

**PERENCAAN SISTEM PEMANENAN AIR HUJAN SEKALA RUMAH  
TANGGA DI KOREA SELATAN**

(Skripsi)

Oleh

**PARK EUN HA**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2017**

## **ABSTRAK**

### **PERENCANAAN SISTEM PEMANENAN AIR HUJAN SKALA RUMAH TANGGA DI KOREA SELATAN**

Oleh

**PARK EUN HA**

Korea Selatan tergolong sebagai negara yang kekurangan air. Pemerintah telah mempromosikan "langkah komprehensif konservasi air" sejak tahun 2000, dan salah satu program pemerintah tersebut adalah memperluas area yang menerapkan pemasangan fasilitas pemanfaatan air hujan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa sistem perencanaan pemanenan air hujan dan menghitung biaya yang harus diinvestasi dalam pembuatan sistem pemanenan air hujan sesuai standar Korea Selatan, agar dapat digunakan untuk memenuhi kebutuhan air penduduk. Dimana kebutuhan air yang akan dipenuhi dari penelitian ini adalah untuk flushing water dan mencuci.

Dalam penelitian ini data yang dipakai adalah data sekunder yang berupa data curah hujan dan data kebutuhan flushing water dan mesin cuci dalam satu keluarga. Pada penelitian ini dilakukan analisis hidrologi dengan data curah hujan yang terletak di Kota Jeju dari tahun 2007 hingga tahun 2016, kebutuhan air penduduk dan analisa rencana anggaran biaya untuk pembuatan system pemanenan air hujan.

Dari analisis yang dilakukan, diperoleh nilai kebutuhan air flushing water dan mencuci untuk satu keluarga dapat terpenuhi dengan rasio optimasi sebesar 67,75 %. Simulasi penelitian ini menggunakan Tangki yang berukuran dua meter kubik. Rencana anggaran biaya untuk pembuatan sistem pemanenan air hujan untuk satu rumah sebesar 862.316 Won. Dari simulasi penelitian ini juga didapat biaya daya listrik untuk pompa sebesar 1.130 Won per bulan, sehingga untuk pembayaran air yang biasanya sebesar 30.378 Won – 31.613 Won dapat menjadi lebih hemat sekitar 30.000 Won dengan nilai NPV sebesar 17.190 Won pada bulan ke 35.

Kata kunci : Kota Jeju, Curah Hujan, Kebutuhan Air, biaya, NPV

## **ABSTRACT**

### **PLANNING RAINWATER HARVESTING SYSTEM HOUSEHOLD SCALE IN SOUTH KOREA**

**By  
PARK EUN HA**

South Korea is classified as a water shortage country. The government has been promoting a "comprehensive water conservation step" since 2000, and one of the government's programs is to expand the areas that implement the installation of Rainwater Harvesting. This study intend to analyze rainwater harvesting planning system and calculate the cost that must be invested in making rainwater harvesting system according to South Korean standard. in order to be used to Supply the water needs of the population. Where the water needs to be fulfilled from this research is for flushing water and washing.

In this study the data used is secondary data in the form of rainfall data and data needs flushing water and washing machine in one family. In this research, hydrological analysis with rainfall data is located in Jeju city from 2007 until 2016, population water requirement and budget cost plan analysis for rainwater harvesting system.

From the analysis, the value of water flushing water and laundry for one family can be fulfilled with optimization ratio of 67.75%. The simulation of this research using two cubic meters water tank. The budget plan for construct a rainwater harvesting system for single house is 862,316 won. Base on the simulation this study also could estimate the cost of electric power for the pump of 1130 won per month, therefor for the payment of water which is 30,378 won - 31,613 won can be saved about 30,000 won with the value of NPV of 17,190 won on month 35.

Keywords : Jeju City, Rainfall, Water Requirement, Cost, NPV.

**PERENCAAN BANGUNAN RUMAH DENGAN SISTEM PEMANENAN  
AIR HUJAN DI KOREA SELATAN**

**Oleh**

**PARK EUN HA**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar  
SARJANA TEKNIK**

**Pada**

**Jurusan Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2017**

Judul Skripsi : **PERENCANAAN SISTEM PEMANENAN AIR  
HUJAN SEKALA RUMAH TANGGA DI  
KOREA SELATAN**

Nama Mahasiswa : **Park Eun Ha**


Nomor Pokok Mahasiswa : 1415011118

Program Studi : Teknik Sipil

Fakultas : Teknik

**MENYETUJUI**

**1. Komisi Pembimbing**

  
**Dr. Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc.**  
NIP 19700915 199503 1 006

  
**Dr. Endro Prasetyo W., S.T., M.Sc.**  
NIP 19700129 199512 1 001

**2. Ketua Jurusan Teknik Sipil**

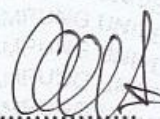
  
**Dr. Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc.**  
NIP 19700915 199503 1 006



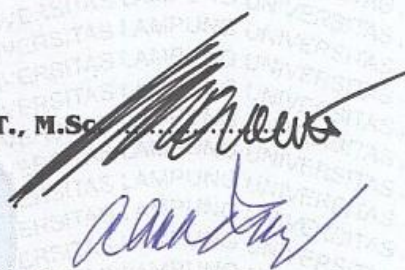
**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

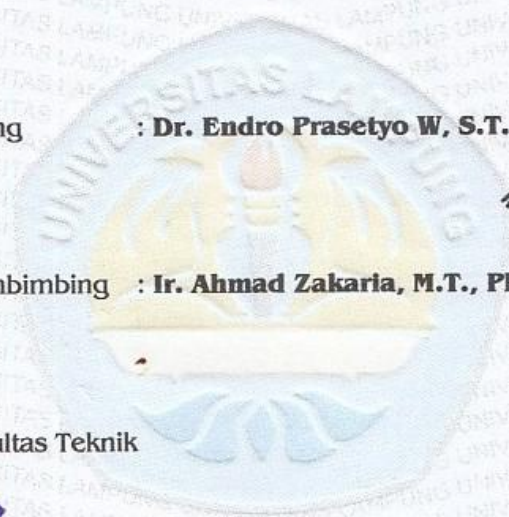
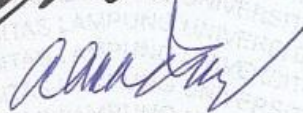
**Pembimbing Utama : Dr. Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc.** .....



**Anggota Pembimbing : Dr. Endro Prasetyo W, S.T., M.Sc.** .....



**Penguji Bukan Pembimbing : Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D.** .....



**2. Dekan Fakultas Teknik**



**Prof. Dr. Suharno, M.Sc.**  
NIP 19620717 198703 1 002

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 30 Januari 2018**

## LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Skripsi dengan judul Perencanaan Bangunan Rumah Dengan Sistem Pemanenan Air Hujan Di Korea Selatan adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya dan saya sanggup dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, 31 Januari 2018

Pembuat Pernyataan



Park Eun Ha

## RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Seoul Korea Selatan pada tanggal 27 Juli 1995, sebagai anak pertama dari 2 (dua) bersaudara pasangan Bapak Park Myeong Su dan Ibu Kang Mi Sook.

