

SKRIPSI

**PENGOLAHAN AIR HUJAN SEBAGAI ALTERNATIF PEMENUHAN
AIR BERSIH DI PERUMAHAN ANGING MAMMIRI KOTA
MAKASSAR**



**ABDUL RAHIM
1220190145**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PAREPARE
2024**

HALAMAN PENGESAHAN**PENGOLAHAN AIR HUJAN SEBAGAI ALTERNATIF
PEMENUHAN AIR BERSIH DI PERUMAHAN ANGING
MAMMIRI KOTA MAKASSAR****ABDUL RAHIM
1220190145**

Telah dipertahankan di depan Komisi Penguji Ujian Skripsi pada tanggal
29 Agustus 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Komisi Penguji

Dr. A. Sulfanita, S.T., M.T. (Ketua)

(.....)

A. Bustan Didi, S.T., M.T. (Sekertaris)

(.....)

Dr. H. Hakzah, S.T., M.T. (Anggota)

(.....)

Dr. Rahmawati, S.T., M.Eng. (Anggota)

(.....)

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Teknik Sipil
Mustakin, S.T., M.T.
NBM. 1034 728Dekan
Fakultas Teknik
Muhammad Basri, S.T., M.T.
NBM. 959 773

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

Nama : Abdul Rahim
Nim : 1220190145
Program Studi : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare
Judul Skripsi : Pengolahan Air Hujan Sebagai Alternatif Pemenuhan Air Bersih Di Perumahan Anging Mammiri Kota Makassar

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku.

Parepare, 31 Agustus 2024

Yang menyatakan



Abdul Rahim

NIM. 1220190145

HALAMAN INSPIRASI

كُتِبَ عَلَيْكُمُ الْقِتَالُ وَهُوَ كُرْهٌ لَّكُمْ وَعَسَىٰ أَن تَكْرَهُوا شَيْئًا وَهُوَ خَيْرٌ لَّكُمْ وَعَسَىٰ أَن تُحِبُّوا
شَيْئًا وَهُوَ شَرٌّ لَّكُمْ وَاللَّهُ يَعْلَمُ وَأَنْتُمْ لَا تَعْلَمُونَ

“Diwajibkan atas kamu berperang, padahal itu tidak menyenangkan bagimu. Tetapi boleh jadi kamu tidak menyenangi sesuatu, padahal itu baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu tidak baik bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui”

(QS. Al- Baqarah :216)

PRAKATA



Alhamdulillahillobbil'alamiin.

Puji syukur kehadiran Allah *subhanahu wa ta'ala* atas limpahan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Pengolahan Air Hujan Sebagai Alternatif Pemenuhan Air Bersih Di Perumahan Anging Mammiri Kota Makassar”**.

Penulis menyadari begitu banyak kendala dan hambatan dalam proses penyelesaian skripsi ini. terselesainya skripsi ini, tentunya tidak terlepas dari bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih dengan penuh ketulusan dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Kedua orang tua Ayahanda **Mustaqim** dan Ibunda **Kasmawati** yang selalu mendukung dan tidak lelah menunggu anaknya untuk di wisudah,
2. bapak **Muhammad Basri, ST.,MT.** selaku Dekan Fakultas Teknik,
3. Bapak **Mustakim, ST., MT.** selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil,
4. bapak **Dr. A. Sulfanita, ST., M.T.** dan bapak **A. Bustan Didi, S.T., M.T** selaku Pembimbing I dan Pembimbing II yang telah bersedia meluangkan waktunya untuk membimbing penulis,
5. Bapak **Dr. H. Hakzah, ST.,MT** dan ibu **Dr. Rahmawati, ST., M.Eng.** selaku Penguji I dan Penguji II,

6. seluruh dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Parepare yang telah memberikan ilmunya, staf dan karyawan Fakultas Teknik, saudara serta sahabat.
7. Terima kasih kepada teman **Angkatan Sipil 2015** yang selalu memberi support dalam bentuk apapun, yang setia mendukung dan menyemangati Penulis dalam penyusunan skripsi.
8. Tak terkecuali kepada saudara dan sahabat yang selalu menyemangati dan mensupport selama pengerjaan skripsi.

Akhir kata semoga apa yang disajikan dalam skripsi ini dapat bermanfaat untuk kita semua, walaupun penulis menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyajian skripsi ini yang masih membutuhkan koreksi dan masukan yang lebih lanjut untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Nashrumminallah wafathun qarib.

Parepare, 31 Agustus 2024
Penulis

ABDUL RAHIM
NIM: 1220190145

ABSTRAK

ABDUL RAHIM. 1220190145. Pengolahan Air Hujan Sebagai Alternatif Pemenuhan Air Bersih Di Perumahan Anging Mammiri Kota Makassar (dibimbing oleh Andi Sulfanita dan Andi Bustan Didi)

Konservasi sumber daya air adalah suatu upaya memelihara keberadaan air demi tetap terjaganya kualitas dan kuantitas air sebagai pemenuhan kebutuhan makhluk hidup baik untuk masa sekarang maupun dimasa yang akan datang. Perumahan Anging Mammiri merupakan salah satu lokasi yang masih kurang penyediaan air bersih yang memadai di daerah Kecamatan Rappocini, Kota Makassar dimana sebagian masyarakat menggunakan sumur dangkal namun jika terjadi kemarau, sumur-sumur dangkal tersebut mengalami kekeringan. Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat mengakibatkan penyediaan air bersih yang tidak seimbang dengan kebutuhan. Tujuan Penelitian ini adalah menganalisis data hidrologi yang mencakup analisis curah hujan di Perumahan Anging Mammiri guna menghitung jumlah air hujan yang dapat diolah dan jumlah kebutuhan air bersih dengan melakukan perhitungan metode aljabar (aritmatik) untuk menghitung curah hujan rata-rata. Dari hasil penelitian didapatkan tingkat keasaman PH nya adalah 6, sementara luas total luapan atap bangunan di Perumahan Anging Mammiri sebesar $23.435 m^2$ dari 190 rumah dengan curah hujan harian adalah didapatkan 6,189 mm/hari. Dari hasil perhitungan didapatkan jumlah air hujan yang dapat di olah sebesar 86.993,25liter/hari. Hasil pengolahan data berdasarkan jumlah penduduk, jumlah dan type rumah serta penggunaan air perhari, maka didapatkan hasil jumlah total kebutuhan air bersih yaitu sebanyak 142.500 liter/hari. Dari hasil perhitungan tersebut dapat disimpulkan bahwa Pengolahan air hujan mampu memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat di Perumahan Anging Mammiri sebanyak 52% per harinya dari total kebutuhan air bersih di perumahan tersebut yang tentunya dapat lebih menghemat biaya pengeluaran dari keperluan penggunaan air bersih untuk sehari-hari.

Kata kunci: air hujan, kebutuhan air bersih.

ABSTRACT

ABDUL RAHIM. 1220190145. *Clean Water Treatment as an Alternative to Fulfilling Clean Water in Anging Mammiri Housing Makassar City (supervised by Andi Sulfanita and Andi Bustan Didi)*

Conservation of water resources is an effort to maintain the existence of water in order to maintain the quality and quantity of water as a fulfillment of the needs of living things both for the present and in the future. Anging Mammiri Housing is one of the locations that still lacks adequate clean water provision in the Rappocini District, Makassar City where some people use shallow wells but if there is a drought, the shallow wells experience drought. Increasing population growth results in the provision of clean water that is not balanced with needs. The purpose of this study is to analyze hydrological data which includes rainfall analysis in Anging Mammiri Housing to calculate the amount of rainwater that can be treated and the amount of clean water needs by calculating algebraic (arithmetic) methods to calculate average rainfall. From the results of the study, it was found that the acidity level of PH was 6, while the total area of roof overflow of buildings in Anging Mammiri Housing was 23,435 m² from 190 houses with daily rainfall was obtained 6,189 mm/day. From the calculation results, the amount of rainwater that can be treated is 86.993,25 liters/day. The results of data processing based on the number of population, number and type of houses and daily water use, the total amount of clean water needs is 142,500 liters/day. From the results of these calculations, it can be concluded that rainwater treatment is able to meet the clean water needs of the community in Anging Mammiri Housing as much as 52% per day of the total clean water needs in the housing which of course can save more on expenses from the need for daily use of clean water.

Keywords: rainwater, clean waterneeds.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	iii
HALAMAN INSPIRASI	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	
vii	
DAFTAR	ISI
viii	
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian	2
D. Batasan Masalah	3

E. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Hujan	4
B. Jenis-Jenis Hujan	5
C. Manfaat Hujan	9
D. Siklus Hidrologi	10
E. Jenis-Jenis Siklus Hidrologi	11
F. Analisa Rata-Rata Curah Hujan Wilayah	13
G. Analisa Distribusi Curah Hujan Rencana	18
H. Uji Kesesuaian Distribusi	23
I. Pengolahan Air Hujan	26
J. Komponen Pengolahan Air Hujan	27
K. Prinsip Kerja Pengolahan Air Hujan	27
L. Konstruksi Bangunan Pengolahan Air Hujan	29
M. Kuantitas Pengolahan Air Hujan dan Jumlah Air Hujan Yang Dapat Diolah	31
N. Koefisien Run-Off Pengolahan Air Hujan	32
O. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih	34
P. Asumsi Jumlah Air Hujan Yang Dapat Ditampung	34
Q. Penelitian Terdahulu	36

BAB III METODE PENELITIAN	38
A. Lokasi Penelitian	38
B. Tempat dan Waktu Penelitian	39
C. Prosedur Penelitian	39
D. Persiapan Penelitian	39
E. Teknik Pengumpulan Data	39
F. Analisa Data	40
G. Flow Chart Penelitian	40
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	42
A. Lembar Hasil Pengujian Sampel Air Hujan	42
B. Analisis Data Hidrologi	45
C. Pengolahan Air Hujan	47
BAB V	59
A. Kesimpulan	59
B. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tingkatan Hujan Berdasarkan intensitas	9
Tabel 2. Pemilihan Jenis Distribusi	24
Tabel 3. Koefisien Aliran Permukaan (C)Untuk Daerah Urban	33
Tabel 4. Kebutuhan Air Bersih Rumah Tangga	34
Tabel 5. Parameter Derajat Keasaman (pH),dan Daya Hantar Listrik	42
Tabel 6. Parameter Kesadahan Total	42
Tabel 7. Parameter Nitrit	42
Tabel 8. Parameter Besi	42
Tabel 9. Parameter Mangan (Fe)	43
Tabel 10. Parameter Seng (Zn)	43
Tabel 11. Parameter Kromium (cr)	43
Tabel 12. Parameter Kadmium (Cd)	43
Tabel 13. Parameter Tembaga (Cu)	43
Tabel 14. Data Curah Hujan Perode 2014-2023	45
Tabel 15. Luas Atap Bangunan Dan Jumlah Bangunan	48
Tabel 16. Perhitungan Jumlah Air Hujan Yang Dapat Diolah Setiap Type Perumahan	49
Tabel 17. Perhitungan Jumlah Kebutuhan Air Bersih	51
Tabel 18. Perbandingan Antara Air Hujan Yang Dapat Diolah Dengan Jumlah Kebutuhan Air Bersih	52

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Poligon Thiessen (Suripin,2004)	16
Gambar 2. Cara Isohyet (Suripin, 2004)	18
Gambar 3. Skema Teknik Pengolahan Air Hujan Menggunakan Atap Rumah	30
Gambar 4. Ilustrasi Konsep Bangunan Penampungan Air Hujan dari Ata	30
Gambar 5. Gerbang Depan Perumahan Anging Mammiri	38
Gambar 6. Lokasi Perumahan Anging Mammiri	38
Gambar 7. Flow Chart Penelitian	41
Gambar 8. Ilustrasi konsep Pengolahan Air Hujan	54
Gambar 9. Volume Bak Penampungan	55

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air merupakan salah satu komponen penting dalam kehidupan, terutama bagi umat manusia. Dalam aktivitas atau kehidupan sehari-hari manusia tidak bisa terlepas dari fungsi air dalam memenuhi kebutuhan seperti mencuci, mandi, memasak, bertani, atau menyiram tanaman. Sehingga ketersediaan dari air bersih menjadi suatu hal yang mutlak untuk bisa mencukupi semua kebutuhan diatas.

Konservasi sumber daya air adalah suatu upaya memelihara keberadaan air demi tetap terjaganya kualitas dan kuantitas air sebagai pemenuhan kebutuhan makhluk hidup baik untuk masa sekarang maupun dimasa yang akan datang. Langkah konservasi ini menjadi hal yang harus dilakukan karena melihat kondisi saat ini terjadi beberapa masalah terkait penyediaan air bersih salah satu penyebabnya yakni penggunaan air yang kurang bijak, penurunan muka air tanah, bencana banjir dan dampak dari perubahan iklim.

Genangan memang menjadi ihwal genting dewasa ini hampir di seluruh dunia. Tidak hanya itu, Laju pertumbuhan penduduk sangat berpengaruh dalam perencanaan air bersih. Semakin banyak penduduk semakin banyak pula pemanfaatan air yang diperlukan. Di Kelurahan Karunrung Kecamatan Rappocini, Perumahan Anging Mammiri mengalami pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat. Seiring hal tersebut kebutuhan air bersih juga semakin meningkat, sementara air bersih yang tersedia masih mengalami kekurangan.

Pemanfaatan air hujan sebagai salah satu alternatif sumber air bersih juga sangat potensial ketika diterapkan di area perumahan atau pemukiman penduduk karena Sulawesi selatan merupakan salah satu wilayah tropis yang mempunyai curah hujan yang tinggi.

