

TUGAS AKHIR

OPTIMASI KINERJA METODE RAIN WATER HARVESTING SEBAGAI ALTERNATIF SUMBER AIR BERSIH NON KONSUMTIF (STUDI KASUS PT.BINTANG TOEDJOE PLAN DELTAMAS-CIKARANG)

Proposal Skripsi diajukan untuk melengkapi persyaratan mencapai gelar sarjana



Disusun Oleh :

Stephanie Amelinda Wibisana

41116310031

UNIVERSITAS MERCU BUANA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

2019

 UNIVERSITAS MERCU BUANA	LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA	
--	---	---

Tugas akhir ini untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi persyaratan dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik, jenjang pendidikan Strata 1 (S-1), Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana, Jakarta.

Judul Tugas Akhir : OPTIMASI KINERJA METODE RAIN WATER HARVESTING SEBAGAI ALTERNATIF SUMBER AIR BERSIH NON KONSUMTIF (STUDI KASUS PT.BINTANG TOEDJOE PLAN DELTAMAS-CIKARANG)

Disusun oleh :

N a m a : Stephanie Amelinda Wibisana
N I M : 41116310031
Jurusan/Program Studi : Teknik Sipil

Telah diajukan dan telah di verifikasi untuk di ujikan pada sidang sarjana :

Tanggal :

Pembimbing Tugas Akhir

Sekretaris Program Studi Teknik Sipil

 **UNIVERSITAS** 
MERCU BUANA

Jantiara Eka Nandiasa, ST, MT

Ir. Muhammad Isradi, ST., MT., IPM

	LEMBAR PERNYATAAN TUGAS AKHIR PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS MERCU BUANA	Q
---	---	--------------------------------

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Judul Tugas Akhir : Optimasi Kinerja Metode Rain Water Harvesting Sebagai Alternatif Sumber Air Bersih Non Konsumtif (Studi Kasus PT. Bintang Toedjoe Plan Deltamas-Cikarang)

Disusun oleh

Nama : Stephanie Amelinda Wibisana

Nomor Induk Mahasiswa : 41116310031

Program Studi/Jurusan : Teknik Sipil

Menyatakan bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil karya sendiri, bukan jiplakan (duplikat) dari karya orang lain, kecuali telah dicantumkan sumber referensinya. Apabila ternyata pernyataan saya ini tidak benar maka saya bersedia menerima sanksi berupa pembatalan gelar kesarjanaan saya.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya untuk dapat di pertanggung jawabkan sepenuhnya.

Jakarta, 20 Juli, 2020

Yang memberikan pernyataan



Stephanie Amelinda Wibisana

ABSTRAK

Optimasi Kinerja Rain Water Harvesting Sebagai Alternatif Kebutuhan Air Non Konsumtif (Studi Kasus PT.Bintang Toedjoe Plan Deltamas – Cikarang). Stephanie Amelinda Wibisana 41116310031, Pembimbing : Jantiara Eka Nandiasa, ST., MT.

Banyaknya alih fungsi lahan yang terjadi khususnya di daerah perkotaan, mengakibatkan berkurangnya daerah resapan sehingga banyak terjadi penurunan muka air tanah, penurunan kemampuan infiltrasi dan sebagainya. Sehingga akan terjadi banjir di musim hujan dan terjadi kekeringan di musim kemarau. Melihat mahalnya sumber air bersih, diperlukan adanya alternatif lain dalam memenuhi kebutuhan air bersih yang lebih ekonomis. Melihat potensi yang besar dari curah hujan yang ada di Indonesia, diharapkan metode Rain Water Harvesting mampu menjadi solusi untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi air hujan yang dapat dipanen dan pemanfaatannya secara optimal, kebutuhan air non konsumtif, serta besarnya penghematan biaya yang dihasilkan dari adanya sistem RWH ini. Pada penelitian ini penulis menggunakan pendekatan kuantitatif yang bersifat deskriptif. Objek dalam penelitian ini adalah sebuah bangunan air berupa sistem Rain Water Harvesting yang terdapat pada lokasi Studi PT.Bintang Toedjoe Plant Deltamas-Cikarang. Dalam penelitian ini penulis mengumpulkan data hujan kemudian menghitung hujan andalan yang dapat dipanen. Potensi hujan yang dapat dipanen dihitung sesuai dengan koefisien pengaliran dari jenis atap berupa trimdek galvalum, dan luasan area tangkapan hujan pada lokasi studi. Kebutuhan air kemudian di hitung untuk dilakukan optimasi sesuai dengan kapasitas RWH yang ada menggunakan metode chance constrain dengan bantuan solver.