Pendidikan Taman Kanak-Kanak (TK) Seong-Nam di kota Seong-Nam Korea Selatan diselesaikan pada tahun 2002, Sekolah Dasar (SD) diselesaikan di SD Jeung-Po Icheon Korea Selatan

pada tahun 2008, Sekolah Menengah Pertama (SMP) diselesaikan pada tahun 2010 di Temasek International School Bandung dan Sekolah Menengah Atas (SMA) diselesaikan di SMA Pelita Bangsa Bandar Lampung pada tahun 2014. Penulis terdaftar sebagai mahasiswi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung pada tahun 2014 melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN) Tes Tertulis.

Penulis telah melakukan Kerja Praktek (KP) pada Proyek Pembangunan Hotel Grand Mercure Bandar Lampung selama 3 bulan. Penulis juga telah mengikuti Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kampung Purnama Tunggal, Kecamatan Way Pengubuan, Kabupaten Lampung Tengah selama 40 hari pada periode Januari-Februari 2017.



Penulis mengambil tugas akhir dengan judul perencanaan sistem pemanenan air hujan skala rumah tangga di korea selatan.

Selama menjalani perkuliahan, penulis pernah menjadi Asisten Dosen Mata Kuliah Analisis Struktur II, Asisten pada tahun 2016.

# PERSEMBAHAN

오늘까지 저를 있게해주신 하나님 아버지께 먼저 영광을 돌립니다. 저를 항상 믿고 응원해주신 엄마,아빠 또 내 동생 은총이와 한국에 있는 가족들의 기도와 지원이 있어서 늘 든든하고 제가 이자리까지 올 수 있었습니다

저를 이끌어 주신 Gatot 교수님과 Endro 교수님 또 Zakria 교수님 그외에도 UNILA 모든 교수진과 스텝들 항상 넓은 이해심으로 가르쳐 주시고 적극적으로 도와주셔서 감사드립니다.

Hari 삼촌과 Zaina 언니 제가 인니어가 안되서 고생했는데 논문을 마무리 짓는데 큰 도움이 되었습니다.

저의 학교생활이 지루하지 않게 항상 웃음을 주고 학업도 도와준 학교 친구들과 선후배들, 어려움을 함께 격은 이들을 결코 잊지 않을 것 입니다.

그 외에도 지금까지 저를 지원해 주시고 도와주신 많은 분들께 이 자리를 빌어 다시 한번 감사를 드리고 앞으로도 저의 미래도 함께 지켜봐 주세요 감사합니다.

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur kehadiran Allah yang telah memberikan karunia serta rahmat-Nya sehingga Penulis dapat menyelesaikan Laporan Kerja Praktik yang berjudul “Proyek Proyek Pembangunan Hotel Mercure Lampung” tepat pada waktunya.

Diharapkan dengan dilaksanakan kerja praktik tersebut, Penulis dapat lebih memahami ilmu yang telah diperoleh di bangku kuliah serta menambah pengalaman dalam dunia kerja yang sebenarnya. Selain itu Penulis juga berharap laporan ini dapat menjadi referensi bagi pembaca.

Pada penyusunan laporan ini Penulis banyak mendapatkan bantuan, dukungan, bimbingan, dan pengarahan dari berbagai pihak. Untuk itu, Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.sc., selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Lampung.
2. Bapak Gatot Eko Susilo, S.T., M.sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Yohanes Martono Hadi, M.T., selaku Dosen Pembimbing Kerja Praktik, atas kesediaan waktunya memberikan bimbingan dan pengarahan.
4. Bapak Ir. Geleng Perangin Angin, M.T., selaku Dosen Penguji Kerja Praktik.

5. Bapak Hendy, selaku *Proyek Manager* yang mengizinkan penulis melaksanakan kerja praktik di Proyek Proyek Pembangunan Hotel Mercure Lampung.
6. Bapak Ary A. Iskandar yang telah banyak membantu menjawab pertanyaan Penulis dan membimbing selama Penulis melaksanakan kerja praktik.
7. Seluruh staf PT. Wijaya Kusuma Contractors yang telah membantu Penulis selama masa kerja praktik.
8. Papa dan Mama atas jasa-jasanya, kesabaran, do'a, dan tidak pernah lelah dalam mendidik dan memberi cinta yang tulus dan ikhlas kepada penulis semenjak kecil.
9. Rekan Mahasiswa kerja praktik Desna Anida, Fica Rahma P. RH yang telah bekerja sama dengan baik.
10. Teman-teman Jurusan Teknik Sipil Unila angkatan 2014 dan teman-teman mahasiswa lain yang tidak mungkin Penulis sebutkan satu per satu yang telah memberi dukungan dalam pengerjaan laporan.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan, baik dari segi isi maupun cara penyampaiannya. Oleh karena itu, Penulis sangat mengharapkan saran serta kritik yang bersifat membangun dari pembaca. Akhir kata, Penulis berharap semoga laporan kerja praktik ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua. Amin.

Bandar Lampung, Juli 2017

Penulis

**Park Eun Ha**

# MOTTO

“Why Not?”

“In their hearts humans plan their course,  
but the Lord establishes their steps - Proverbs 16:9”

“Di dalam Tuhan tidak ada mustahil”



## SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul perencanaan sistem pemanenan air hujan skala rumah tangga di korea selatan. Skripsi ini disusun dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Atas terselesainya skripsi ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung, dan selaku Dosen Pembimbing 1 skripsi penulis yang telah membimbing dalam proses penyusunan skripsi.
3. Bapak Endro Prasetyo W, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing 2 skripsi yang telah membimbing dalam proses penyusunan skripsi.
4. Bapak Ir. Ahmad Zakaria, M.T., Ph.D., selaku Dosen Penguji skripsi penulis atas bimbingannya dalam seminar skripsi.
5. Bapak ALM. Ir. Hadi Ali, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis yang telah membimbing selama masa perkuliahan.
6. Bapak Ir. Setyanto, M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis yang telah membimbing selama masa perkuliahan.

7. Mas Hary Wijanarko.S.T . dan MbK Zaina Khoerunnisa Nurul Fath.S.T. yang telah membantu susun skripsi.
8. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung atas ilmu dan pembelajaran yang telah diberikan selama masa perkuliahan.
9. Keluargaku tercinta terutama orang tuaku, Bapak dan Mama, serta Adikku Park Eun Chong.
10. Teman-teman spesialku, keluarga baruku, rekan seperjuanganku, Teknik Sipil Universitas Lampung Angkatan 2014, seluruh kakak-kakak, dan adik-adik yang telah mendukung dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan keterbatasan. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan. Akhir kata semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semoga Tuhan memberkati kita semua.