Salah satu faktornya adalah di Kelurahan Karunrung, Kecamatan Rappocini, Kota Makassar, masih kurang penyediaan air bersih yang memadai, Sebagian masyarakat menggunakan sumur dangkal namun jika terjadi kemarau, sumur-sumur dangkal tersebut mengalami kekeringan.

Dari permasalahan di atas, peneliti mengangkat kebutuhan air hujan dengan judul, "**Pengolahan Air Hujan Sebagai Alternatif Pemenuhan Air Bersih Di Perumahan Anging Mammiri Kota Makassar**".

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana konsep Pengolahan Air Hujan sebagai alternatif penyediaan air bersih untuk wilayah di Perumahan Anging Mammiri?
2. Berapa besar debit potensi air hujan yang dapat dihasilkan menjadi kebutuhan air bersih di Perumahan Anging Mammiri?
3. Bagaimana cara mengetahui kualitas air bersih?

C. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui konsep pengolahan air hujan sebagai alternatif.
2. Mengetahui besar debit pengaruh Pengolahan Air Hujan untuk memenuhi kebutuhan air bersih di Perumahan Anging Mammiri.
3. Mengetahui kualitas air bersih dengan cara uji kimia dan fisik dilaboratorium.

D. Batasan Masalah

Sebagaimana dengan judul penulisan, maka penulisan ini memiliki beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Lokasi pengolahan air hujan hanya dilakukan pada 1 wilayah perumahan.
2. Data yang digunakan adalah hasil dari survey lapangan serta data yang diperoleh dari instansi terkait.
3. Tidak memperhitungkan biaya konstruksi dan lama waktu pelaksanaannya.
4. Perhitungan luas atap rumah hanya untuk yang dibuat developer sesuai dengan tipe rumah.

E. Manfaat Penelitian

1. Menyediakan pasokan air bersih yang dapat dimanfaatkan pada saat musim kemarau.
2. Mengurangi penggunaan air pam dalam kegiatan sehari-hari
3. Mendapatkan pasokan air bersih dengan menggunakan biaya yang relatif lebih murah.
4. Menjadi perumahan percontohan untuk daerah lain dalam hal pencegahan genangan air dan penyediaan air bersih.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Hujan

Hujan merupakan peristiwa presipitasi yaitu proses turunnya air, baik itu dalam bentuk cairan maupun padat ke permukaan bumi dalam kondisi waktu tertentu. Hujan menjadi salah satu fenomena alam dan menjadi bagian dari siklus hidrologi dan dalam proses terjadinya sangat dipengaruhi oleh iklim.

Menurut BMKG (Badan Meteorology, Klimatologi, Dan Geofisika) hujan adalah suatu bentuk presipitasi atau endapan dari cairan atau zat padat yang berasal dari kondensasi yang jatuh dari awan menuju permukaan bumi. Namun tidak semua air hujan mampu sampai ke permukaan bumi karena sebagian menguap ketika jatuh melalui udara kering.

Pada saat terjadi hujan perlu proses yang cukup panjang sebelum akhirnya air hujan bisa menyentuh ke permukaan bumi. Pertama, hujan terjadi dikarenakan adanya paparan dari sinar matahari yang menyebabkan air berada di permukaan bumi menjadi terangkat ke lapisan atmosfer atau dikenal dengan istilah evaporasi (penguapan).

Hasil dari uap air tersebut selanjutnya akan mengalami proses kondensasi, dimana pada tahap ini air yang menguap akan berubah menjadi butiran embun hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan suhu pada lapisan atmosfer. Dimana

semakin tinggi suhu udara maka akan semakin banyak pula butiran embun yang mengalami pepadatan.

Pada tahap ini awan akan mulai terbentuk sehingga kita bisa mengetahui bahwa awan adalah sekumpulan dari butiran embun yang terbentuk akibat dari perbedaan suhu. Disisi lain semakin banyak awan yang terbentuk dan berkumpul menjadi satu maka akan membuat awan memiliki banyak titik embun sehingga warna awan akan berubah menjadi warna kelabu. Hal ini disebabkan oleh muatan awan yang terlalu berlebihan sehingga awan sudah tidak bisa lagi bertahan di udara, akhirnya embun tersebut jatuh ke permukaan tanah dalam bentuk air hujan.

B. Jenis-Jenis Hujan

1. Berdasarkan Proses Terjadinya

a. Hujan siklonal

Hujan Siklonal adalah jenis hujan yang terjadi disebabkan oleh adanya udara panas yang meningkat dan disertai dengan angin berputar.

b. Hujan Senithal

Hujan Senithal adalah jenis hujan yang biasanya terjadi di suatu daerah sekitar ekuator (garis khayal yang membagi bumi menjadi bagian utara dan selatan), hujan teini terjadi disebabkan oleh terjadinya pertemuan Angin Pasat Timur Laut dengan Angin Pasat Tenggara. Selanjutnya angin tersebut naik dan membentuk sebuah gumpalan-gumpalan awan di sekitar ekuator yang mengakibatkan awan menjadi jenuh sehingga turunlah hujan.

c. Hujan Orografis

Hujan orografis merupakan salah satu jenis hujan yang terjadi disebabkan oleh angin yang mengandung sebuah uap air yang bergerak secara horizontal. Selanjutnya angin tersebut akan perlahan bergerak ke arah pegunungan, suhu udaranya yang menjadi dingin menyebabkan terjadinya proses kondensasi maka terjadilah hujan di sekitar area pegunungan.

d. Hujan Frontal

Hujan Frontal adalah jenis hujan yang terjadi disebabkan oleh faktor massa udara yang dingin bertemu dengan massa udara yang panas. Tempat pertemuan antara kedua massa itu bisa dikenal dengan bidang front. Akibat lebih berat pada massa udara dingin menjadi yang berada lebih di bawah. Di daerah bidang front inilah sering terjadi hujan yang lebat dan biasa disebut dengan hujan frontal.

e. Hujan Muson atau Hujan Musiman

Hujan muson atau hujan musiman merupakan jenis hujan yang terjadi akibat adanya angin musim (Angin Muson). Disisi lain penyebab terjadinya sebuah angin muson disebabkan oleh adanya suatu pergerakan dari semu tahunan matahari antara garis balik utara dengan garis balik selatan. Di Indonesia sendiri hujan muson terjadi pada saat bulan oktober hingga bulan april. Sementara di wilayah kawasan Asia Timur terjadi pada bulan Mei sampai dengan Agustus. Siklus inilah yang menyebabkan adanya musim penghujan dan musim kemarau.

2. Berdasarkan Ukuran Butirannya

a. Hujan Gerimis

Hujan Gerimis adalah jenis hujan yang memiliki diameter ukuran butirannya kurang dari 0.5 mm.

b. Hujan Salju

Hujan Salju adalah jenis hujan yang terdiri dari sebuah kristal-kristal es dengan suhu kisaran berada di bawah 0 derajat Celcius.

c. Hujan Batu Es

Hujan Batu Es merupakan jenis hujan bentuk curahan batu es yang proses turunnya dalam sebuah cuaca panas dari awan dengan suhu dibawah kisaran 0 derajat Celcius.

d. Hujan Deras

Hujan deras adalah jenis hujan yang berasal dari curahan air yang turun dari awan dengan suhu diatas 0 derajat Celcius dan memiliki ukuran diameter kurang lebih 7 mm.

3. Berdasarkan asalnya

a. Hujan Asam

Hujan asam merupakan hujan yang bersifat asam dimana kondisi pH hujan sedikit dibawah 6 hal ini terjadi dikarenakan karbondioksida dan uap air menyatu sehingga membentuk asam lemah diudara.

b. Hujan Meteor

Hujan meteor merupakan salah satu fenomena astronomi yang terjadi ketika sebagian meteor yang terlihat pada saat malam hari lebih banyak intensitas daripada meteor yang terlihat dimalam-malam biasanya.

c. Hujan buatan

Hujan buatan adalah hujan yang sifatnya sengaja dibuat oleh manusia. Cara membuat hujan ini biasanya dengan sistem menaburkan bahan kimia ke dalam air yang bertujuan untuk mempercepat proses pembentukan awan sehingga terjadilah hujan.

4. Berdasarkan Besar Curah Hujan (Defenisi dari BMKG)

a. Hujan sedang

Hujan sedang adalah jenis hujan yang memiliki ukuran berdiameter 20-50 mm perhari.

b. Hujan Lebat

Hujan lebat adalah salah satu jenis hujan yang mempunyai diameter ukuran sebesar 50-100 mm perhari.

c. Hujan Sangat Lebat

Hujan sangat lebat merupakan jenis hujan yang pada saat turunnya memiliki ukuran diameter diatas 100 mm perhari.

Intensitas curah hujan adalah jumlah ukuran hujan per satuan waktu pada saat hujan sedang berlangsung. Hujan terbagi atas 5 (lima) tingkatan sesuai dengan intensitasnya seperti pada tabel berikut:

Tabel 1. Tingkatan hujan berdasarkan intensitas

(Tingkatan	Intensitas (mm/menit)
S u Sangat Lemah	<0.02
m Lemah	0.02 - 0.05
b e Sedang	0.05 - 0.25
r : Deras	0.25 – 1
M Sangat Deras	>1

o
ri et dalam Jurnal Park Eun Ha,2017)

C. Manfaat Hujan

a. Menyediakan persediaan air

Air merupakan salah satu unsur terpenting dalam kehidupan maka dengan adanya air semua makhluk hidup bisa terus berkembang dan bertahan hidup.

b. Memperbaiki Kualitas Udara

Pada saat terjadi atau setelah hujan udara akan menjadi terasa lebih segar hal ini terjadi dikarenakan pada saat turun hujan udara yang ada di sekitar kita yang telah terkena polusi dan beberapa pencemaran udara lainnya akan dinetralkan.

c. Menyuburkan Tanah Dan Tanaman

Dengan adanya hujan yang turun ke permukaan bumi hal ini akan membuat tanah dan tanaman menjadi lebih subur karena memiliki kandungan nitrogen.

D. Siklus Hidrologi

Menurut Soemarto (1987) Siklus hidrologi adalah gerakan air laut ke udara, yang kemudian jatuh ke permukaan tanah lagi sebagai hujan atau bentuk presipitasi lain, dan akhirnya mengalir ke laut kembali. Pemanasan air samudera oleh sinar matahari merupakan kunci proses siklus hidrologi tersebut dapat berjalan secara kontinu.

Kemudian Menurut Sosrodarsono (2003) Siklus hidrologi adalah air yang menguap ke udara dari permukaan tanah dan laut, berubah menjadi awan sesudah melalui beberapa proses dan kemudian jatuh sebagai hujan atau salju ke permukaan laut atau daratan.

Maka dari itu kita bisa memahami bahwa siklus hidrologi atau siklus air adalah sebuah proses yang menggambarkan pergerakan molekul air yang berasal dari atmosfer ke bumi yang prosesnya terus terjadi dan tidak pernah

berhenti sehingga membentuk rangkaian melingkar perjalanan molekul air di bumi yang kemudian disebut sebagai siklus.

Secara garis besar proses siklus hidrologi adalah kondisi dimana seluruh air yang ada di permukaan bumi mengalami yang namanya proses penguapan. Seluruh air yang menguap ke atmosfer atau ke angkasa akan berubah menjadi awan di langit, setelahnya air yang telah mengalami perubahan menjadi awan akan kembali mengalami perubahan dalam bentuk yang lain yaitu bintik air. Bintik air inilah nantinya yang kelak akan turun ke bumi dalam bentuk air hujan atau dengan bentuk butiran es yang lebih dikenal dengan salju. Setelah terunnya air hujan, air kemudian akan masuk kedalam permukaan tanah melalui celah atau pori-pori pada tanah dengan arah gerak vertikal atau horizontal. Air tersebut akan kembali ke aliran permukaan yang kemudian prosesnya terus mengalir hingga kembali ke sungai atau danau.

E. Jenis-Jenis Siklus Hidrologi

Siklus hidrologi terbagi atas tiga jenis siklus, siklus tersebut adalah siklus pendek, siklus sedang, dan siklus panjang. Berikut adalah penjelasan dari siklus tersebut:

1. Siklus Hidrologi Pendek

Siklus Hidrologi Pendek tidak akan terjadi proses perpindahan awan atau adveksi. Molekul cair yang berubah wujud menjadi uap nantinya akan turun sebagai hujan di sekitar wilayah laut. Secara singkat proses siklus

hidrologi pendek terjadi dalam proses evaporasi atau penguapan air laut karena adanya paparan sinar matahari ke lautan.

Selanjutnya air laut akan mengalami perubahan wujud menjadi molekul uap yang nantinya akan terjadi proses pembentukan partikel es pada awan yang disebut kondensasi. Tahap terakhir pada siklus hidrologi pendek adalah turunnya awan dalam bentuk air hujan di bagian atas permukaan laut. Kesimpulan terkait proses yang terjadi adalah air laut yang mula-mula mengalami penguapan nantinya akan kembali lagi ke lautan.

2. Siklus Hidrologi Sedang

Siklus hidrologi berikutnya adalah siklus hidrologi sedang, dimana dalam prosesnya berbeda dengan siklus hidrologi pendek. Siklus hidrologi ini nantinya akan menghasilkan hujan yang turun di daerah daratan lalu kemudian akan kembali ke badan air. Tahap pertama siklus hidrologi sedang yaitu terjadinya proses evaporasi atau penguapan dari berbagai air yang ada di badan air kemudian berubah wujud menjadi molekul gas lalu kemudian terangkat ke atmosfer bagian atas dikarenakan adanya pengaruh dari sinar matahari.