Dari hasil penelitian di dapatkan kinerja RWH sebesar 25,40% dengan volume air yang dapat dimanfaatkan sebesar $3823,242 \text{ m}^3$ dan sisa kebutuhan dipenuhi oleh Recycle water sebesar 74,60% dengan volume air yang dapat dimanfaatkan sebesar $11228,737 \text{ m}^3$. Dari pemanfaatan RWH ini di dapatkan penghematan biaya sebesar Rp 64.482.786 dan penghematan biaya dari pemanfaatan Recycle water sebesar Rp 191.161.781

Kata kunci: Rainwater Harvesting, Optimasi, Ketersediaan, Kebutuhan, Air hujan

ABSTRACT

Optimization of Rain Water Harvesting Performance as an Alternative to Non Consumptive Water Needs (Case Study of PT. Bintang Toedjoe Plan Deltamas - Cikarang). Stephanie Amelinda Wibisana 41116310031, Advisor: Jantiara Eka Nandiasa, ST., MT.

The large number of land use changes that occur especially in urban areas, resulting in reduced absorption areas so that a lot of decline in ground water level, decreased infiltration capacity and so on. So that there will be flooding in the rainy season and drought in the dry season. Seeing the high cost of clean water sources, it is necessary to have another alternative to meet the needs of clean water that is more economical. Seeing the great potential of rainfall in Indonesia, it is expected that the Rain Water Harvesting method can be a solution to meet the needs of clean water. The purpose of this study is to determine the potential of rainwater that can be harvested and its optimal use, non-consumptive water requirements, as well as the amount of cost savings resulting from the existence of this RWH system. In this study the authors used a quantitative approach that is descriptive. The object of this research is a water building in the form of a Rain Water Harvesting system which is located at the PT. Bintang Toedjoe Plant Deltamas-Cikarang Study site. In this study the authors collected rain data and then counted reliable rain that can be harvested. The potential for rain that can be harvested is calculated according to the drainage coefficient of the roof type in the form of the galvalum trimdek, and the extent of the rain catchment area at the study location. The water demand is then calculated to be optimized according to the existing RWH capacity using the chance constrain method with the help of a solver.

From the results of the study, RWH performance was 25.40% with a volume of water that could be utilized at 3823.224 m³ and the remaining needs were met by Rycycle water at 74.60% with a volume of water that could be utilized at 11228.737 m³. From this RWH utilization, a cost savings of Rp 64,482,786 was obtained and a cost savings from the use of Recycle water was Rp. 191,161,781.

Keywords: Rainwater Harvesting, Optimization, Availability, Needs, Rainwater

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis limpahkan kehadiran Allah SWT atas nikmat dan karunia-Nya sehingga penulis diberi kesehatan serta kelancaran dalam menyusun dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir (TA) ini. Maksud dan tujuan dari pembuatan TA adalah sebagai syarat untuk menyelesaikan program studi S1 Fakultas Teknik Sipil di Universitas Mercu Buana. Oleh karena itu penulis melakukan penelitian TA di PT. Bintang Toedjoe dengan judul TA "Analisa Kinerja Metode *Rain Water Harvesting* Sebagai Alternatif Sumber Air Bersih Non Konsumtif (Studi Kasus PT.Bintang Toedjoe Plan Deltamas-Cikarang)" Penulis menyadari benar bahwa pembuatan laporan ini tidak lepas dari bantuan dan doa dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan dan mengucapkan terima kasih yang sebesar besarnya kepada :

1. Bapak Muhammad Isradi, ST, MT selaku Sekprodi Jurusan Teknik Sipil Universitas Mercubuana
2. Ibu Jantiara Eka Nandiasa, ST, MT selaku Dosen Pembimbing
3. Bapak Agung Maryadi S.Si selaku Manager QC PT.Bintang Toedjoe Plan Deltamas yang telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian TA serta mendukung dan membantu penulis baik secara moril dan materil kepada penulis dalam pelaksanaan TA.