Bandar Lampung, January 2018

Penulis

**Park Eun Ha**

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	viii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Lokasi Penelitian .....	4
1.5 Maksud dan Tujuan .....	5
1.6 Manfaat Penelitian .....	5
1.7 Sistem Penulisan .....	5
<b>2 TINJAU PUSTAKA</b>	
2.1 Air Hujan .....	7
2.2 Pemanenan Air Hujan .....	8
2.3 Sistem Pemanenan Air Hujan .....	9
2.4 Cara Kerja / Prinsip Dasar Pemanenan Air Hujan .....	15
2.5 Kuantitas Pemanenan Air Hujan .....	17
2.6 Kuantitas Air Hujan yang Diperlukan.....	18
<b>3 METODOLOGI PENELITIAN</b>	
3.1 Tinjauan Umum.....	21
3.2 Data Sekunder .....	21
3.3 Metodologi Perencanaan Pemanenan Air Hujan .....	22
3.4 Bagan Alir Tugas Akhir .....	23
<b>4 HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Gambaran Umum Korea .....	25
4.2 Gambaran Umum Pulau Jeju.....	28
4.3 Karakteristik Rumah Jeju .....	29
4.4 Analisa Hidrologi .....	30

**5 PENUTUP**

5.1 Kesimpulan.....	46
5.2 Saran.....	47

**DAFTAR PUSTAKA**

**LAMPIRAN**

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Tingkatan Hujan Berdasarkan Intensitasnya.....	8
Tabel 2.2. Jenis Penempatan Penampung .....	12
Tabel 4.1. Rata-Rata Curah Hujan Tahunan Kota-Kota Di Jeju.....	27
Tabel 4.2. Curah Hujan Harian Total Perbulan Kota Jeju .....	31
Tabel 4.3. Kebutuhan Air Untuk <i>Flush Water</i> .....	31
Tabel 4.4. Kebutuhan Air Untuk <i>Mesin Cuci</i> .....	32
Tabel 4.5. Rata-Rata Kebutuhan Air Untuk 1 Rumah .....	32
Tabel 4.6. Kebutuhan Air Dalam 1 Hari .....	32
Tabel 4.7. Daftar Harga Satuan.....	39
Tabel 4.8. Daftar Harga Satuan.....	39
Tabel 4.9. Pembayaran Listrik .....	40
Tabel 4.10. Pembayaran Air.....	41
Tabel 4.11. Perhitungan NPV .....	43



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1. Peta Seoul Korea Selatan .....	4
Gambar 2.1. Pemanenan Air Hujan Melewati Jalan.....	10
Gambar 2.2. Pemanenan Air Melewati Lapangan Terbuka.....	10
Gambar 2.3. Pemanenan Air Melewati Atap .....	10
Gambar 2.4. Pemanenan Air Hujan Di Bawah Permuakan Tanah .....	16
Gambar 2.5. Contoh Sistem Pemanenan Air Hujan Di Chungnam Nonsan, Korea Selatan .....	17
Gambar 2.6. Cotoh Gulter Kombinasi Dengan Sistem Pengolahan .....	17
Gambar 4.1. Peta Topografi Korea Selatan .....	26
Gambar 4.2. Rumah Traditional Jeju .....	29
Gambar 4.3. Rumah Modern Jeju .....	30
Gambar 4.4. Tampak Atas Rumah.....	33
Gambar 4.5. Tampak Belakang Rumah .....	34
Gambar 4.6. Tampak Kanan Rumah.....	35

## DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 3.1. Bagan Alir Penelitian.....	24
Grafik 4.1. Rata-rata Curah Hujan di Pulau Jeju. ....	27
Grafik 4.2. Simulasi Volume Tangki 2 m <sup>3</sup> dalam 2 Tahun.....	40
Grafik 4.3 NPV dalam 3 tahun.....	44

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pada dewasa ini, pengelolaan sumber daya air di Korea Selatan menghadapi beberapa kendala. Walaupun rata-rata curah hujan tahunan di Korea Selatan 1.283 mm, yang merupakan 1,3 kali dari rata-rata dunia (973 mm), namun, karena kepadatan penduduk yang tinggi, curah hujan tahunan per kapita (  $2.705 \text{ m}^3$  ) hanya 1/10 dari rata-rata dunia (  $26.800 \text{ m}^3$  ). Dua pertiga curah hujan tahunan terkonsentrasi pada musim hujan dan musim topan pada bulan Juni dan Agustus, dan seperlima dari curah hujan tahunan turun pada musim kemarau (dari bulan November sampai April berikutnya). ( Shin, 2002 )

Kondisi topografi di Korea Selatan yang bergunung-gunung dan tipisnya tanah bagian atas ( topsoil ), mengakibatkan air limpasan ketika hujan sebagian besar dialirkan ke daerah yang lebih rendah. Pada sisi lain limpasan relatif kecil pada musim kemarau. Rasio aliran sungai di Korea Selatan adalah sekitar 300 – 400 berdasar dari rumus rasio aliran ( aliran maksimum / aliran minimum ), sepuluh kali lipat lebih besar dari negara lainnya. Sebagai rujukan, koefisien variasi laju alir sungai asing utama meliputi Sungai Tennessee 8, Sungai Seine 34, Sungai Rhine 18, Sungai Nil 30, Sungai Mississippi 3, dan Sungai Yodo 114. ( Shin, 2002 )

Sejauh ini, Korea Selatan telah melakukan konservasi sumber daya air yang diperlukan melalui pengembangan bendungan dengan skala besar. Saat ini, pasokan air dipenuhi dari air sungai atau dari bendungan. ( Shin, 2002 )

Terdapat kendala dalam pembangunan bendungan skala besar, terutama karena kekhawatiran tentang masalah lingkungan dan resiko bagi penduduk di daerah hilir bendungan. ( Shin, 2002 )

Di Korea Selatan, jumlah air yang dapat digunakan seseorang adalah sekitar 1.550 m<sup>3</sup>. Nilai ini terlalu tinggi dibandingkan dengan jumlah air yang tersedia, hal ini menjadikan Korea Selatan tergolong sebagai negara yang kekurangan air. Pemerintah telah mempromosikan "langkah komprehensif konservasi air" sejak tahun 2000, dan salah satu program pemerintah tersebut adalah memperluas area yang menerapkan pemasangan fasilitas pemanfaatan air hujan. Hal ini sangat efektif untuk menyimpan dan menggunakan air hujan sebagai salah satu solusi untuk kelangkaan masalah air tanpa merusak lingkungan. ( Park, 2016)

Pemanenan air hujan (PAH) merupakan cara yang berkelanjutan untuk menyediakan air yang telah berhasil diterapkan di masyarakat di seluruh dunia. Sistem PAH digunakan di daerah dengan tingkat curah hujan tinggi dalam rangka mengurangi jumlah limpasan permukaan yang terjadi selama curah hujan. Penurunan limpasan dapat menurunkan risiko banjir lokal sementara, juga mengurangi biaya dan penggunaan energi yang berkaitan dengan penanggulangan *stormwater*. PAH juga sangat sesuai bagi masyarakat

dengan siklus tahunan musim basah dan kering karena hujan memungkinkan untuk ditangkap dan disimpan ketika peralihan musim terjadi. ( Park, 2016)

## **1.2 Rumusan Masalah**

Masalah dalam penelitian ini dapat dirumuskan sebagai berikut

- a. Seperti apa desain PAH yang efisien dengan kondisi kota Jeju, Korea Selatan?
- b. Berapa besar biaya yang dibutuhkan untuk membangun PAH individual di rumah?
- c. Berapa besar biaya yang dapat dihemat setelah menggunakan PAH?