Selanjutnya uap tersebut akan bergerak ke daratan akibat adanya pengaruh dari proses adveksi. Setelah sampai pada atmosfer daratan, uap air ini kemudian mengalami perubahan wujud menjadi awan yang selanjutnya menjadi butir hujan yang akan jatuh ke bumi. Tahap terakhir adalah air hujan yang telah turun ke bumi atau sampai pada daratan akan mengalami tahap limpasan atau run off, Air hujan itu kemudian akan melakukan pergerakan menuju sumber air sebelum pada akhirnya kembali ke laut.

3. Siklus Hidrologi Panjang

Siklus hidrologi panjang adalah siklus yang hanya terjadi di beberapa daerah saja dan paling biasa terjadi di wilayah pegunungan serta daerah yang memiliki iklim subtropis. Tahap pertama dari siklus ini yaitu air laut mengalami proses evaporasi, dari penguapan kemudian berubah wujud lagi menjadi molekul gas dan uap. Proses ini dipengaruhi oleh faktor dari pancaran sinar matahari hingga kemudian uap tersebut mengalami tahap sublimasi.

Selanjutnya terbentuk sebuah awan-awan yang mengandung kristal es lalu menuju tahap adveksi atau perpindahan awan kearah titik-titik lainnya. Pada tahap adveksi, awan yang didalamnya berisi kristal selanjutnya akan berubah arah menuju daratan kemudian mengalami presipitasi. Maka disinilah hujan akan turun membentuk salju dan tidak berbentuk air yang menyatu melainkan menjadi gletser. Tahap terakhir adalah akibat dari pengaruh suhu dan tekanan gletser akan mengalami proses pencairan yang selanjutnya akan mengalir menuju aliran sungai kemudian kembali lagi ke air laut.

F. Analisa Rata-Rata Curah Hujan Wilayah

Data curah hujan dan debit merupakan data yang sangat penting dalam perencanaan bangunan hidrologi. Analisis data hujan dimaksudkan untuk mendapatkan besaran curah hujan. Perlunya menghitung curah hujan wilayah adalah untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air dan rancangan pengendalian banjir (Sosrodarsono & Takeda, 1977). Metode yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rata-rata wilayah daerah aliran sungai (DAS) ada tiga metode, yaitu:

a. Metode rata-rata aritmatik (aljabar)

Metode rata-rata aritmatik (aljabar) adalah metode yang paling sederhana, pengukuran yang dilakukan di beberapa stasiun dalam waktu yang bersamaan dijumlahkan dan kemudian dibagi jumlah stasiun. Stasiun hujan yang digunakan dalam hitungan adalah yang berada dalam DAS, tetapi stasiun di luar DAS tangkapan yang masih berdekatan juga bisa diperhitungkan. Metode rata-rata aljabar memberikan hasil yang baik apabila stasiun hujan tersebar secara merata di DAS, distribusi hujan relatif merata pada seluruh DAS (Triatmodjo, 2008).

Adapun rumus yang digunakan pada metode Rata Rata Aljabar adalah sebagai berikut:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n)$$

Dimana:

\bar{R} = Curah Hujan rata rata (mm)

n = Jumlah Stasiun pengamatan curah hujan

R1, R2,, Rn = curah hujan di tiap stasiun pengamatan

b. Metode *Poligon Thiessen*

Metode *Thiessen* memperhitungkan bobot dari masing-masing stasiun yang mewakili luasan di sekitarnya. Pada suatu luasan di dalam DAS dianggap bahwa hujan adalah sama dengan yang terjadi pada stasiun yang terdekat, sehingga hujan yang tercatat pada suatu stasiun mewakili luasan tersebut. Metode ini digunakan apabila penyebaran stasiun hujan di daerah yang ditinjau tidak merata, pada metode ini stasiun hujan minimal yang

digunakan untuk perhitungan adalah tiga stasiun hujan. Hitungan curah hujan rata-rata dilakukan dengan memperhitungkan daerah pengaruh dari tiap stasiun. Metode poligon *Thiessen* banyak digunakan untuk menghitung hujan rata-rata kawasan. *Poligon Thiessen* adalah tetap untuk suatu jaringan stasiun hujan tertentu. Apabila terdapat perubahan jaringan stasiun hujan seperti pemindahan atau penambahan stasiun, maka harus dibuat lagi poligon yang baru. (Triatmodjo, 2008).

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n A_i R_i}{\sum_{i=1}^n A_i} = \frac{(A_1 \cdot R_1 + A_2 \cdot R_2 + \dots + A_n \cdot R_n)}{(A_1 + A_2 + \dots + A_n)}$$

Dimana:

R = Hujan Rata DAS

R_n = Tinggi hujan pada stasiun 1,2,.....,n

A_n =Luas daerah yang berpengaruh pada masing masing stasiun

n =Jumlah stasiun curah hujan 1,2,3,.....,n

Metode ini digunakan dengan ketentuan:

- Daerah dibagi menjadi poligon,dimana stasiun pengamatannya sebagai pusat.
- Penambahan stasiun pengamatan akan mengubah seluruh jaringan.
- Tidak memperhitungkan topografi.

Curah hujan yang diperlukan untuk penyusunan suatu rancangan pemanfaatan air adalah curah hujan rata-rata di seluruh daerah yang bersangkutan, bukan curah hujan pada titik tertentu. Curah hujan ini disebut

curah hujan wilayah atau curah hujan daerah yang dinyatakan dalam millimeter (mm).

Curah hujan ini harus diperkirakan dari beberapa titik pengamatan curah hujan, untuk mengetahui luas areal hujan setiap stasiun curah hujan digunakan metode poligon thiessen dengan rumus :

$$R_t = \frac{A_1.R_1 + A_2.R_2 + A_3.R_3 + \dots A_n.R_n}{A_1 + A_2 + A_3 + \dots A_n}$$

Dimana :

$R_1, R_2, R_3, \dots R_n$ = Curah hujan yang tercatat pada pos penakar 1, 2, 3, n

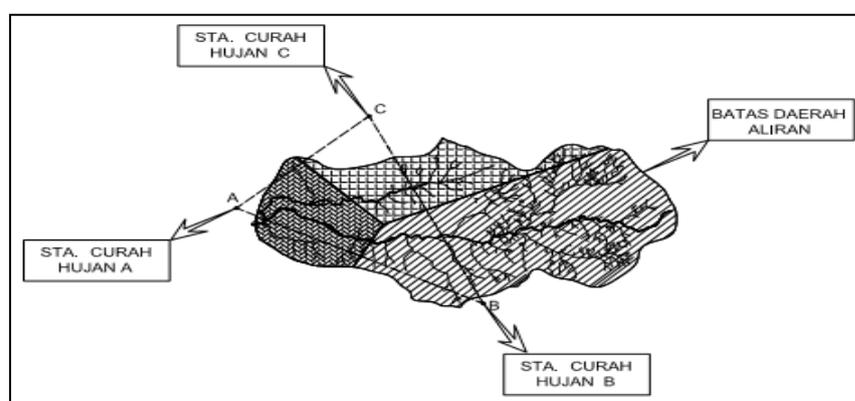
$A_1, A_2, A_3, \dots A_n$ = Luas areal poligon 1, 2, 3,n

n = Banyaknya pos penakar hujan

Cara ini merupakan bobot tertentu untuk stasiun hujan dengan pengertian bahwa setiap stasiun hujan dianggap mewakili hujan dalam daerah dengan luas tertentu, dan luas tersebut merupakan faktor koreksi bagi hujan yang bersangkutan. Luas masing-masing daerah tersebut diperoleh dengan cara:

- 1) Semua stasiun yang terjadi terdapat di dalam (di luar) DAS dihubungkan dengan garis sehingga terbentuk jaringan segitiga
- 2) Pada masing-masing segitiga ditarik garis sumbu, semua garis sumbu tersebut membentuk poligon.

Luas daerah yang hujannya diwakili oleh salah satu stasiun yang bersangkutan



adalah daerah yang dibatasi garis-garis poligon tersebut atau dengan batas DAS luas relatif daerah ini merupakan faktor koreksinya.

Gambar 1. Poligon Thiessen (Suripin, 2004)

c. Metode *Isohyet*

Metode *Isohyet* adalah garis yang menghubungkan titik-titik dengan kedalaman hujan yang sama. Pada metode *Isohyet*, dianggap bahwa hujan pada suatu daerah di antara dua garis *Isohyet* adalah merata dan sama dengan nilai rata-rata dari kedua garis *Isohyet* tersebut. Metode *Isohyet* merupakan cara paling teliti untuk menghitung kedalaman hujan rata-rata di suatu daerah, pada metode ini stasiun hujan harus banyak dan tersebar merata, metode *Isohyet* membutuhkan pekerjaan dan perhatian yang lebih banyak dibanding dua metode lainnya (Triatmodjo, 2008).

Metode ini menggunakan pembagian DAS dengan garis-garis yang menghubungkan tempat-tempat dengan curah hujan yang sama besar (*Isohyet*). Curah hujan rata-rata di daerah aliran sungai didapatkan dengan menjumlahkan perkalian antara curah hujan rata-rata di antara garis-garis *isohyet* dengan luas daerah yang dibatasi oleh garis batas DAS dan dua garis *isohyet*, kemudian dibagi dengan luas seluruh DAS.

Cara ini mempunyai kelemahan yaitu apabila dikerjakan secara manual, dimana setiap kali harus menggambarkan garis *Isohyet* yang tentunya

hasilnya sangat tergantung pada masing-masing pembuat garis. Unsur subjektivitas ini dapat dihindarkan dengan penggunaan perangkat lunak komputer yang dapat menghasilkan gambar garis Isohyet berdasarkan sistem interpolasi *grid*, sehingga hasilnya akan sama untuk setiap input data di masing-masing stasiun hujan. Persamaan dalam hitungan hujan rata-rata dengan metode isohyet dapat kita rumuskan seperti berikut:

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \frac{l_1+l_i}{2}}{\sum_{i=1}^n A_i} = R = \frac{A_1 \frac{l_1+l_1}{2} + A_2 \frac{l_2+l_3}{2} + \dots + A_n \frac{l_n+l_{n-1}}{2}}{A_1+A_2+\dots+A_n} \dots(1)$$

Dimana:

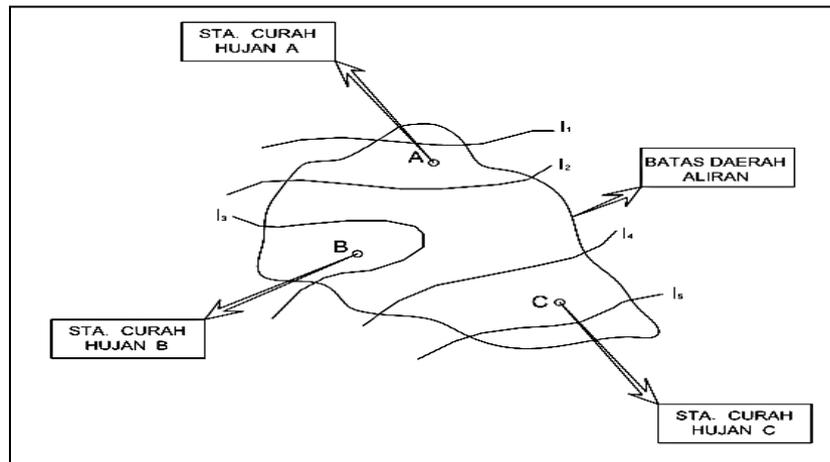
R = Curah hujan rata-rata,

A_1, A_2, \dots, A_n = Besaran curah hujan yang sama pada setiap garis Isohyet,

A_{Total} = Luas total DAS ($A_1+A_2+\dots+A_n$)

Metode ini digunakan dengan ketentuan:

- Dapat digunakan pada daerah datar maupun pegunungan.
- Jumlah stasiun pengamatan harus banyak.
- Bermanfaat untuk hujan yang sangat singkat.



Gambar 2. Cara Isohyet (Suripin, 2004)

G. Analisa Distribusi Curah Hujan Rencana

Perhitungan curah hujan rencana digunakan untuk meramal besarnya hujan dengan periode ulang tertentu. Berdasarkan curah hujan rencana tersebut kemudian dicari intensitas hujan yang digunakan untuk mencari debit banjir rencana (Sosrodarsono & Takeda, 1977). Dalam ilmu statistik dikenal beberapa macam distribusi frekuensi dan empat jenis distribusi yang banyak digunakan dalam bidang hidrologi, yaitu distribusi normal, distribusi *Log-Normal*, distribusi *Log-Pearson III*, dan distribusi Gumbel. Sebelum menghitung curah hujan wilayah dengan distribusi yang ada terlebih dahulu dilakukan pengukuran dispersi untuk mendapatkan parameter-parameter yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rencana (Suripin, 2004).

1. Rata Rata (X_{rt})

Suatu kenyataan bahwa tidak semua variasi dari suatu variabel hidrologi terletak atau sama dengan nilai rata-ratanya, kemungkinan ada nilai variasi yang lebih besar atau lebih kecil dari pada nilai rata-ratanya. Besarnya derajat dari sebaran variasi di sekitar nilai rata-ratanya disebut dengan variasi

(*variation*) atau dispersi (*dispersion*) dari pada suatu data sembarang variabel hidrologi. Cara mengukur besarnya variasi atau dispersi disebut pengukuran dispersi, pengukuran dispersi meliputi standar deviasi, koefisien kemencengan, koefisien variasi, dan pengukuran kurtosis. (Soewarno, 1995). Persamaan yang digunakan dalam pengukuran dispersi tersebut adalah sebagai berikut:

$$X_{rt} = \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{n}$$

- Standar deviasi (S), umumnya ukuran dispersi yang paling banyak digunakan adalah deviasi standar (*standard deviation*) dan varian (*variance*). Varian dihitung sebagai nilai kuadrat dari deviasi standar. Apabila penyebaran data sangat besar terhadap nilai rata-rata maka nilai standar deviasi akan besar, akan tetapi apabila penyebaran data sangat kecil terhadap nilai rata-rata maka standar deviasi akan kecil.