4. Ibu Elizabeth Sita Permatasari Sucipto Putri S.farm.,Apt. selaku Supervisor QC PT Bintang Toedjoe yang telah mendukung dan mengizinkan penulis untuk melakukan Penelitian pada RWH di PT.Bintang Toedjoe Plan Deltamas-Cikarang.
5. Seluruh dosen Teknik Sipil Universitas Mercu Buana Bekasi
6. Keluarga penulis, yang telah memberikan dukungan baik secara moral dan materil kepada penulis selama melakukan penelitian Tugas Akhir (TA) dan penyusunan laporan ini
7. Rekan-rekan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Mercu Buana, khususnya angkatan 2016 yang telah membantu dan memberikan dorongan, saran dan kritikan kepada penulis

Penulis juga menyadari benar akan kekurangan dalam penyusunan laporan ini, maka penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak demi perbaikan dan penyempurnaan laporan ini. Akhir kata penulis berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan menambah ilmu bagi pembaca di bidang Teknik Sipil. Aamiin.

Jakarta, 19 April 2020

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Pengesahan	i
Lembar Pernyataan	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	x
Daftar Tabel	xi
Daftar Lampiran	xiii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah	I-1
1.2 Identifikasi Masalah	I-2
1.3 Perumusan Masalah	I-2
1.4 Maksud dan Tujuan Penelitian	I-3
1.5 Manfaat Penelitian	I-3
1.6 Pembatasan dan Ruang Lingkup Masalah	I-4
1.7 Sistematika Penulisan	I-4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Analisis Ketersediaan Air	II-1
2.1.1 Analisis Hidrologi	II-2
2.1.2 Variabilitas Ketersediaan Air	II-3
2.1.3 Debit Andalan	II-4
2.1.4 Keandalan Sistem	II-5
2.1.5 Perhitungan Debit Andalan.....	II-7
2.2 Analisis Kebutuhan Air	II-9
2.2.1 Kebutuhan Air Rumah Tangga dan Perkotaan	II-10
2.2.2 Kebutuhan Industri	II-12

2.3 Hujan.....	II-12
2.3.1 Curah Hujan	II-13
2.3.2 Intensitas Curah Hujan	II-15
2.3.3 Perhitungan Curah Hujan Wilayah	II-16
2.3.4 Perhitungan Curah Hujan Rencana	II-20
2.3.5 Uji Keselarasan	II-28
2.4 Definisi Pemanenan Air Hujan	II-32
2.5 Sistem Pemanenan Air Hujan	II-32
2.6 Prinsip Dasar Pemanenan Air Hujan	II-33
2.6.1 Pemanenan Air Hujan Melalui Atap	II-34
2.6.2 Pemanenan Air Hujan Melalui dan Sumur Resapan	II-36
2.6.3 Pemanenan Air Hujan Melalui Dengan Embung	II-38
2.7 Pemanenan Air Hujan Skala Industri.....	II-41
2.8 Studi Terdahulu	II-43
2.9 Hipotesis Penelitian	II-48

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian	III-1
3.2 Lokasi Penelitian.....	III-1
3.3 Tahapan Alur Penelitian	III-3
3.4 Teknis Pelaksanaan Penelitian.....	III-3
3.4.1 Studi Literatur	III-3
3.4.2 Pengumpulan Data	III-3
3.4.3 Analisis Data	III-3
3.4.4 Kesimpulan dan Saran	III-4
3.5 Waktu Pelaksanaan Penelitian	III-4

BAB IV HASIL DAN ANALISIS

4.1 Data hujan	IV-1
4.2 Perhitungan Curah Hujan Andalan	IV-2
4.3 Perhitungan Kebutuhan Air	IV-4
4.4 Perhitungan Ketersediaan Air	IV-5
4.5 Perbandingan Kebutuhan dan Ketersediaan Air	IV-7

4.6 Optimasi Kebutuhan Air Non Konsumtif	IV-9
4.6.1 Perhitungan Suplai Air.....	IV-9
4.6.2 Optimasi Menggunakan Solver.....	IV-11
4.7 Perbandingan Konsumsi RWH dan Recycle Water.....	IV-15
4.8 Perhitungan Penghematan Biaya	IV-17

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	V-1
5.2 Saran	V-2

DAFTAR PUSTAKA.....