## **1.3 Batasan Masalah**

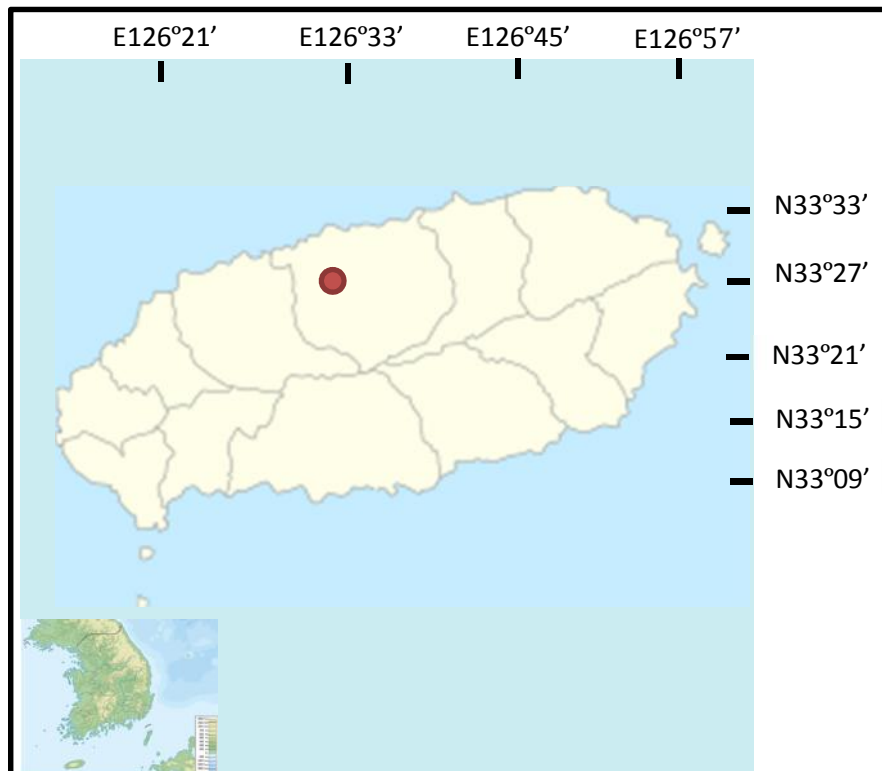
Pada penelitian ini, digunakan batasan-batasan masalah agar penelitian yang dilakukan menjadi lebih spesifik dan tidak meluas dari topik yang akan dibahas.

- a. PAH melalui atap
- b. PAH didesain untuk rumah tinggal yang terdiri dari 1 keluarga yang berisikan 4 orang akan digunakan *flushing water* dan mesin cuci
- c. Semua peraturan dan standar menggunakan standar Korea Selatan. Yaitu, Pedoman untuk perancangan dan pemeliharaan fasilitas penggunaan kembali air dari Kementerian Lingkungan Hidup.



#### 1.4 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini terletak di Kota Jeju, Korea Selatan yang berada pada koordinat 37°34'8" LU 126°58'36" BT dengan jenis tanah grumsol. Kota Jeju memiliki 4 musim yaitu musim semi, musim panas, musim gugur, dan musim dingin. Topografi Kota Jeju kebanyakan gunung – gunung dan di tengah pulau ada gunung merapi Halla. Objek dari penelitian ini adalah bangunan rumah pada daerah tersebut.



Gambar 1.1. Peta Pulau Jeju Korea Selatan ( Sumber : Google Earth )

### **1.5 Maksud Dan Tujuan**

Maksud direncanakannya pemanenan air hujan pada bangunan rumah di kota Jeju, Korea Selatan adalah untuk melakukan penghematan dalam memenuhi kebutuhan air sehari – hari.

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tujuan yang disusun sebagai berikut:

- a. Mengetahui prosedur perencanaan PAH sesuai dengan standar di Korea Selatan
- b. Mengetahui biaya yang harus diinvestasikan dalam pembuatan PAH individual di Korea Selatan

### **1.6 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat memnberikan berbagai manfaat seperti:

- a. Memberikan kontribusi dalam pengembangan PAH di Korea Selatan maupun di Indonesia.
- b. Menambah pengetahuan tentang perencanaan atau desain PAH di Korea Selatan dan di Indonesia.

### **1.7 Sistematika Penulisan**

Dalam penulisan Tugas Akhir ini penulis membaginya menjadi lima bab, yang mana pokok bahasan untuk tiap bab adalah sebagai berikut

## **BAB I PENDAHULUAN**

Bab ini berisi pendahuluan yang meliputi latar belakang, identifikasi masalah, tujuan, lokasi perencanaan serta sistematika penulisan.

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini menguraikan tentang teori-teori dan dasar-dasar perhitungan yang akan digunakan untuk pemecahan masalah yang ada, baik untuk menganalisa faktor-faktor dan data-data pendukung maupun perhitungan teknis perencanaan pemanenan air hujan pada bangunan rumah di kota Jeju, Korea Selatan.

## **BAB III METODOLOGI**

Bab ini menguraikan tentang cara penyelesaian tugas akhir untuk perencanaan pemanenan air hujan pada bangunan rumah di kota Jeju, Korea Selatan.

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

Bab ini menguraikan tentang desain pemanenan air hujan yang disusun secara sistematis, RAB, dan perhitungan volume air yang dihemat setelah aplikasi pemanenan air hujan rumah tinggal di kota Jeju, Korea Selatan.

## **BAB V PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dan saran yang diperoleh dari hasil analisis perencanaan teknologi pemanenan air hujan pada bangunan rumah di kota Jeju, Korea Selatan.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Air Hujan

Hujan merupakan salah satu fenomena alam yang terdapat dalam siklus hidrologi dan sangat dipengaruhi iklim. Keberadaan hujan sangat penting dalam kehidupan, karena hujan dapat mencukupi kebutuhan air yang sangat dibutuhkan oleh semua makhluk hidup.

Berdasarkan ukuran butiran, hujan dapat dibedakan menjadi:

- a. Hujan gerimis / "*drizzle*", dengan diameter butirannya kurang dari 0,5 mm.
- b. Hujan salju / "*snow*", adalah kristal-kristal es yang temperatur udaranya berada di bawah titik beku (0°C).
- c. Hujan batu es, curahan batu es yang turun di dalam cuaca panas awan yang temperaturnya dibawah titik beku (0°C).
- d. Hujan deras / "*rain*", dengan curah hujan yang turun dari awan dengan nilai temperatur diatas titik beku berdiameter butiran  $\pm 7$  mm.

Jenis-jenis hujan berdasarkan besarnya curah hujan menurut BMKG dibagi menjadi tiga, yaitu ( BMKG )

- a. Hujan sedang, 20 - 50 mm per hari.
- b. Hujan lebat, 50-100 mm per hari.