Persamaan:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{rt})^2}{n-1}} \dots \dots \dots (2)$$

- Koefisien Variasi (Cv), Koefisien variasi (*variation coefficient*) adalah nilai perbandingan antara deviasi standar dengan nilai rata-rata hitung dari suatu distribusi.

Persamaan:

$$Cv = \frac{S}{X_{rt}} \dots \dots \dots (3)$$

4. Koefisien Kemencengan (C_s), Kemencengan (*skewness*) adalah suatu nilai yang menunjukkan derajat ketidaksimetrisan (*asymetry*) dari suatu bentuk distribusi. Umumnya ukuran kemencengan dinyatakan dengan besarnya koefisien kemencengan (*coefficient of skewness*).

Persamaan:

$$C_s = \frac{n \sum_{i=1}^n (X_i - X_{rt})^3}{(n-1)(n-2)S^3} \dots\dots\dots(4)$$

5. Pengukuran kurtosis (C_k), Pengukuran kurtosis dimaksudkan untuk mengukur keruncingan dari bentuk kurva distribusi, yang umumnya dibandingkan dengan distribusi normal.

Persamaan:

$$C_k = \frac{1}{n} \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - X_{rt})^4}{S^4} \dots\dots\dots(5)$$

Dimana :

S = Standar Deviasi

C_v = Koefisien Variasi

C_s = Koefisien Kepencengan

C_k = Koefisien Kurtosis

n = Jumlah data

X_{rt} = Rata-rata Hitung

X_i = Titik tengah Rata-rata hitung

Ada berbagai macam distribusi teoritis yang ke semuanya dapat dibagi menjadi dua yaitu distribusi diskrit dan distribusi kontinyu. Distribusi diskrit adalah binomial dan Poisson, sedangkan yang kontinyu adalah Normal, Log

Normal, Pearson dan Gumbel (Soewarno, 1995). Berikut jenis sebaran yang biasa digunakan dalam menentukan hujan rancangan:

1. Distribusi *Log Pearson Type III*, banyak digunakan dalam analisis hidrologi, terutama dalam analisis data maksimum (banjir) dan minimum (debit minimum) dengan nilai ekstrem. Bentuk kumulatif dari distribusi *Log Pearson Tipe III* dengan nilai variasinya X apabila digambarkan pada kertas peluang logaritmik (*logarithmic probability paper*) akan merupakan model matematik persamaan garis lurus. Persamaan garis lurusnya adalah:

$$Y = \bar{Y} - K.S \dots\dots\dots(6)$$

Dimana :

Y = Nilai Logaritma dari X

\bar{Y} = Nilai rata-rata dari Y

S = Standar deviasi dari Y

K = Karakteristik dari distribusi *log pearson type III*

Tahapan untuk menghitung hujan rancangan maksimum dengan metode *Log-Pearson Type III* adalah sebagai berikut (Suwarno,1995: 142).

- a) Hujan harian maksimum diubah dalam bentuk logaritma.
- b) Menghitung harga logaritma rata-rata dengan persamaan

$$\log X_{rt} = \frac{\sum \log X}{n} \dots\dots\dots(7)$$

- c) Menghitung simpangan baku
- d) Menghitung koefisien kepencengan
- e) Menghitung logaritma hujan rancangan dengan kala ulang tertentu dengan persamaan

$$\text{Log } X_T = \text{Log } X_{rt} + K \cdot S_i \dots \dots \dots (8)$$

f) Menghitung antilog X_T untuk mendapatkan curah hujan rancangan dengan kala ulang tertentu.

2. Distribusi Gumbel, Perhitungan curah hujan rencana menurut Metode Gumbel, mempunyai perumusan sebagai berikut :

$$X_T = X_{rt} + SK \dots \dots \dots (9)$$

Dimana:

X_T = Curah hujan rencana

X_{rt} = Curah hujan rata-rata

S = Standar deviasi

K = Faktor Frekuensi/Probabilitas

Faktor probabilitas K untuk harga rata-rata ekstrem Gumbel dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$K = \frac{Y_t + Y_n}{S_n} \dots \dots \dots (10)$$

Dimana:

Y_t = *Reduced mean* yang tergantung jumlah sampel

Y_n = *Reduced Standard deviation* yang tergantung pada jumlah sampel

S_n = *Reduced variate*, mempunyai nilai yang berbeda setiap periode ulang

3. Distribusi Normal, dalam analisis hidrologi distribusi normal banyak digunakan untuk menganalisis frekuensi curah hujan, analisis statistik dari distribusi curah hujan tahunan, debit rata-rata tahunan. Distribusi normal atau kurva normal disebut pula Distribusi Gauss.

Persamaan:

$$X_t = X_{rt} + k \cdot S \dots\dots\dots(11)$$

Dimana :

X_t = Curah hujan rencana

X_{rt} = Curah hujan rata-rata

S = Standar deviasi

4. Distribusi Log Normal, merupakan hasil transformasi dari Distribusi Normal, yaitu dengan mengubah varian X menjadi nilai logaritmik varian X .

Rumus :

$$\text{Log } X_t = \text{Log } X_{rt} + k \cdot S \dots\dots\dots(12)$$

$$X_t = 10^{\text{Log } X_t} \dots\dots\dots(13)$$

Dimana :

X_t = Curah hujan rencana

X_{rt} = Curah hujan rata-rata

S = Standar deviasi

H. Uji Kesesuaian Distribusi

a. Uji parameter Statistik

Untuk mengetahui apakah pemilihan distribusi yang digunakan dalam perhitungan curah hujan rancangan diterima atau ditolak, maka perlu dilakukan uji kesesuaian distribusi. Uji ini dilakukan dengan menggunakan uji parameter statistik. Syarat-syarat untuk uji parameter ini adalah seperti yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Jenis Distribusi	Syarat
Normal	$C_s = 0.00$ $C_k = 3.00$
Log Normal	$C_s = 3 \times C_v$ $C_k > 0$
Gumbel	$C_s = 1.1396$ $C_k = 4.4002$
Log Pearson Type III	Tidak memenuhi sifat-sifat seperti pada ketiga distribusi

Tabel 2. Pemilihan Jenis Distribusi

b. Uji Smirnov-Kolmogorov

Uji ini digunakan untuk menguji simpangan secara horizontal, yaitu merupakan selisih simpangan maksimum antara distribusi teoritis dan empiris (Do). Dengan pemeriksaan uji ini akan diketahui:

- 1) Kebenaran antara hasil pengamatan dengan model distribusi yang diharapkan atau yang diperoleh secara teoritis.
- 2) Kebenaran hipotesa diterima atau ditolak.

Uji kesesuaian *Smirnov-Kolmogorov*, sering juga disebut uji kecocokan non parametrik (*non parametric test*), karena pengujiannya tidak menggunakan fungsi distribusi tertentu.

Langkah-langkah pengujian *Smirnov-Kolmogorof* adalah sebagai berikut (Soewarno, 1995: 198):

- 1) Mengurutkan data (dari besar ke kecil atau sebaliknya) dan juga besarnya peluang dari masing-masing data tersebut.
- 2) Menentukan nilai masing-masing peluang teoritis dari hasil penggambaran data (persamaan distribusinya). Dari kedua nilai peluang ditentukan selisih terbesarnya antara peluang pengamatan dengan peluang teoritis.
- 3) Berdasarkan tabel nilai kritis (*Smirnov-Kolmogorov Test*) dapat ditentukan harga D_{cr} .

Apabila D_o lebih kecil dari D_{cr} maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi dapat diterima, apabila D_o lebih besar dari D_{cr} maka distribusi teoritis yang digunakan untuk menentukan persamaan distribusi tidak dapat diterima.

c. Uji Chi-Square

Uji ini digunakan untuk menguji simpangan secara vertikal apakah distribusi pengamatan dapat diterima secara teoritis. Pada penggunaan Uji *Smirnov-Kolmogorov*, meskipun menggunakan perhitungan matematis namun kesimpulan hanya berdasarkan bagian tertentu (sebuah varian) yang mempunyai penyimpangan terbesar, sedangkan Uji *Chi-Square* menguji penyimpangan distribusi data pengamatan dengan mengukur secara matematis kedekatan antara data pengamatan dan seluruh bagian garis persamaan distribusi teoritisnya. Uji *Chi-Square* dapat diturunkan menjadi persamaan sebagai berikut (Soewarno, 1995: 194):

$$X^2 = \sum \frac{(Ef - Of)^2}{Ef} \dots \dots \dots (14)$$

Dimana:

X^2 = Chi-Square.

Ef = Frekuensi (banyaknya pengamatan) yang diharapkan, sesuai dengan pembagian kelasnya.

Of = Frekuensi yang terbaca pada kelas yang sama.

Nilai X^2 yang terhitung ini harus lebih kecil dari harga X^2_{cr} (yang didapat dari tabel Chi-Square).

Derajat kebebasan ini secara umum dapat dihitung dengan:

$$DK = K - (P + 1) \dots \dots \dots (15)$$

Dimana:

DK = Derajat kebebasan.

K = Banyaknya kelas.

P = Banyaknya keterikatan atau sama dengan banyaknya parameter, yang untuk sebaran Chi-Square adalah sama dengan 2 (dua).

Berdasarkan literatur di atas, pada uji Chi-Square menguji penyimpangan distribusi data pengamatan dengan mengukur secara matematis kedekatan antara data pengamatan dan seluruh bagian garis persamaan distribusi teoritisnya dengan nilai X^2_{cr} .

I. Pengolahan Air Hujan

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

Air hujan merupakan salah satu sumber daya alam yang menjadi salah satu penunjang utama kelangsungan makhluk hidup. Namun selama ini sering kita jumpai dalam kehidupan sehari-hari air hujan air hujan tidak dimanfaatkan secara optimal dan biasa dibiarkan langsung mengalir ke dalam saluran drainase yang kemudian menuju ke sungai hingga akhirnya mengalir ke laut. Padahal jika mampu diolah dan dikelola dengan baik, air hujan tersebut nantinya akan memiliki banyak manfaat bagi kelangsungan makhluk hidup terutama untuk manusia.

J. Komponen Pengolahan Air Hujan

Pengolahan air hujan memiliki beberapa komponen dasar sebagai berikut:

- i. Area permukaan penangkapan air hujan, luas material atap berbanding lurus dengan jumlah air yang dapat di tampun.
- ii. Pipa downspout dan talang, sebagai penyalur air dari atap menuju penampungan. Material yang dapat digunakan adalah pipa PVC, vynil dan galvanized steel.
- iii. Leaf screens, first-flush diverters and roof washer, sebagai komponen penyaring atau penghilang kotoran dari air yang ditangkap sebelum menuju ke wadah penampungan.

- iv. Bak atau wadah penampungan, sebagai tempat penampungan utama dari air yang telah di tangkap.

K. Prinsip Kerja Pengolahan Air Hujan

Prinsip kerja dari pengolahan air hujan adalah:

1. Secara Umum.

Lokasi penangkapan pada sistem pengolahan air hujan biasanya melalui jalan, ruangan terbuka dan atap. Sistem kerja dari pengolahan air hujan secara umum adalah:

- a. Menangkap air hujan yang jatuh pada area penangkapan
- b. Air akan dialirkan menuju ke sistem filtering, dimana air disini akan diolah secara fisik dan kimiawiserta menyaring kotoran-kotoran maupun dedaunan yang ikut terbawa oleh air.
- c. Air yang telah difilter atau diolah akan disimpan pada penampungan untuk digunakan kembali sebagai air bersih atau dikembalikan ketanah untuk menjadi bagian dari air tanah.
- d. Jika air tampungan belum bisa mencukupi untuk memenuhi kebutuhan air di dalam rumah, maka perlu ditambah dengan menggunakan sumber air lain. Sebaliknya, jika air melebihi kemampuan tampungan maka air harus dikeluarkan atau dialirkan ke daluran.
- e. Melalui atap

Sudah ada beberapa yang menerapkan metode konstruksi pengolahan air hujan dengan memanfaatkan atap bangunan, alasannya sangat

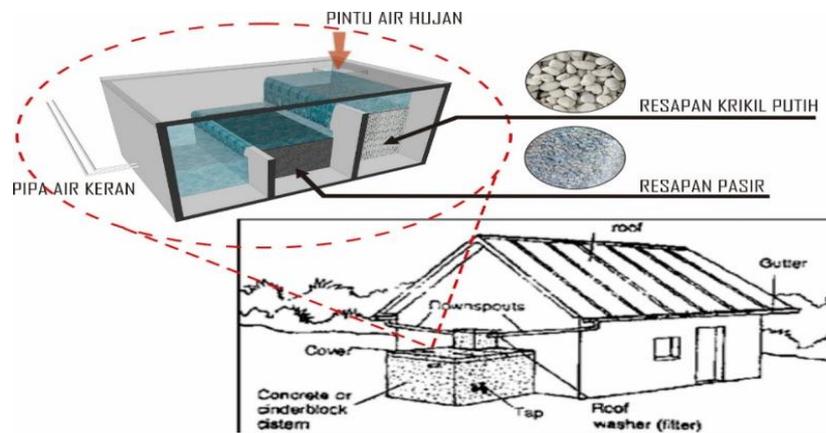
sederhana dikarenakan jika menggunakan atap sebagai wadah penangkap air hujan maka volume air lebih efisien dan juga lebih efektif dalam pengumpulan air hujan. Berikut prinsip kerja dari pengolahan air hujan dengan memanfaatkan atap bangunan:

- f. Menangkap air dengan memanfaatkan atap rumah atau atap bangunan.
- g. Air yang tertangkap oleh oleh atap bangunan akan menuju saluran pipa yang telah di pasang pada masing-masing sisi ujung atap rumah atau atap bangunan.
- h. Air dari saluran atau pipa selanjutnya dialirkan menuju ke sistem filtering untuk menyaring daun-daun atau kotoran lainnya yang ikut terbawa oleh air.
- i. Setelah melalui proses filtering selanjutnya air dialirkan menuju ke kolam atau bak penampungan utama untuk menyimpan air yang telah ditangkap.
- j. Selanjutnya air yang telah berada ditempat penampungan sudah dapat digunakan
- k. Ketika bak penampungan penuh atau melebihi kapasitas maka air yang mengalir melalui pipa harus dialihkan atau dibiarkan terbuang menuju saluran.

