpasan tangki air
- 6 Pipa distribusi
- 7 Saluran pembuangan ke air tanah/drainase

**JUDUL TUGAS**

RANCANGAN SISTEM
PEMANENAN AIR HUJAN
UNTUK RUMAH TOKO

LOKASI

GAMPONG MULIA,
KECAMATAN KUTA ALAM,
BANDA ACEH

NAMA MAHASISWA

ZAHRUL ICHSAN
(150702027)

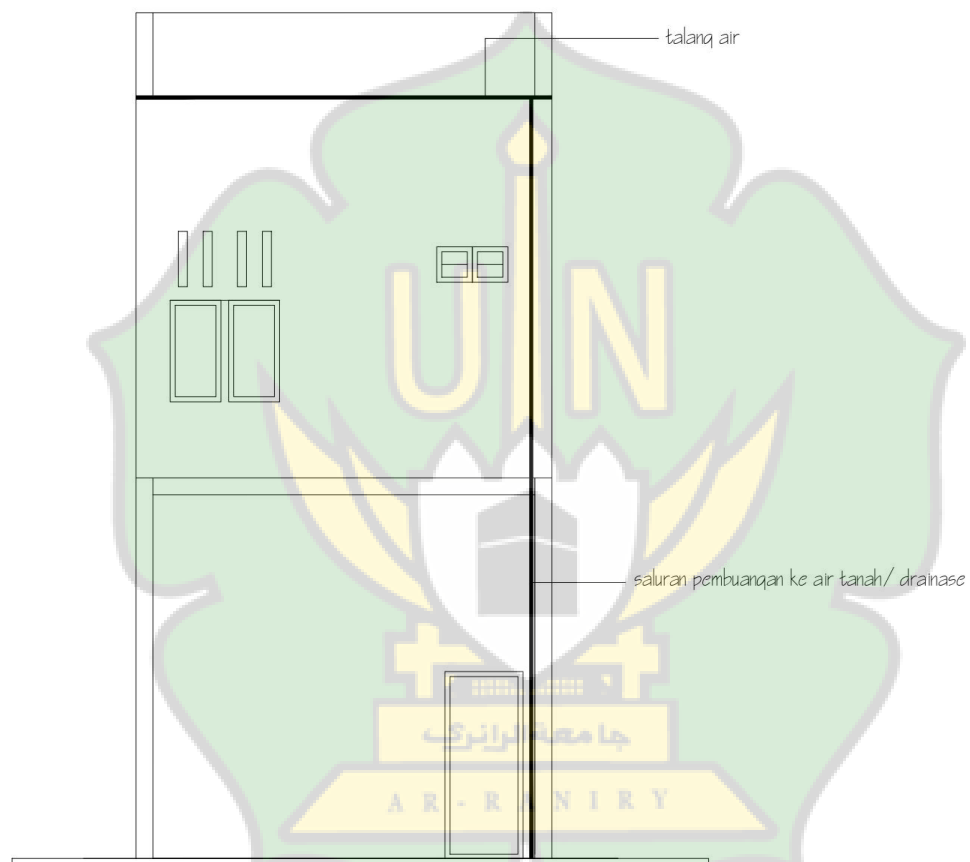
DOSEN PEMBIMBING

1. AULIA ROHENDI, M.Sc.
2. ADIAN ARISTIA ANAS, M.Sc.

NAMA GAMBAR

POTONGAN

JLH. LBR	SKALA	NO. LBR
7	1 : 100	5



TAMPAK BELAKANG
Skala 1 : 50



JUDUL TUGAS

RANCANGAN SISTEM
PEMANENAN AIR HUJAN
UNTUK RUMAH TOKO

LOKASI

GAMPONG MULIA,
KECAMATAN KUTA ALAM,
BANDA ACEH

NAMA MAHASISWA

ZAHRUL ICHSAN
(150702027)

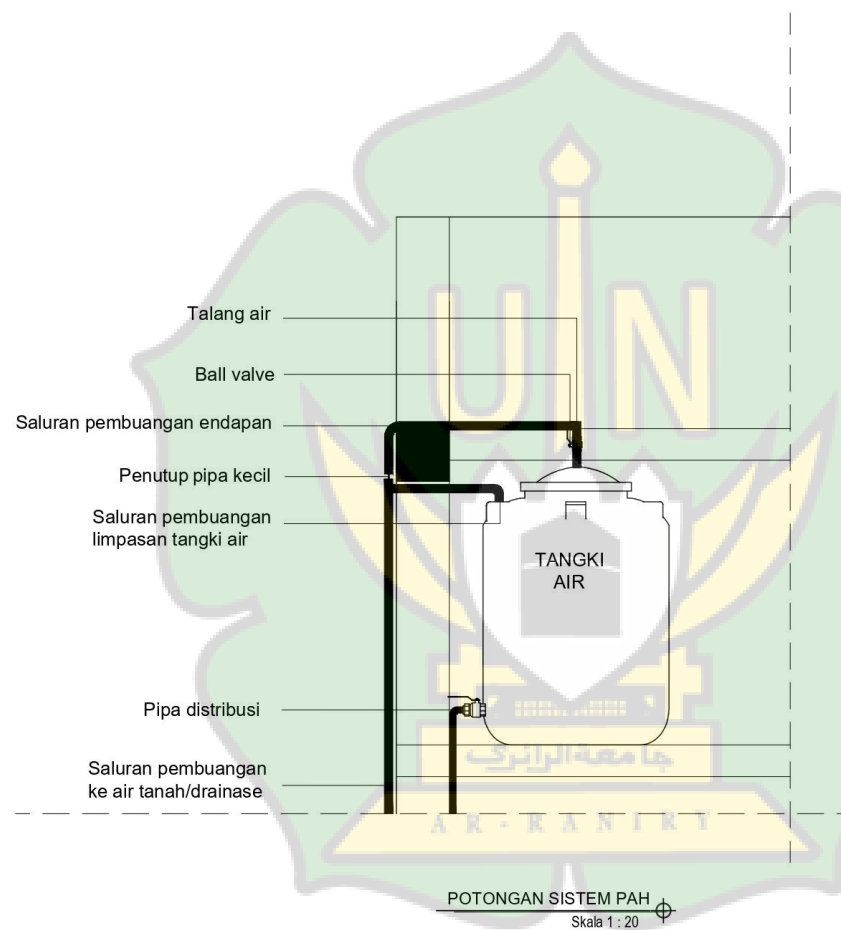
DOSEN PEMBIMBING

1. AULIA ROHENDI, M.Sc.
2. ADIAN ARISTIA ANAS, M.Sc.

NAMA GAMBAR

TAMPAK BELAKANG

JLH. LBR	SKALA	NO. LBR
7	1 : 50	6



JUDUL TUGAS

RANCANGAN SISTEM
PEMANENAN AIR HUJAN
UNTUK RUMAH TOKO

LOKASI

GAMPONG MULIA,
KECAMATAN KUTA ALAM,
BANDA ACEH

NAMA MAHASISWA

ZAHRUL ICHSAN
(150702027)

DOSEN PEMBIMBING

1. AULIA ROHENDI, M.Sc.
2. ADIAN ARISTIA ANAS, M.Sc.

NAMA GAMBAR

POTONGAN SISTEM
PAH

JLH. LBR	SKALA	NO. LBR
7	1 : 20	7