- c. Hujan sangat lebat, di atas 100 mm per hari.

Intensitas curah hujan merupakan ukuran jumlah hujan per satuan waktu tertentu selama hujan berlangsung. Hujan umumnya dibedakan menjadi lima tingkatan sesuai intensitasnya seperti yang disajikan pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1. Tingkatan Hujan Berdasarkan Intensitasnya

<b>Tingkatan</b>	<b>Intensitas ( mm/menit)</b>
Sangat lemah	< 0.02
Lemah	0.02 – 0.05
Sedang	0.05 – 0.25
Deras	0.25 – 1
Sangat deras	>1

(Sumber : Mori et. Al )

Data hujan mempunyai variasi yang sangat besar dibandingkan unsur iklim lainnya, baik variasi menurut tempat maupun waktu. Data hujan biasanya disimpan dalam satu hari dan berkelanjutan. Dengan mengetahui data curah hujan kita dapat melakukan pengamatan di suatu daerah untuk pengembangan dalam bidang pertanian dan perkebunan. Selain itu dapat juga digunakan untuk mengetahui potensi suatu daerah terhadap bencana alam yang disebabkan oleh faktor hujan ( Mori et. Al, 1997 ).

## 2.2 Pemanenan Air Hujan

Pemanenan air hujan atau *Rainwater Harvesting* adalah teknik mengumpulkan dan penyimpanan air hujan yang jatuh di atas bangunan, jalan, maupun

lapangan waktu musim hujan untuk memanfaatkan air untuk penggunaan aktivitas dalam dan luar.

*Rainwater harvesting* merupakan komponen penting dari pengelolaan air perkotaan dan memiliki manfaat sekunder sebagai perluasan penggunaan air hujan dan teknologi inovatif sederhana. Teknologi sederhana ini juga memiliki potensi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca dari proses pengolahan air yang berkontribusi terhadap perubahan iklim.

Sistem *rainwater harvesting* memanfaatkan sumber daya air *onsite*, mengurangi limpasan perkotaan (*urban runoff*), dan menghemat pengeluaran uang untuk penggunaan air. Sistem *rainwater harvesting* memiliki keterbatasan utama dalam efisiensi sistem yang sangat dipengaruhi oleh variasi spasial dan temporal hujan, yang kemudian mempengaruhi kinerja ekonomi. Keuntungan *rainwater harvesting* adalah tersedia air tambahan, meningkatkan kelembaban tanah, meningkatkan imbuhan air tanah melalui resapan buatan, dan mengurangi banjir perkotaan. Manfaat *rainwater harvesting* dapat digunakan untuk irigasi, *toilet flushing* dan untuk mencuci.

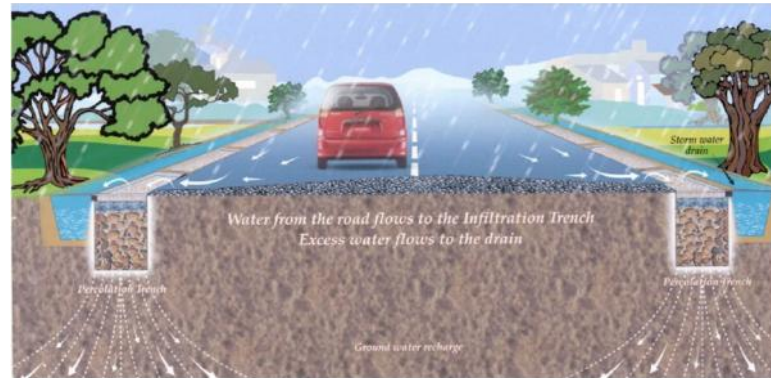
### **2.3 Sistem Pemanenan Air Hujan**

Sistem pemanenan air hujan dapat diklasifikasikan seperti:

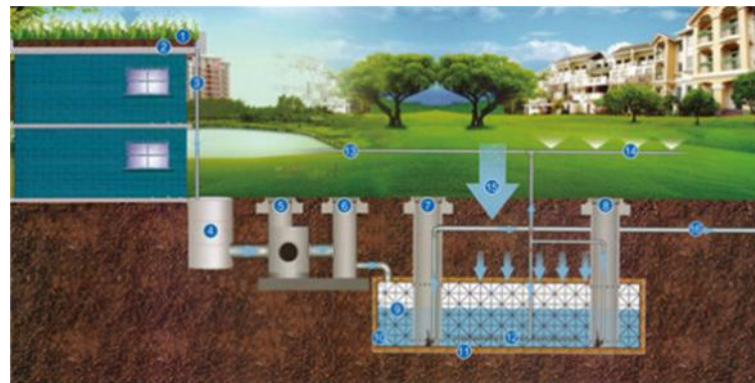
a. Sistem penangkap (*collection system*)

Dalam perencanaan, menentukan tempat untuk menangkap air hujan sangat mempengaruhi kuantitas dan kualitas air, faktor pemasukan pemanenan air hujan, kotoran, dan daun, adalah hal yang harus diperhatikan karena dapat mempengaruhi kualitas air. Tempat yang

biasa digunakan untuk menangkap air hujan adalah atap bangunan, lapangan terbuka, jalan dan saluran. ( Kementerian Lingkungan Hidup, 2010 )



Gambar 2.1. Pemanenan air hujan melewati jalan ( Sumber : KSCST )



Gambar 2.2. Pemanenan air melewati lapangan terbuka  
( Sumber : <http://www.greening-solution.com> )



Gambar 2.3. Pemanenan air melewati atap ( Sumber : Ontario Guidelines for Residential Rainwater Harvesting System )

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 penangkap 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*. Ukuran *mesh screen* biasanya digunakan 1 – 5 mm. ( Kementerian Lingkungan Hidup, 2010 )

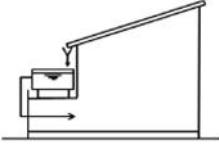
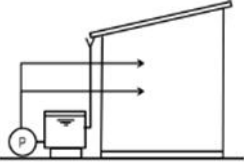
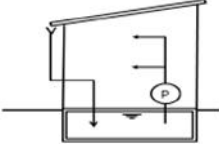
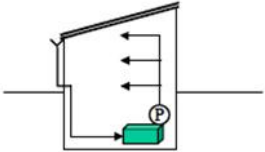
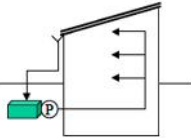
c. Sistem panampung (*storage system*)

Tempat penyimpanan atau penampungan air hujan ini bisa berwujud 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. Dan untuk tempat pemasangan tampungan ini harus dijauhkan dari suhu yang terlalu tinggi atau rendah, serta terhindar dari cahaya langsung. ( Kementerian Lingkungan Hidup, 2010 )