L. Konstruksi Bangunan Pengolahan Air Hujan

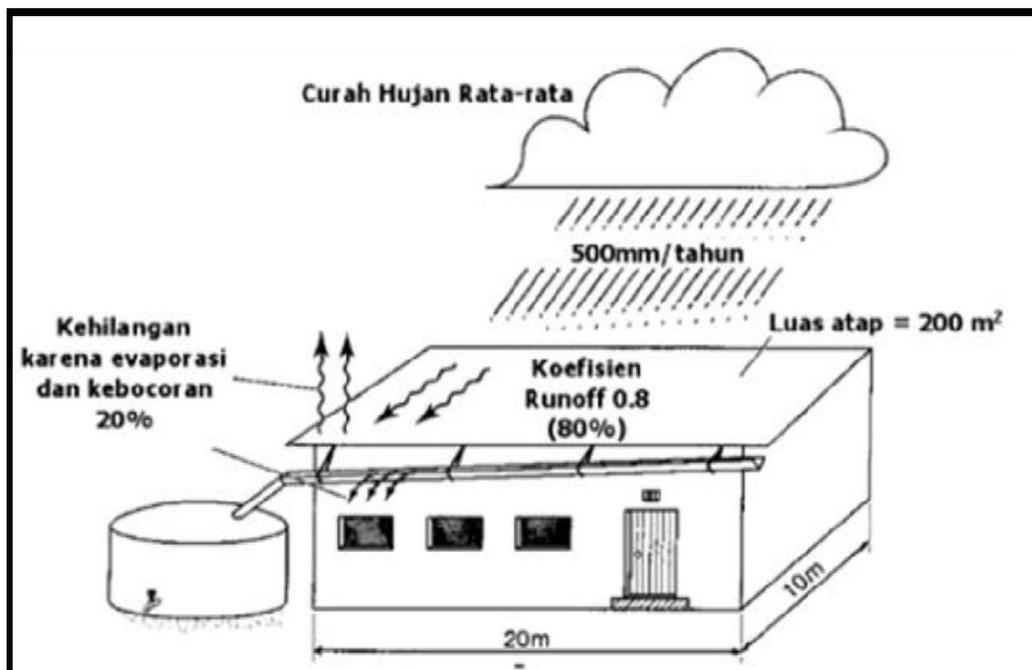
Menurut Al Amin et all, (2008) dalam harsoyo, B., (2010) meyebutkan bahwa kontruksi untuk bangunan pengolahan air hujan dapat

dibuat dengan cepat karena cukup sederhana dan mudah dalam pembuatannya.



Gambar 3. Skema teknik pengolahan air hujan menggunakan atap rumah

Kemudian menurut el Khobar M. Naech., et all, (2012) pada penerapan skala kecil, dapat dibuat sederhana dengan menyalurkan aliran air hujan dari atap menuju sebuah landscape area dengan memanfaatkan kontur pada landscape area tersebut. Sistem yang lebih kompleks meliputi



talang, pipa, penampungan, penyaring, pompa, dan unit pengolahan air.

Gambar 4. Ilustrasi konsep bangunan penampungan air hujan dari atap rumah

Dengan demikian anggaran biaya maupun pelaksanaan konstruksinya relatif lebih mudah karena konsep pengolahan air hujan.

Menggunakan metode pengumpulan dan penyimpanan dengan cara memanfaatkan air hujan yang jatuh diatas bangunan. Komponen-komponen utama yang dibutuhkan untuk penampungan air hujan terdiri dari atap rumah, saluran pengumpul, (collector channel), bak untuk penampungan air hujan, serta bagian penyaring untuk memfilter sampah yang tertinggal pada atap, daun-daun, dan kotoran lainnya yang terbawa oleh air.

M. Kuantitas Pengolahan Air Hujan dan Jumlah Air Hujan Yang Dapat Diolah

Dalam menentukan jumlah volume air hujan yang ditampung, terdapat beberapa hal yang perlu menjadi perhatian, yaitu:

1. Volume air yang di butuhkan per hari.
2. Ukuran penangkapan air hujan.
3. Tinggi dan rendahnya curah hujan.
4. Kegunaan air hujan sebagai alternatif air bersih.
5. Lahan yang tersedia.

Untuk mengetahui kebutuhan air secara total, maka harus ditentukan terlebih dahulu kuantitas air yang diperlukan khusus untuk keperluan luar (outdoor) seperti irigasi, mencuci kendaraan, menyiram tanaman, dan lain-

lain. Untuk kebutuhan dalam ruangan (indoor) seperti mandi, mencuci, dan lain-lain. Kemudian setelah menentukan volume air hujan yang akan dibutuhkan maka selanjutnya volume air hujan yang dapat ditangkap akan menjadi penentu kapasitas ukuran sistem pengolahan air hujan yang dibutuhkan.

Menurut Maryono, A., (2016) dan Ariyanto, D., (2017), kuantitas air yang dapat diolah dapat di rumuskan sebagai berikut:

$$\Sigma Q = \alpha \times R \times A \dots \dots \dots (16)$$

Keterangan:

ΣQ = Jumlah air yang dapat di olah (liter/hari)

A = Luas atap bangunan (m²)

α = Koefisien run off (0,8)

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

N. Koefisien Run-Off Pengolahan Air Hujan

Salah satu hal terpenting dalam melakukan pengolahan air hujan 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).

Faktor utama yang memengaruhi nilai C adalah laju infiltrasi tanah atau presentase lahan kedap air, tanaman penutup tanah, kemiringan medan,

dan intensitas hujan. Hal lain yang mempengaruhi nilai C ini adalah derajat kepadatan tanah, dan simpanan depresi.

Tabel 3. Koefisien aliran permukaan (C) untuk daerah urban

No	Jenis Daerah	Koefisien C
1	Daerah Perdagangan Perkotaan Pinggiran	0,70-0,90 0,50-0,70
2	Pemukiman Perumahan satu keluarga Perumahan berkelompok, terpisah Perumahan berkelompok, bersambung Sub-urban Daerah apartemen	0,30-0,50 0,40-0,60 0,60-0,75 0,25-0,40 0,50-0,70
3	Industri Daerah industri ringan Daerah industri berat	0,50-0,80 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 Alan, Hamparan <i>Atap</i>	0,75-0,85 <i>0,75-0,95</i>

Sumber: (Schwab, et al, 1982, dalam arsyad,2006)

O. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Analisis kebutuhan air bersih dilakukan dengan menggunakan nilai dari kebutuhan penggunaan air harian dan penelitian ini sendiri air yang akan dihitung berdasarkan tabel berikut:

Tabel 4. Kebutuhan air bersih rumah tangga

(Sumber :Wardhana,2009)

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

Menurut Wardhana (2009) penggunaan air bersih untuk keperluan sehari-hari dalam setiap rumah adalah 150,0 liter/hari dengan asumsi setiap rumah berjumlah 5 orang.

P. Asumsi Jumlah Air Hujan Yang Dapat Ditampung

Berikut adalah ilustrasi untuk menunjukkan bagaimana pengolahan air hujan dapat memberikan kontribusi dengan hasil yang cukup signifikan untuk dijadikan sebagai upaya mereduksi genangan dan pemenuhan air bersih:

1. Misalnya, untuk suatu atap bangunan dengan luas area $100 \text{ m}^2 (= 10.000 \text{ dm}^2)$ dan jumlah curah hujan tahunan untuk suatu wilayah perumahan sekitar 1.500 mm/tahun (15,00 dm).
2. Maka, Volume air hujan yang jatuh di satu atap rumah dengan luas atap 100 m^2 dalam satu tahun adalah sebanyak :

$$= 10.000 \text{ dm}^2 \times 15.00 \text{ dm}$$

$$= 150.000 \text{ liter/tahun}$$
3. Dengan asumsi hanya 80% dari total air hujan yang dapat di olah, dimana 20% hilang karena evaporasi atau terbuang. Maka volume air yang dapat diolah:

$$= 80\% \times 150.000 \text{ liter.}$$

$$= 120.000 \text{ liter}$$
4. Jika diasumsikan jumlah bangunan rumah dalam satu wilayah perumahan sekitar 1000 bangunan rumah, maka total air hujan yang dapat diolah adalah :

$$= 1000 \text{ bangunan rumah} \times 120.000 \text{ liter}$$

$$= 120.000.000 \text{ liter/Tahun.}$$

Pengolahan air hujan selain ramah lingkungan juga dapat menjadi sumber pemenuhan air bersih bagi masyarakat yang tinggal di wilayah perumahan khususnya untuk kota Makassar. Disisi lain pengolahan air hujan tidak hanya menambah cadangan air tetapi juga untuk hal yang lainnya seperti menambah suplay air tanah dan mengurangi resiko semakin turunnya permukaan air tanah.

Q. Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu sejenis yang pernah dilakukan oleh para peneliti lain :

1. Efrilianita, (2018) Menyatakan bahwa konservasi air pada prinsipnya adalah penggunaan air hujan yang jatuh ke atas permukaan tanah seefisien mungkin dengan pengaturan waktu aliran yang tepat sehingga tidak terjadi banjir pada musim hujan dan tersedia cukup air pada musim kemarau.
2. Tan & Wora,(2021) Sistem PAH umumnya terdiri dari beberapa sistem yaitu, tempat menangkap hujan (collection area), saluran air hujan yang mengalirkan air hujan dari tempat menangkap hujan ke tangki penyimpanan (conveyance), filter, reservoir (storage tank), saluran pembuangan, dan pompa.
3. Rofil & Maryono,(2017) Air hujan merupakan sumber air yang sangat penting terutama di daerah yang tidak terdapat sistem penyediaan air

bersih, kualitas air permukaan yang rendah serta tidak tersedia air tanah. 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.

4. Sugiyono,(2016) Analisis data penelitian dilakukan dengan cara mengadopsi model Miles dan Huberman yang berupa pengumpulan data, reduksi data, penyajian data, dan verifikasi data. Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan hasil observasi, hasil wawancara, dan hasil dokumentasi berdasarkan masalah yang diteliti oleh peneliti lapangan yang kemudian dikembangkan dengan melakukan penajaman data melalui pencarian data-data berikutnya
5. Menurut Waskom R. dan Kallenberger J. (2014), pemanenan air hujan merupakan proses pencegahan limpasan air hujan secara langsung dan memasukkannya ke penampungan untuk dimanfaatkan namun hujan di daerah perkotaan dan industri mengandung berbagai kotoran yang diserap dari atmosfer, termasuk arsen dan mercury. Air yang dikonsumsi oleh masyarakat harus memenuhi syarat kesehatan karena air merupakan media paling baik untuk berkembangnya mikroorganisme, Pengolahan air untuk memperoleh air yang memenuhi.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di Perumahan Anging Mammiri yang terletak pada titik koordinat $5^{\circ}11'12''LS$ $119^{\circ}26'54''BT$ Tepatnya di Jalan Hertasning Baru, Kelurahan Karunrung, Kecamatan Rappocini Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan.



Gambar 5. Gerbang Depan Perumahan Anging Mammiri



Gambar 6. Lokasi Perumahan Anging Mammiri

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Perumahan Anging Mammiri, Kecamatan Rappocini Kota Makassar, Provinsi Sulawesi Selatan dengan masa waktu penelitian selama 2 bulan.

C. Prosedur Penelitian

Objek dari penelitian adalah Perumahan Anging Mammiri Kota Makassar dan adapun cara pengambilan data dapat dilakukan dengan cara memperoleh data dari instansi terkait atau dengan cara pengambilan data secara langsung di lapangan.

Berikut adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini:

1. Mengambil data di instansi pengelolaan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Kota Makassar (BMKG)
2. Melakukan survey lokasi penelitian

D. Persiapan Penelitian

Persiapan dalam penelitian ini adalah dengan cara pengumpulan data dengan cara mengambil data secara langsung pada instansi terkait mengenai data-data yang dibutuhkan dalam penelitian.