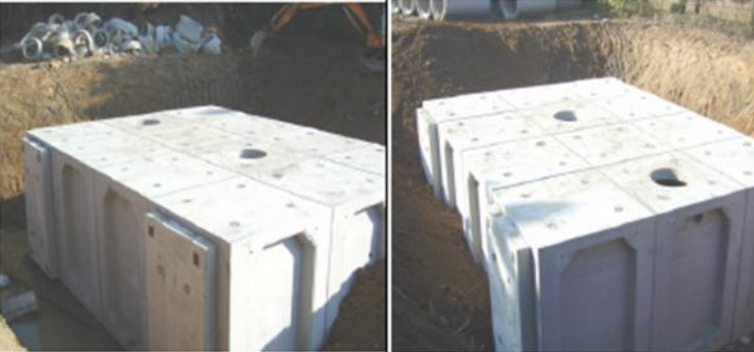


Tabel 2.2. Jenis penempatan penampung

Posisi	sketsa	Keterangan
Di atas bangunan		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gampang memonitor</li> <li>- Tidak perlu pompa</li> <li>- Perlu diperhitungkan berat</li> </ul>
Di atas tanah		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gampang memonitor</li> <li>- Perlu pompa</li> </ul>
Di bawah tanah (seluruh)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Cocok untuk bangunan besar sedang direncana</li> <li>- Menggunakan struktur di bawah tanah</li> </ul>
Di bawah tanah (sebagian)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gampang untuk mengaplikasikan di bangunan sudah ada</li> </ul>
Di luar dari bangunan		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bisa memanfaatkan ruangan (tidak menggaungu ruang gedung)</li> <li>- Gampang untuk mengaplikasikan di bangunan sudah ada</li> </ul>

( Sumber : *Pedoman instalasi dan pengelolaan Fasilitas pemanfaatan air hujan* )

Tabel 2.3. Jenis Penampungan

	RC struktur	PC struktur
Foto		
Karakteristik	Membentuk pembersian dan mengecor struktur RC di tempat	Memasang PC(precast concrete di tempat
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bisa membentuk sesuai dengan kondisi lapangan</li> <li>- Bagian sambungan baik</li> <li>- Banyak kasus berhasil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Waktu pengerjaan pendek</li> <li>- Tidak ada komplein dari masyarakat</li> <li>- Bisa memeriksa per bagian</li> </ul>
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Waktu pengerjaan lama</li> <li>- Bisa ada komplein karena debu dan bising dari pemasangan</li> <li>- Sangat tergantung oleh kondisi cuaca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Volume penampung akan mengurangi dari RC struktur</li> <li>- Butuh bagian mesin sambungan perlu membuat karena tidak bisa memakai yang ada di pasar</li> </ul>

( Sumber : *Pedoman instalasi dan pengelolaan Fasilitas pemanfaatan air hujan* )

Tabel 2.3. Jenis Penampungan ( Lanjutan )

	Besi tampingan	Balok plastik
foto		
Karakteristik	Memasang penampung besi setebal 3-7 mm yang sudah dipabrikasikan	Memasang tangki plastik balok
Kelebihan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- waktu pengerjaan pendek</li> <li>- tidak ada koplein dari masyarakat</li> <li>- bisa pelasanakan musim dingin juga</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- waktu pengerjaan pendek</li> <li>- tidak ada koplein dari masyarakat</li> <li>- bisa pelasanakan musim dingin juga</li> </ul>
Kekurangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>- perlu memikirkan masalah bocor</li> <li>- Volume penampung akan mengurang dari RC struktur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Karena bahannya adalah plastik perlu menghitung berat tanah di atas</li> <li>- Perlu memikirkan pembersihan dan monitoring untuk nantinya waktu pemasangan</li> </ul>

( 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 monitor menangani seluruh sistem dengan otomatis dalam persediaan air hujan yang stabil. Unit kontrol sistem dilengkapi dengan sistem pengisian air yang mengisi air 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 )

## **2.4 Cara Kerja / Prinsip Dasar Pemanenan Air Hujan**

a. Secara Umum

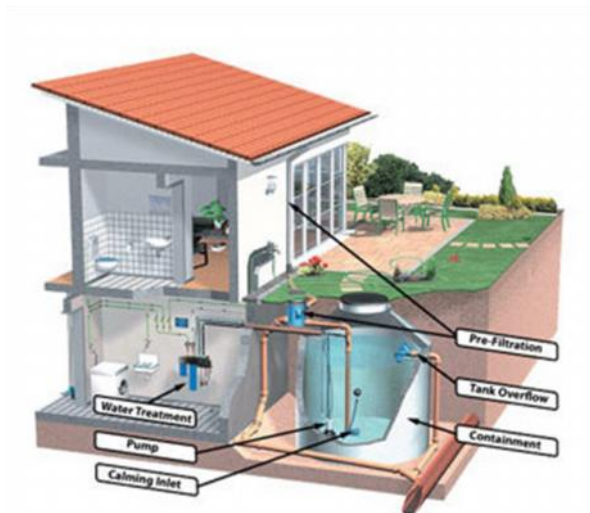
Area penangkapan untuk pemanenan air hujan biasanya melalui jalan, lapangan terbuka, dan atap. Cara kerja pemanenan hujan adalah pertama, menangkap air hujan yang jatuh di tempat penangkap, setelah itu air dialirkan ke sistem filtering, air akan diolah secara fisik dan kimiawi dan terutama menyaring dedaunan dan kotoran lainnya.

Langkah selanjutnya air yang sudah diolah disimpan di penampungan untuk digunakan kembali atau sebagian dikembalikan ke dalam tanah untuk menjadikan air tanah. Jika air tampungan tidak mencukupi untuk

memenuhi kebutuhan air di dalam rumah, maka perlu ditambah dengan sumber air lain. Jika air berlebih dari kemampuan tampungan, maka air harus dialirkan ke saluran.

b. Melalui Atap

Sudah banyak kasus bangunan pemanenan air hujan melalui atap, ini dikarenakan volume air hujan yang paling efisien, luas efektif dan bahan yang digunakan dalam pembangunan akan banyak mempengaruhi efisiensi pengumpulan dan kualitas air.



Gambar 2.4. Pemanenan Air Hujan Di Bawah Permuakan Tanah

( Sumber : rainharvesting sistem )

Teknik pemanenan air hujan melalui adalah cara yang paling tradisional dan sederhana. pemanenan air hujan melalui atap bisa digunakan dalam skala besar seperti atap stadium dan juga skala kecil seperti rumah tangga individu.

Pada Gambar 2.5 disajikan contoh pemanenan air hujan yang ada di Korea Selatan dan salah satu teknik yang mengkombinasikan sistem penangkapan dan pengolahan.



Gambar 2.5. Contoh Sistem Pemanenan Air Hujan Di Chungnam Nonsan, Korea Selatan ( Sumber : *Asia economy* )



Gambar 2.6. Cotoh Gutter Kombinasi Dengan Sistem Pengolahan ( Sumber : *Rainfilter* )

## 2.5 Kuantitas Pemanenan Air Hujan

Untuk menentukan volume air hujan yang dibutuhkan, ada beberapa hal yang harus diperhatikan, yaitu sebagai berikut :

- a. Volume air yang dibutuhkan per hari;
- b. Ukuran tangkapan air hujan;

- c. Tinggi rendahnya curah hujan;
- d. Kegunaan air hujan sebagai alternatif air bersih, dan tempat yang tersedia.