E. Teknik Pengumpulan Data

1. Data Primer

Data primer merupakan data yang diperoleh langsung dari hasil pengamatan saat melakukan survey lapangan. Data yang dibutuhkan pada lokasi penelitian adalah:

- a. Peta Perumahan

- b. Tipe bangunan atau rumah
- c. Jenis atap yang digunakan dan luas atap pada setiap bangunan

2. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang diperoleh secara tidak langsung atau dari catatan-catatan terdahulu. Data ini diperoleh dari instansi-instansi terkait seperti Badan Meterologi Klimatologi dan Geofisika Kota Makassar serta Badan Pusat Statistik Kota Makassar dan lain-lain. Adapun data sekunder yang akan digunakan antara lain:

- a. Data Curah Hujan, untuk menghitung jumlah air hujan yang dapat dipanen dan mengetahui nilai hujan max harian pada lokasi penelitian.
- b. Data statistik, untuk mengetahui jumlah penduduk pada lokasi perumahan sehingga bisa ditentukan jumlah air yang dibutuhkan.

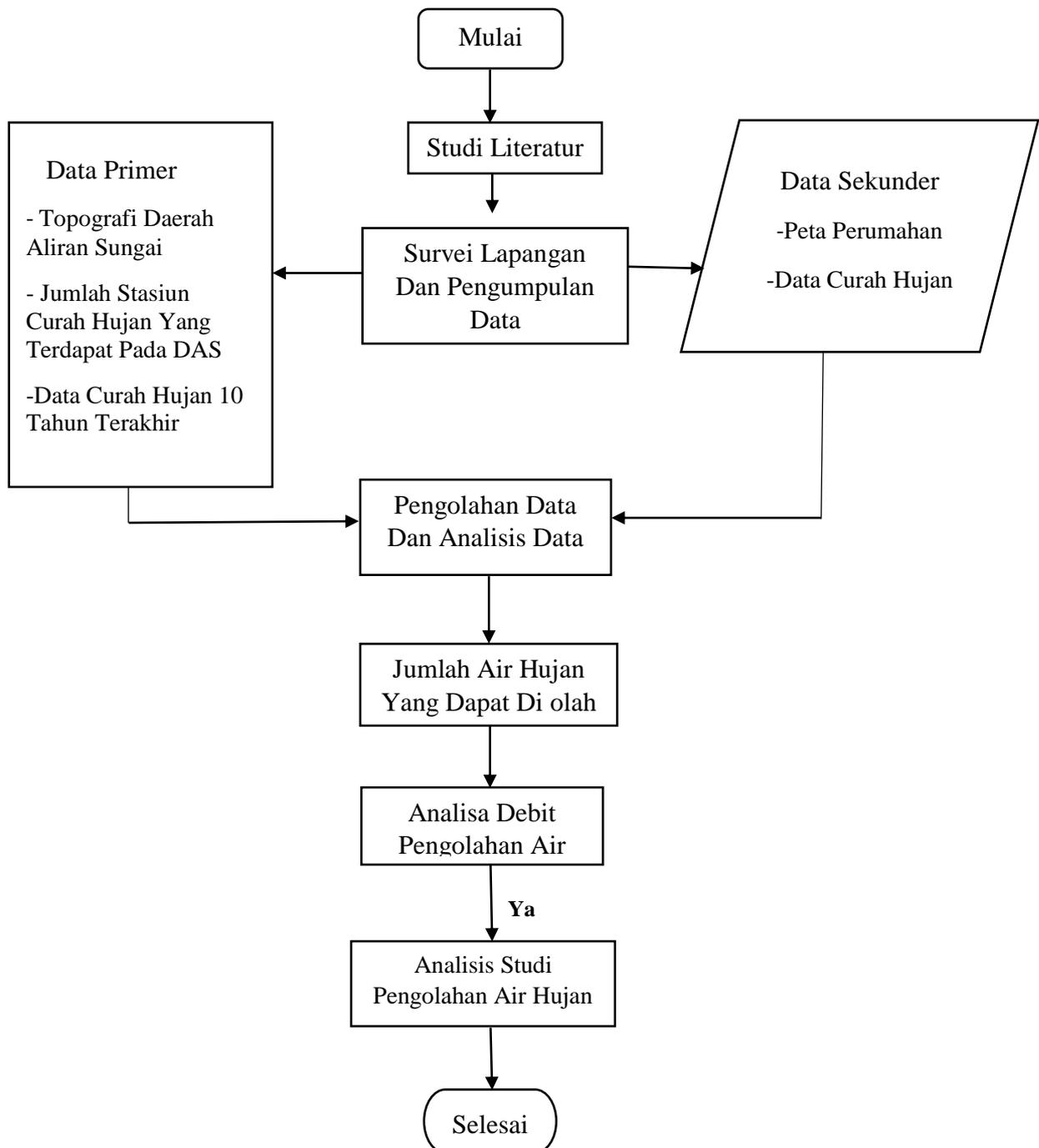
F. Analisa Data

Data yang telah di dapat kemudian diolah dan dianalisa sesuai dengan kebutuhannya. Dengan pengelolaan dan analisa yang sesuai maka akan diperoleh variable-variabel yang akan digunakan dalam perencanaan konstruksi.

G. Flow Chart Penelitian

Flow Chart Penelitian digunakan untuk mempermudah pembaca dalam memahami metode penelitian. Berikut adalah alur pikir perencanaan penelitian Pengolahan Air Hujan.

Flow Chart Penelitian



Gambar 7. Flow Chart Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Lembar Hasil Pengujian Sampel Air Hujan

Setelah di lakukan pengujian di Laboratorium Kualitas Air Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin di dapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 5. Parameter Derajat keasaman (pH), dan Daya Hantar Listrik (DHL), dan Kekeruhan

No	Kode	pH	Daya Hantar Listrik	Kekeruhan
1	Sampel 1	6,75	0,69 ms	3 NTU

Tabel 6. Parameter Kesadahan Total

No	Kode	Volume Larutan Contoh Uji	Kadar Kesadahan Total
1	Sampel 1	25 ml	15,3 mg/L

Tabel 7. Parameter Nitrit

No	Kode	Volume Larutan Contoh Uji	Kadar Nitrat
1	Sampel 1	25 ml	0,04 mg/L

Tabel 8. Parameter Besi (Fe)

No	Kode	Adsorbansi	Konsentrasi
1.	Sampel 1	0,0172	2,2 mg/L

Tabel 9. Parameter Mangan (Mn)

No	Kode	Adsorbansi	Konsentrasi
1.	Sampel 1	0,0114	0,3 mg/L

Tabel 10. Parameter Seng (Zn)

No	Kode	Adsorbansi	Konsentrasi
1.	Sampel 1	0,4678	0,4 mg/L

Tabel 11. Parameter Kromium (Cr)

No	Kode	Adsorbansi	Konsentrasi
1.	Sampel 1	0,0442	0,9 mg/L

Tabel 12. Parameter Kadmium (Cd)

No	Kode	Adsorbansi	Konsentrasi
1.	Sampel 1	0,0050	0,1 mg/L

Tabel 13. Parameter Tembaga (Cu)

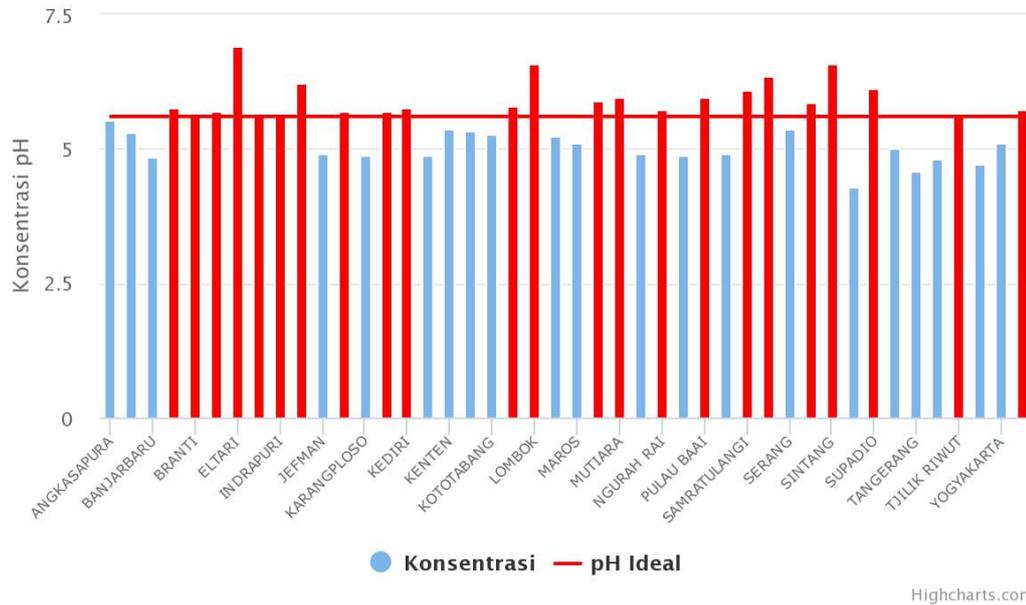
No	Kode	Adsorbansi	Konsentrasi
1.	Sampel 1	0,0234	1,3 mg/L

a. Tingkat Keasaman (Ph) Air Hujan Di Indonesia April 2023

Pemantauan tingkat keasaman air hujan (ph) di indonesia di lakukan di 52 (lima puluh dua) Stasiun pengambilan sampel menggunakan metode Wet Deposition Dan Wet & Dry Deposition dengan alat Automatic Rain Water Sampler (ARWS). Analisis sampel air hujan dilakukan di laboratorium dengan menggunakan alat *Ion Chromatograph*.

Pemantauan Kimia Air Hujan April 2023

Source: Database Kualitas Udara



Keterangan Ph Air Hujan:

- >7 : pH Basa
- 5.6 - 6 : pH Air Hujan Ideal
- 4.1 – 5.5 : Hujan Asam
- 3 – 4 : Hujan Asam (tinggi)
- < 3 : Hujan Asam (ekstrem)
- 6.1 – 7 : Air Hujan Sangat Baik, cenderung netral seperti air permukaan

Berdasarkan tingkat keasaman PH air hujan pada tempat penelitian yang dilakukan yaitu pada perumahan Anging Mammiri dimana pengujian dilakukan dengan mengambil sampel air hujan yang selanjutnya diuji pada laboratorium pengujian Kualitas Air Universitas Hasanuddin Makassar. Dari hasil yang didapatkan tingkat keasaman PH nya adalah 6, sementara bila dibandingkan dengan ketentuan yang ditentukan oleh hasil Analisis Sampel

Air Hujan yang Dilakukan Di Laboratorium Kualitas Air dan Udara BMKG Dengan Menggunakan Alat *Ion Chromatograph* nilai PH nya berkisar 6.1 - 7 yang dikategorikan Air Hujan Sangat Baik, cenderung netral seperti air permukaan. Sehingga dapat disimpulkan bahwa air hujan yang akan digunakan sebagai air bersih dapat digunakan karena masih dalam batas toleransi yang ditetapkan oleh Kualitas Air dan Udara BMKG.

B. Analisis Data Hidrologi

Pada penelitian ini data curah hujan untuk perhitungan ketersediaan air di ambil dari Stasiun Hujan terdekat dari Perumahan Anging Mammiri. Stasiun curah hujan tersebut adalah Stasiun Panakukang (Makassar), Stasiun Kampili (Kab. Gowa), Stasiun Tamanyeleng (Kab. Gowa) dengan lama pengamatan masing-masing 10 tahun (2013-2022) data tersebut dapat dilihat pada tabel 4 berikut ini:

Tabel 14. Data Curah Hujan Periode Tahun 2014-2023:

Tahun	Kondisi/Tanggal		Stasiun			Rata-rata	Max
			Tamanyeleng	Kampili	Panakukang	Aljabar	
2013	1	19 Desember	175	0	0	58,3	107,3
	2	20 Desember	151	90	1	80,67	
	3	02 Januari	0	0	200	66,7	
	4	14 Februari	14	200	108	107,3	
	5	17 Februari	115	0	20	45	
2014	1	25 Maret	92	0	0	30,7	58
	2	05 Januari	0	174	0	58,0	
	3	06 Maret	7	0	161	56,0	
	4	03 Mei	0	60	0	20	
	5	20 Desember	0	0	60	20	
2015	1	27 Juli	226	0	0	75,3	75,3
	2	07 Mei	0	120	9	43,0	
	3	10 Januari	0	0	210	70	
	4	12 Januari	4	0	126	43,3	
	5	25 Desember	123	0	0	41,0	
2016	1	06 Januari	250	0	32	94,0	118,3
	2	18 Desember	159	189	7	118,3	
	3	20 Januari	39	0	128	55,7	
	4	25 Januari	51	13	183	82,3	
	5	01 Mei	36	42	162	80	
2017	1	01 Februari	100	0	15	38,3	63

	2	06 Januari	0	158	11	56,3	
	3	05 Januari	0	25	141	55,3	
	4	30 Oktober	4	163	0	55,67	
	5	02 Desember	29	153	7	63	
2018	1	27 Desember	117	50	15	60,7	86,67
	2	26 Oktober	0	91	1	30,7	
	3	29 Desember	11	44	110	55	
	4	30 Desember	57	203	0	86,67	
	5	01 Januari	16	200	0	72,0	
2019	1	30 Desember	101	20	9	43,3	110,0
	2	26 Oktober	0	133	0	44,3	
	3	02 Januari	19	0	97	38,7	
	4	03 Januari	92	190	48	110,0	
	5	26 Februari	0	90	0	30	
2020	1	29 Desember	108	37	49	64,7	87,7
	2	25 Januari	34	150	0	61,3	
	3	02 Februari	10	100	153	87,7	
	4	14 Februari	38	4	90	44	
	5	17 Februari	12	79	0	30,33	
2021	1	01 Januari	112	40	0	50,7	185,67
	2	02 Januari	1	193	10	68,0	
	3	29 Januari	36	0	113	49,7	
	4	23 April	152	269	136	185,67	
	5	30 Desember	7	134	11	50,67	
2022	1	19 Januari	100	0	7	35,7	66,7
	2	02 Februari	50	131	19	66,7	
	3	01 April	20	51	91	54,0	
	4	11 November	0	5	100	35	
	5	19 Desember	0	97	0	32,3	

Adapun metode yang digunakan untuk menghitung curah hujan rata rata adalah dengan menggunakan metode aljabar (aritmatik). Alasan menggunakan metode tersebut adalah karena sesuai dengan topografi DAS (Daerah Aliran Sungai) yang diamati di lokasi penelitian mempunyai karakteristik sebagai berikut

- Daerah aliran sungai merupakan daerah yang datar.
- Penempatan alat pengukur tersebar merata.
- Variasi curah hujan sedikit dari harga tengahnya.

Adapun rumus yang digunakan pada metode aljabar adalah:

$$\bar{R} = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + \dots + R_n)$$

Untuk perhitungan data curah hujan rata rata pada 3 stasiun curah hujan (Tamanyelleng,kampili,panakukang) Pada tanggal 19 september tahun 2013 adalah:

$$R = \frac{1}{n} (R_1 + R_2 + R_3)$$

$$R = \frac{1}{3} (175 + 0 + 0) = 175/3 = 58,3 \text{ mm}$$

Setelah dilakukan perhitungan dengan metode rata-rata aljabar dapat diketahui bahwa curah hujan rata-rata bulanan maksimum (R) selama 10 tahun adalah 185,67 mm/bulan. Kemudian R tersebut dibagi dengan banyaknya hari (30) dalam satu bulan untuk mengetahui rata-rata curah hujan maksimum harian. Jadi rata-rata curah hujan harian maksimum yang didapat adalah 185,67 mm dibagi dengan 30 yaitu 6,189 mm/hari sama dengan 0,006189 m/hari = 0.006189 m/24 jam = 0,006189 m/86.400 detik = $7,163 \times (10)^{-5}$ m/detik.

C. Pengolahan Air Hujan

a. Lokasi Pengolahan Air Hujan

Pada penelitian ini kami memilih Perumahan Annging Mammiri sebagai lokasi pengolahan air hujan, lebih tepatnya perumahan ini terletak di Jln.Hertasning Baru,Kelurahan Karunrung,Kecamatan Rappocini,Kota Makassar, Provinsi Sulawesi-Selatan. Luas total areah perumahan ini adalah 63000 m^2 dengan total bangunan rumah sebanyak 190 unit terdiri dari bangunan type 45 sebanyak 69 unit, bangunan type 70 sebanyak 36 unit, bangunan type 90 sebanyak 25 u nit, dan bangunan type 150 sebanyak 60 unit.

b. Luas Atap Bangunan

Dari hasil survey di lapangan untuk rumah type 45 memiliki lebar 7 meter dan panjang 13 meter, rumah type 70 memiliki lebar 9 meter dengan panjang

14 meter, rumah type 90 memiliki lebar 10 meter dan panjang 14 meter, dan rumah type 150 memiliki lebar 8 meter dengan panjang 19 meter.

Tabel 15. Luas atap bangunan dan jumlah bangunan rumah di Perumahan

NO	Type Rumah	Ukuran Bangunan	Luas Atap	Jumlah Rumah	Total Luas Atap
1	45	7 meter x 13 meter	91 m^2	69	6.279 m^2
2	70	9 meter x 14 meter	126 m^2	36	4.536 m^2
3	90	10 meter x 14 meter	140 m^2	25	3.500 m^2
4	150	8 meter x 19 meter	152 m^2	60	9.120 m^2
5	Jumlah				23.435 m^2

Anging Mammiri, (Sumber : Hasil Perhitungan 2023)

Dari hasil perhitungan diatas maka nilai luas atap bangunan di Perumahan Anging Mammiri Kota Makassar yaitu type rumah 45 luasnya 6.279 m^2 , type rumah 70 luasnya 4.536 m^2 , type rumah 90 luasnya 3.500 m^2 , type rumah 150 luasnya 9.120 m^2 , dan jumlah luas keseluruhan atap bangunan adalah 23.435 m^2 .

c. Perhitungan Jumlah Air yang Dapat Di olah

Selanjutnya menghitung jumlah air yang dapat diolah di perlukan untuk menentukan volume bak penampungan pengolahan air hujan di Perumahan Anging Mammiri Kota Makassar. Untuk menghitung jumlah volume air hujan yang akan diolah maka digunakan rumus nomor (16) pada halaman 34. Rumus tersebut sebagai berikut:

$$\Sigma Q = \alpha \times R \times A$$

Penyelesaian:

1. $\Sigma Q_{45} = \alpha \times R \times A$
 $= 0.8 \times 0,07163 \text{ m} \times 6.279 \text{ m}^2$
 $= 0,03598817 \text{ m}^3$
2. $\Sigma Q_{70} = \alpha \times R \times A$
 $= 0.8 \times 0,07163 \text{ m} \times 4.536 \text{ m}^2$
 $= 0,25993944 \text{ m}^3$
3. $\Sigma Q_{90} = \alpha \times R \times A$
 $= 0.8 \times 0,07163 \text{ m} \times 3.500 \text{ m}^2$
 $= 0,200564 \text{ m}^3$
4. $\Sigma Q_{150} = \alpha \times R \times A$
 $= 0.8 \times 0,07163 \text{ m} \times 9.120 \text{ m}^2$
 $= 0,200564 \text{ m}^3$

Tabel 16. Perhitungan jumlah air hujan yang dapat diolah pada setiap type Rumah,(Sumber : Hasil Perhitungan 2023)

No	Type Rumah	α	R	A	ΣQ (m ³ /detik)	(m ³ /hari) dijadikan liter/hari
1	Type 45	0.8	0,07163	6.279	0,3598	22.487,5
2	Type 70	0.8	0,07163	4.536	0,2530	15.812,5
3	Type 90	0.8	0,07163	3.500	0,2564	16.025
4	Type 150	0.8	0,07163	9.120	0,5227	32.668,75

Dari hasil perhitungan diatas diperoleh jumlah air hujan yang dapat di olah untuk type rumah 45 sebanyak 22.487,5 liter/hari, type rumah 70 sebanyak 15.812,5 liter/hari,

type rumah 90 sebanyak 16.025 liter/hari, type rumah 150 sebanyak 32.668,75 liter/hari, Untuk jumlah keseluruhan air yang dapat di olah adalah 86.993,25 liter/hari.

d. Perhitungan Kebutuhan Air Bersih

Analisis kebutuhan air bersih dilakukan dengan menggunakan nilai dari penggunaa air harian dan pada penelitian ini air yang akan di hitung berdasarkan pada tabel (4). Selanjutnya perhitungan kebutuhan air bersih di Perumahan Anging Mammiri yaitu:

1. Perhitungan kebutuhan air bersih untuk rumah type 45

Q_d = jumlah anggota keluarga x jumlah rumah type 45 x pemakaian air perhari

$$= 5 \text{ orang} \times 69 \text{ unit rumah} \times 150 \text{ liter}$$

$$= 51.750 \text{ liter/hari}$$

$$= 51.75 \text{ m}^3$$

2. Perhitungan kebutuhan air bersih untuk rumah type 70

Q_d = jumlah anggota keluarga x jumlah rumah type 70 x pemakaian air perhari

$$= 5 \text{ Orang} \times 36 \text{ unit rumah} \times 150 \text{ liter}$$

$$= 27.000 \text{ liter/hari}$$

$$= 27 \text{ m}^3$$

3. Perhitungan kebutuhan air bersih untuk rumah type 90

Q_d = jumlah anggota keluarga x jumlah rumah type 90 x pemakaian air perhari

$$= 5 \text{ Orang} \times 25 \text{ unit rumah} \times 150 \text{ liter}$$

$$= 18.750 \text{ liter/hari}$$

$$= 18.75 \text{ m}^3$$

4. Perhitungan kebutuhan air bersih untuk rumah type 150

Q_d = jumlah anggota keluarga x jumlah rumah type 150 x pemakaian air perhari

$$= 5 \text{ Orang} \times 60 \text{ unit rumah} \times 150 \text{ liter}$$

$$= 45.000 \text{ liter/hari}$$

$$= 45 \text{ m}^3$$

Tabel 17. Perhitungan jumlah kebutuhan air bersih,(Sumber : Hasil Perhitungan 2023)

No	Jumlah Anggota Keluarga	Jumlah Rumah /Type Rumah		Pemakaian Air Perhari
1	5	69 unit	45	51.750
2	5	36 unit	70	27.000
3	5	25 unit	90	18.750
4	5	60 unit	150	45.000
Total Kebutuhan Air				142.500

Dari hasil perhitungan diatas maka diperoleh jumlah kebutuhan air bersih untuk type rumah 45 sebanyak 51.000 liter/hari, type rumah 70 sebanyak 27.000 liter/hari, type rumah 90 sebanyak 18.750 liter/hari, type rumah 150 sebanyak 45.000 liter/hari, sedangkan untuk jumlah total kebutuhan air bersih di perumahan ini yaitu sebanyak 142.500 liter/hari.

e. Perbandingan Antara Air Hujan yang Dapat Di olah Dengan Jumlah Kebutuhan Air Bersih

Dari hasil perhitungan antara jumlah air hujan yang dapat di olah dengan jumlah total kebutuhan air bersih di Perumahan Anging Mammiri maka diperoleh data perbandingan sebagai berikut:

Tabel 18. Perbandingan antara air hujan yang dapat diolah dengan jumlah kebutuhan air bersih di Perumahan Anging Mammiri.

N0	Type Rumah	Air Hujan Yang Dapat Di Olah (Liter/Hari)	Kebutuhan Air Bersih Liter/Hari
1	45	22.487,5	51.750
2	70	15.812,5	27.000
3	90	16.025	18.750
4	150	32.668,75	45.000
Total		86.993,25	142.500
Persentase		Mampu Memenuhi 52% Jumlah Kebutuhan Air Bersih	

(Sumber : Hasil Perhitungan 2023)

Berdasarkan hasil perhitungan diatas maka potensi Pengolahan Air Hujan di Perumahan Anging Mammiri adalah:

1. Rumah type 45 yang berjumlah 69 unit memiliki potensi air hujan yang dapat di olah sebanyak 22.487,5 liter/hari atau $20 m^3$

2. Rumah type 70 yang berjumlah 36 unit memiliki potensi air hujan yang dapat di olah sebanyak 15.812,5 liter/hari atau $14 m^3$
3. Rumah type 90 yang berjumlah 25 unit memiliki potensi air hujan yang dapat di olah sebanyak 16.025 liter/hari atau $11 m^3$
4. Rumah type 150 yang berjumlah 60 unit memiliki potensi air hujan yang dapat di olah sebanyak 32.668,75 liter/hari atau $28 m^3$

Dari hasil perhitungan beberapa type rumah diatas diperoleh jumlah total air hujan yang dapat diolah yaitu sebanyak 86.993,25 liter/hari.

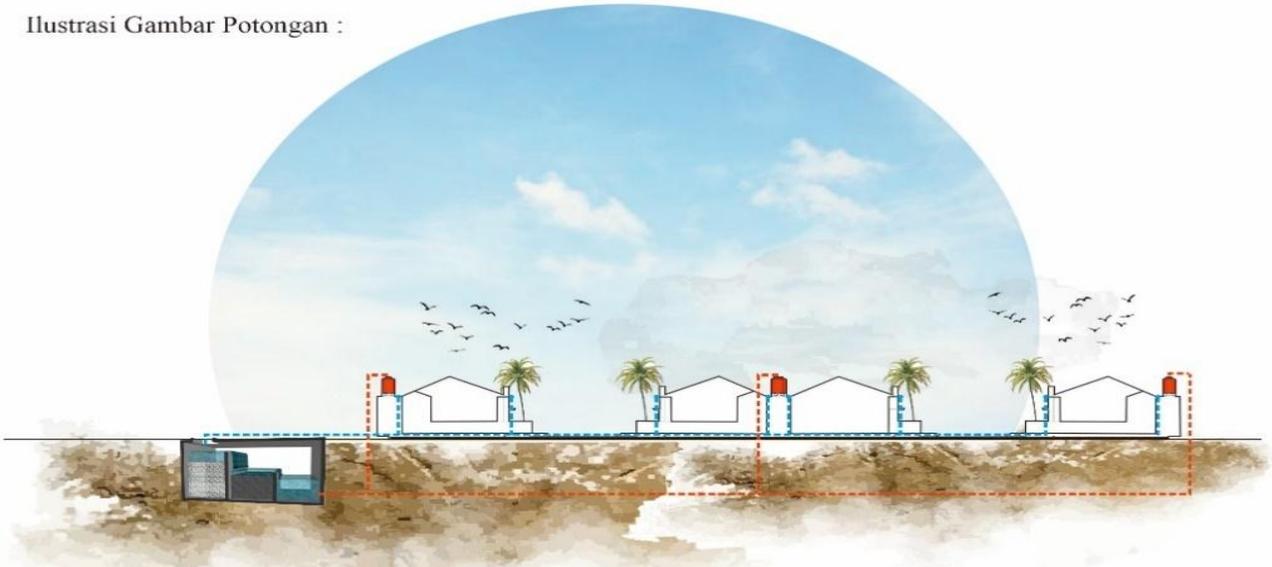
Selanjutnya berdasarkan hasil perhitungan kebutuhan air bersih untuk keperluan rumah tangga di Perumahan Anging Mammiri adalah sebagai berikut:

1. Rumah type 45 yang berjumlah 69 unit dengan asumsi 5 anggota keluarga dalam setiap rumah memiliki kebutuhan air bersih untuk keperluan rumah tangga sebanyak 51.750 liter/hari atau $51,75 m^3$.
2. Rumah type 70 yang berjumlah 36 unit dengan asumsi 5 anggota keluarga dalam setiap rumah memiliki kebutuhan air bersih untuk keperluan rumah tangga sebanyak 27.000 liter/hari atau $27 m^3$.
3. Rumah type 90 yang berjumlah 25 unit dengan asumsi 5 anggota keluarga dalam setiap rumah memiliki kebutuhan air bersih untuk keperluan rumah tangga sebanyak 18.750 liter/hari atau $18,75 m^3$.
4. Rumah type 150 yang berjumlah 60 unit dengan asumsi 5 anggota keluarga dalam setiap rumah memiliki kebutuhan air bersih untuk keperluan rumah tangga sebanyak 45.000 liter/hari atau $45 m^3$.