Untuk mengetahui kebutuhan air secara total, harus ditentukan kuantitas air yang diperlukan untuk keperluan *outdoor* seperti: irigasi, reservoir (liter/hari) dan *indoor* seperti: mandi, cuci, toilet, kebocoran (liter/hari).

## 2.6 Kuantitas Air Hujan yang Diperlukan

Setelah menentukan volume air hujan yang dibutuhkan, maka volume air hujan yang dapat ditangkap 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:

$$\text{Tinggi curah hujan tahunan (mm)} \times \text{Luas tangkapan hujan (m}^2\text{)} = \text{Total air hujan yang ditangkap (m}^3\text{) \% (UNEP, 2001).}$$

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 di permukaan 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):

$$\text{Air hujan yang terkumpulkan (run-off)} = A \times (C-B) \times D \text{ (UNEP, 2001)}$$

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<sup>2</sup>)

Jika volume air hujan yang dibutuhkan sudah diketahui, maka tahap selanjutnya adalah menentukan dimensi tangki penampung air hujan. Dimensi tangki harus cukup menampung air sehingga kelebihan air (*overflow*) bisa diatasi 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

### **III. METODELOGI**

#### **3.1 Tinjauan Umum**

Dalam mengatur pelaksanaan perencanaan perlu adanya metodologi yang baik dan benar, karena metodologi merupakan acuan untuk menentukan langkah-langkah kegiatan yang perlu diambil dalam perencanaan. Dalam penyusunan tugas akhir ini metodologi perencanaan pemanenan air hujan pada rumah tinggal di kota Jeju, Korea Selatan adalah sebagai berikut :

- a. Pengumpulan data
- b. Analisis hidrologi
- c. Perencanaan PAH pada rumah tinggal
- d. Gambar sederhana PAH pada rumah tinggal
- e. Rancangan Anggaran Biaya
- f. Menghitung volume kebutuhan air pada rumah tinggal

#### **3.2 Data Sekunder**

Setiap perencanaan akan membutuhkan data-data pendukung baik data sekunder.

Dalam perencanaan pemanenan air hujan pada bangunan rumah di kota Jeju, Korea Selatan ini data-data yang dikumpulkan adalah :

a. Data hidrologi

Data ini berupa data klimatologi, evapotranspirasi dan data-data pendukung lainnya.

b. Data upah dan harga satuan

Data ini diperlukan untuk membuat rencana anggaran biaya

c. Data peraturan tentang PAH Korea Selatan

Data ini untuk menyesuaikan perencanaan pemanenan air hujan dalam peraturan yang ada di Korea Selatan

### **3.3 Metodologi Perencanaan Pemanenan Air Hujan**

Metode perencanaan digunakan untuk menentukan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam perencanaan pemanenan air hujan pada bangunan rumah di kota Jeju, Korea Selatan. Adapun metodologi perencanaan yang digunakan adalah :

a. Identifikasi Masalah

Untuk dapat mengatasi permasalahan secara tepat maka pokok permasalahan harus diketahui terlebih dahulu. Solusi masalah yang akan dibuat harus mengacu pada permasalahan yang terjadi.

b. Studi Literatur

Studi literatur ini dilakukan untuk mendapatkan acuan dalam analisis data perhitungan dalam perencanaan PAH.

c. Pengumpulan Data

Data digunakan untuk mengetahui penyebab masalah dan untuk merencanakan PAH yang akan didesain.

d. Analisa Data

Data yang telah didapat diolah dan dianalisis sesuai dengan kebutuhannya. Masing-masing data berbeda dalam pengolahan dan analisisnya. Dengan pengolahan dan analisa yang sesuai maka akan diperoleh variabel-variabel yang akan digunakan dalam perencanaan PAH.

e. Perencanaan Pemanenan Air Hujan

Hasil dari analisa data digunakan untuk menentukan perencanaan PAH yang sesuai, dan tepat disesuaikan dengan kondisi-kondisi rumah tinggal di Korea Selatan.

f. Gambar Bangunan Rumah

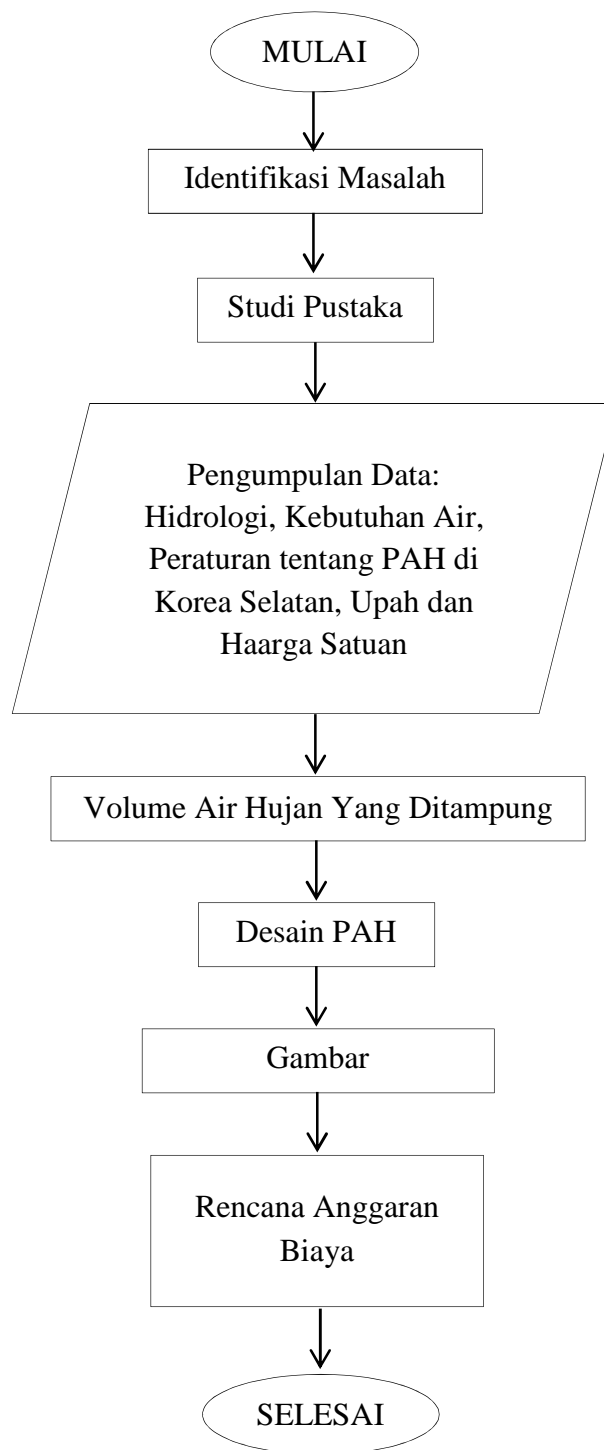
Hasil dari perencanaan digambar dengan aplikasi Auto CAD agar perencanaannya lebih jelas

g. Rencana Anggaran Biaya

Biaya pembangunan rumah yang direncanakan disusun secara rinci dalam Rencana Anggaran Biaya dan bangunan yang telah diperhitungkan dimensinya.