Dari hasil perhitungan diatas maka di peroleh jumlah total kebutuhan air bersih untuk kebutuhan rumah tangga di Perumahan Anging Mammiri yaitu sebanyak 142.500 liter/hari.

f. Ilustrasi Konsep Pengolahan Air Hujan

Ilustrasi Gambar Potongan :

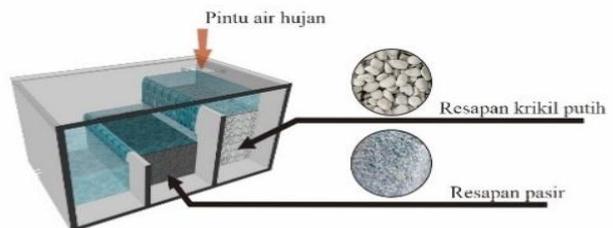


Ilustrasi Gambar :



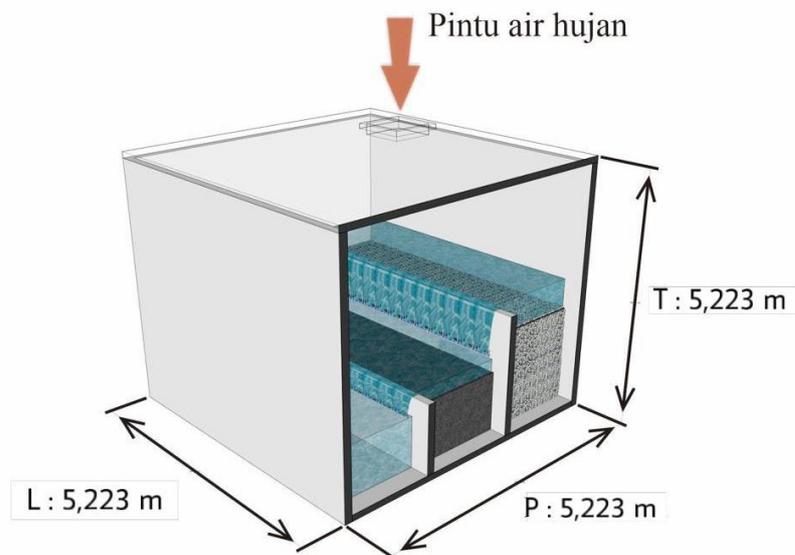
Keterangan :

- Pipa air ke tandon 
- Pipa air hujan 
- Ground water tank (GWT) 
- Tandon air 



Gambar 8. Ilustrasi Konsep pengolahan air hujan

Gambar diatas merupakan ilustrasi konsep dari pengolahan air hujan yang terdiri dari atap, talang air, pipa, pasir, kerikil serta bak sebagai wadah yang akan digunakan untuk menampung air hujan yang akan diolah. Khusus untuk ukuran bak penampungannya akan disesuaikan dengan jumlah air hujan yang dapat di olah pada masing-masing rumah dengan mengacu pada hasil perhitungan sebelumnya. Selanjutnya untuk penempatan bak penampungan air hujannya akan dikembalikan kepada masyarakat atau masing-masing pemilik rumah untuk mengatur lokasi atau tempat penampungan airnya.



olu
me
Bak
Pen
amp
ung
an
Ga
mba
r 9.

Volume bak penampungan

Dari hasil perhitungan volume di atas ialah :

- Sisi bak panjang (P) = 5,223m

- Sisi bak lebar (L) = 5,223m
- Sisi bak tinggi (T) = 5,223m
- Volume bak penampung = 5,223m x 5,233m x 5,223m
= 142,5m³

h. Standar Kualitas Air

Melalui Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017. Dalam peraturan ini diatur mengenai Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan Persyaratan Kesehatan Air untuk berbagai keperluan. Air yang digunakan sebagai air minum harus memenuhi standar yang lebih ketat. Beberapa persyaratan untuk air minum adalah sebagai berikut:

- Terlindung dari Pencemaran: Air minum harus terlindungi dari sumber pencemaran, termasuk binatang yang membawa penyakit.
- Tidak Terpapar Matahari: Air minum seharusnya tidak terpapar secara langsung dengan sinar matahari.
- Warna Jernih dan Tawar: Air minum yang baik harus memiliki warna yang jernih, rasanya tawar, dan tidak memiliki bau yang aneh.
- Suhu yang Sesuai: Suhu air minum yang ideal berada dalam kisaran 10 – 25 derajat Celsius.
- Tidak Ada Endapan: Air minum yang berkualitas tidak boleh memiliki endapan di bagian bawahnya.

i. Pembahasan

Potensi Pengolahan Air Hujan di Perumahan Anging Mammiri Kota Makassar berdasarkan hasil perhitungan diatas adalah 86.993,25 liter/hari dan jumlah kebutuhan air bersih untuk keperluan rumah tangga sebanyak 142.500 liter/hari. Angka potensi Pengolahan Air Hujan tersebut diperoleh melalui perhitungan jumlah air hujan yang jatuh pada setiap atap bangunan di Perumahan Anging Mammiri yang dibagi dengan jumlah total bangunan yang terdiri dari 190 unit bangunan.

Atap bangunan rumah yang akan dijadikan sebagai media tangkap untuk pengolahan air hujan harus dalam kondisi yang baik dan berdasarkan pada hasil survey yang telah dilakukan di lapangan terkait dengan keadaan atap bangunan di Perumahan Anging Mammiri, kondisinya sangat baik karena setiap atap bangunan rumah sudah terbuat dari seng. Dengan kondisi tersebut Pengolahan Air Hujan dapat dilakukan secara maksimal.

Selanjutnya dari hasil survey yang dilakukan type rumah yang paling banyak menampung air hujan di Perumahan Anging Mammiri adalah type rumah 150 yang mampu menampung air hujan sebanyak 32.668,75 liter/hari. Hal ini disebabkan karena rumah type 150 merupakan type rumah kedua yang paling banyak di perumahan ini dengan jumlah 60 unit bangunan rumah, Selain itu type rumah ini juga memiliki atap yang lebih luas dibandingkan dengan type rumah yang lainnya dengan total luas atap 9.120 m². Kemudian type rumah yang paling sedikit menghasilkan potensi pengolahan air hujan adalah type rumah 90 yang hanya mampu menampung air hujan sebanyak 18.750 liter/hari hal ini disebabkan rumah type 90 yang paling sedikit jumlahnya dari type rumah yang lain yaitu sebanyak 25 unit bangunan rumah dengan total luas atap 3.500 m².

Setelah diketahui potensi pengolahan air hujan di Perumahan Anging Mammi ri Kota Makassar,selanjutnya menghitung jumlah kebutuhan air bersih untuk sehari-hari. Sebagaimana menurut Wardhana (2009) penggunaan air bersih untuk keperluan sehari-hari dalam setiap rumah adalah 150,0 liter/hari dengan asumsi setiap rumah berjumlah 5 anggota keluarga. Macam-macam penggunaan air tersebut berupa mandi, mencuci pakaian maupun alat-alat rumah tangga,

wudhu, dan lain-lain. Dari hasil perhitungan kebutuhan air bersih dimana setiap rumah diasumsikan berjumlah 5 anggota keluarga kemudian dikali dengan jumlah total bangunan rumah yaitu sebanyak 190 unit maka jumlah total kebutuhan air bersih untuk keperluan rumah tangga di Perumahan Anging Mammiri adalah sebanyak 142.500 liter/hari.

Berdasarkan hasil perhitungan antara jumlah kebutuhan air bersih untuk keperluan rumah tangga dengan jumlah air hujan yang dapat di tampung melalui Pengolahan Air Hujan maka Diperoleh nilai 142.500 liter/hari untuk keperluan air bersih dan total air hujan yang dapat diolah sebanyak 86.993,25 liter/hari. Dari hasil perhitungan keduanya dapat disimpulkan bahwa Pengolahan air hujan mampu memenuhi kebutuhan air bersih masyarakat di Perumahan Anging Mammiri sebanyak 52% per harinya dari total kebutuhan air bersih di perumahan ini yang tentunya dapat lebih menghemat biaya pengeluaran dari keperluan penggunaan air bersih untuk sehari-hari.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat ditarik sebuah kesimpulan bahwa:

1. Konsep pengolahan air hujan sebagai alternatif adalah membuat penampungnya yang di hubungkan dengan atap sebagai media kemudian air yang masuk ke penampungan dengan cara konvensional sehingga dapat digunakan sebagai air bersih.
2. Besar debit potensi air hujan yang dapat dihasilkan menjadi kebutuhan air bersih didapatkan dari menghitung jumlah air hujan yang dapat dikelola menjadi air bersih yang jumlahnya 22.487,5 liter/hari dan besarnya kebutuhan air bersih yang dibutuhkan oleh penduduk anging mammiri yang jumlahnya 51,750 liter/hari sehingga kebutuhan PDAM dapat dikurangi sebesar 22.265 liter/hari

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat di sarankan beberapa hal sebagai berikut:

1. Disarankan agar masyarakat yang bertempat tinggal di perumahan anging mammiri menerapkan pengolahan air hujan menjadi air bersih seperti dalam penelitian ini, sehingga diharapkan dapat menimasi kebutuhan ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

Aryanto D, 2017, Potensi Pemanenan Air Hujan (Rain Harvesting) Untuk Kebutuhan Rumah Tangga Di Desa Klunggen Kecamatan Slogohimo Kabupaten Wonogiri. Fakultas Geografi Universitas Muhammadiyah Surakarta

El Khobar M. Naech, 2012. Menentukan Efisiensi Cistern Berdasarkan Penggunaan Air Dan Segi Biaya Di Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Fakultas Teknik Universitas Indonesia

Harsoyo Budi, 2010. Jakarta Teknik Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Upaya Penyelamatan Sumber Daya Air Di Wilayah DKI. Jurnal Sains Dan Teknologi Modifikasi Cuaca, Indonesia.

Hidayat Kurnia Asep, Empung, 2016. Analisis Curah Hujan Efektif Dan Curah Dengan Berbagai Periode Ulang Untuk Wilayah Kota Tasikmalaya Dan Kabupaten Garut. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Siliwangi Tasikmalaya

Maryono, Agus, 2006. Metode Memanen Dan Memanfaatkan Air Hujan Untuk Penyediaan Air Bersih, mencegah Banjir Dan Kekeringan. Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Jakarta

Nurrohman Faisal, Paksi Eka Waskita Satria, 2015. Perencanaan Panen Air Hujan Sebagai Sumber Air Alternatif, Pada Kampus Universitas Diponegoro. Jurnal Karya Teknik Sipil 4 (4), 283-292, 2015

Park Eun Ha, 2017. Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan Skala Rumah Tangga Di Korea Selatan. Fakultas Teknik Universitas Lampung

Park Ha Eun, Susilo Eko Gatot, Wahono Prasetyo Endro, 2018. Perencanaan Sistem Pemanenan Air Hujan Skala Rumah Tangga Di Korea Selatan. Jeju City, Republic Of Korea

Rahim Effendi Supli, Damiri Nurhayati, Zaman Chairil, 2018. Pemanenan Air Hujan Dan Prediksi Aliran Limpasan Dari Atap Dan Halaman Rumah Sebagai Alternatif Penyediaan Air Bersih. Seminar Air Nasional 1 (1), 131-140.

Ramadhani L Ekawati, 2020. Kajian Pengendalian Genangan Pada Satuan Wilayah Penanganan Genangan (SWPG) Kelayan Kota Banjarmasin. Universitas Gadjah Mada

Roviq Abdul, Purnaweni Hartuti, Suharyanto, Pemanenan Air Hujan Sebagai Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Pengungsi Bencana Banjir. Program Pasca Sarjana Magister Ilmu Lingkungan Teknik Sipil Undip.

Silvia Suciatina Cut, Meylis Safriani, 2018. Analisis Potensi Pemanenan Air Hujan Dengan Teknik Rainwater Harvesting Untuk Kebutuhan Domestik.. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Universitas Teuku Umar

Suprayogi Imam, 2015. Aplikasi Teknologi Rain Water Harvesting Sebagai Alternatif Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih Pada Daerah Rawa Di Provinsi Riau. Hasil Penelitian Desentralisasi Skema Unggulan Perguruan Tinggi Lppm Universitas Riau

Supriyadi B Didik, Kartikawan Yudhi, Pandebesie S Ellina, 2004. Strategi Penanggulangan Genangan Air Disebabkan Perubahan Lahan Di Sekitar Jalan Lingkar Timur Kota Sidoarjo. Jurusan Teknik Lingkungan FTSP – ITS

Suripin, 2004. Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan. Andi, Yogyakarta