### **3.4 Bagan Alir Tugas Akhir**

Keandalan hasil perencanaan erat kaitannya dengan alur kerja yang jelas, metoda analisis yang tepat dan kelengkapan data pendukung di dalam merencanakan pemanenan air hujan pada bangunan rumah. Adapun tahap-tahap analisis perencanaan bangunan rumah. adalah sebagai berikut :



Grafik 3.1. Bagan Alir Penelitian

## V. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan pengolahan data, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut.

1. Untuk mendapatkan efisiensi yang paling maksimum atau 100% maka dibutuhkan tangki dengan volume  $20 \text{ m}^3$ , hal tersebut berdasarkan simulasi pada program excel. Sedangkan untuk Korea Selatan dengan beberapa kendala yang sudah disebutkan pada bab sebelumnya maka untuk volume tangki yang dibutuhkan adalah dua meter kubik dengan optimasi 67,75% dan termasuk dalam kategori optimasi tinggi.
2. Berdasarkan perhitungan RAB, untuk pembuatan PAH dengan luas atap  $70,72 \text{ m}^2$  dan ukuran tangki dua meter kubik. dibutuhkan biaya sebesar 862.316 won.
3. Setelah pembuatan PAH dapat mengurangi pengeluaran pembayaran air karena system PAH hanya menggunakan daya listrik kurang dari 1 kwh per bulan dengan biaya 1.130 won, sedangkan jika menggunakan air dengan pembelian perlu menggunakan biaya sebesar 30.378 won – 31.613 won. Dari hal tersebut warga dapat menghemat sekitar 30.000 won
4. Dari hasil perhitungan bisa diketahui nilai NPV positif didapat pada bulan ke 35 sebesar 17.190 won.

## 5.2.Saran

Saran yang dapat diberikan penulis berdasarkan pembahasan dan pengolahan data yang telah dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Data hujan yang digunakan sebaiknya menggunakan beberapa data stasiun hujan sehingga hasil yang diperoleh lebih akurat.
2. Perlu dilakukan survey harga satuan dan data primer terbaru sehingga perhitungan RAB lebih akurat.
3. Perlu analisis lebih lanjut seperti perhitungan kebutuhan air tidak hanya sebatas *flushing water* dan mesin cuci melainkan kebutuhan air lainnya sehingga didapatkan hasil yang lebih akurat untuk optimasi tangki air.
4. Jika PAH ini diaplikasikan pada perumahan atau apartment dengan penggunaan air tidak hanya untuk *flushing water* dan mesin cuci maka akan mendapatkan keuntungan lebih besar dan waktu mendapatkan nilai NPV positif lebih cepat, namun tentunya harus mencari rasio optimasi yang optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed Nadeem. 2003. *Roof Rainwater Harvesting - A Case Study* (Skripsi). Jawaharlal Nehru National College of Engineering, Shivamogga
- Anie Yulistyorini. 2011. *Pemanenan Air Hujan Sebagai Alternatif Pengelolaan Sumber Daya Air Di Perkotaan*. Teknik Sipil Universitas Negeri Malang
- Badan meteorologi klimatologi dan geofisika, *Jenis-jenis hujan berdasarkan besarnya curah hujan* BMKG 2017. 10 Sep 2017 <http://www.bmkg.go.id/>
- Cheong, Dam. *Learn About Normal Urine Volume And Urine Count*. CDC. 25 Jan 2017. 20 Dec 2017. <https://blog.naver.com/saen889/220918211796>
- Christopher Despins, M.Sc., P.Eng. 2010. *Ontario Guidelines for Residential Rainwater Harvesting Systems*. Ontario's Building Code
- Google Earth, *Peta Pulau Jeju Korea Selatan*. Google. 2017. 29 Oct 2017. <https://www.google.com/intl/ko/earth/>
- Greening solution. *Foto Jenis Tangki*. Greening solution. 2017. 23 Oct 2017. <http://www.greening-solution.com>
- Han, Mu Young. 2003. *A Study on the Policy Plan for Expansion of Rainwater Utilization Facilities*. Seoul. Republic of Korea
- Kim, Min Soo. *Jeju Historical Site – Chusa (kim Jung-Hee) Exile*. Moreworld. 21 May 2012. Kim, Min Soo. 24 Nov 2017 <http://www.kimminsoo.org/732>.
- Kim, Seung Ho. 2013. *Introduction to rainwater management*. Seoul. Republic of Korea
- Korea Consumer Federation. *Harga Satuan KPI*. 2017. 13 Des 2017. <http://www.kpi.or.kr/www/>



- Korea Meteorological Administration. *Curah Hujan Harian 10 Tahun*. KMA. 2017. 5 Oct 2017. [http://www.weather.go.kr/weather/global/sitemap\\_weather.jsp](http://www.weather.go.kr/weather/global/sitemap_weather.jsp)
- Mori, E., Hirono, N., Yamashita, H., Imamura, T., Ikejiri, Y., Ikeda, M., Kitagaki, H., Shimomura, T. & Yoneda, Y. 1997. *Premorbid brain size as a determinant of reserve capacity against intellectual decline in Alzheimer's disease*. American Journal of Psychiatry.
- Neo, Son. *Status and Problems of Rainwater Management Facility*. Naver blog. 31 Jan 2017. Kim iho. 7 Oct 2017. <http://blog.naver.com/neosun1977/220923419730>
- Park, Won Bae. 2016. *Effective Improvement of Rainwater Management Facility*. Seoul. Republic of Korea
- Sadalmelik . *Peta Topografi Korea Selatan*. 2018. Wikimedia. 3 Jan 2018. <https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Sadalmelik>
- Shin, Soo Young. 2006. *A Plan To Supply And Expand A Rainwater Using Facility For Environment-Friendly Construction*. Republic of Korea
- Shin, Won Woo. 2002. *Korean Rainwater Utilization facilities: Current Status and plan*. Jeju island. Republic of Korea
- Son, Ju Yong. 2013. *Roofwater Harvest System(RWHS)*. Republic of Korea
- The renewable energy hub. *History of Rainwater Harvesting*. The renewable energy hub 2017. 21 Sep 2017 <https://www.renewableenergyhub.co.uk/rainwater-harvesting-information/the-history-of-rainwater-harvesting.html>.
- Universitas Lampung. 2012. *Pedoman Penulisan Karya Ilmiah Universitas Lampung*. Unila Offset. Bandar Lampung.
- Veronika Joan. *Kajian Penerapan Rainwater Harvesting Pada Perumahan Di Bandung*. LinkedIn. 3 Feb 2017. Pradnya Paramarta. 10 Nov 2017. <https://id.linkedin.com/pulse/arsitektur-tropis-kajian-penerapan-rainwater-harvesting-veronika-joan>

Wang seongsang. *where 'rainwater piggy bank' is installed*. Asia economy. 18 Jun 2014. 10 Nov 2017 <http://view.asiae.co.kr/news/view.htm?idxno=2014061723445504965>.