LAMPIRAN



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Ketersediaan Air Permukaan di WS Citarum	II-5
Gambar 2. 2 Contoh Lengkung Lama Aliran	II-8
Gambar 2. 3 Berbagai Jenis Penggunaan Air	II-10
Gambar 2. 4 Stasiun Hujan di Suatu DAS.....	II-17
Gambar 2. 5 Metode Poligon Thiessen.....	II-18
Gambar 2. 6 Metode Isohiet.....	II-19
Gambar 2. 7 Sistem PAH di Atas Permukaan Tanah	II-35
Gambar 2. 8 Sistem PAH di Bawah Permukaan Tanah.....	II-35
Gambar 2. 9 Sistem PAH di Bawah Permukaan Tanah dan Sumur Resapan.....	II-37
Gambar 2. 10 Sistem operasional PAH, sumur resapan dan pengelolaan air hujan dengan filter multimedia.....	II-38
Gambar 2. 11 Embung Musuk.....	II-40
Gambar 2. 12 Embung Bina Latung, Tarakan	II-41
Gambar 3. 1 Lokasi Penelitian.....	III-1
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian	III-2
Gambar 4. 1 Lokasi Penelitian.....	IV-1
Gambar 4. 2 Grafik Curah Hujan Andalan	IV-4
Gambar 4. 3 Koefisien Run Off untuk berbagai jenis catchment area.	IV-6
Gambar 4. 4 Grafik Perbandingan Ketersediaan dan Kebutuhan Air.....	IV-8
Gambar 4. 5 Grafik % Perbandingan Antara RWH dan RW	IV-4
Gambar 4. 6 Persentase Volume Terpenuhi	IV-17
Gambar 4. 7 Grafik Penghematan Biaya 1 tahun	IV-23

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kebutuhan Air Rumah Tangga dan Perkotaan	II-11
Tabel 2. 2 Kebutuhan Air Rumah Tangga, Perkotaan, dan Industri (Liter/kapita/hari) ..	II-12
Tabel 2.3 Tingkatan Hujan Berdasarkan Intensitas Hujan	II-13
Tabel 2. 4 Persyaratan Parameter Statistik Suatu distribusi	II-22
Tabel 2. 5 Reduced Mean (Y_n).....	II-23
Tabel 2. 6 Reduced Standar Deviation (S_n).....	II-24
Tabel 2. 7 Reduced Variate (Y_{tr}).....	II-24
Tabel 2. 8 Variabel Standar (k).....	II-25
Tabel 2. 9 Tabel Nilai k Untuk Distribusi Log Person III	II-28
Tabel 2. 10 Nilai Kritis Untuk Distribusi Chi-kuadrat	II-30
Tabel 2. 11 Nilai Delta Kritis (D_o) Untuk Uji Smirnov-Kolmogorof	II-32
Tabel 3. 1 Rencana Pelaksanaan Penelitian.....	III-4
Tabel 4. 1 Data Curah Hujan Stasiun Perum Jasa Tirta II.....	IV-2
Tabel 4. 2 Contoh Perhitungan CH Andalan	IV-3
Tabel 4. 3 Data Curah Hujan Andalan.....	IV-3
Tabel 4. 4 Tabel Kebutuhan Air Per Hari	IV-5
Tabel 4. 5 Perhitungan Ketersediaan Air Januari - Desember.....	IV-7
Tabel 4. 6 Perbandingan Kebutuhan dan ketersediaan air	IV-8
Tabel 4. 7 Suplai Recycle Water Bulanan	IV-9
Tabel 4. 8 Perhitungan Suplai Air Total	IV-10
Tabel 4. 9 Tabel kebutuhan Air Total	IV-12
Tabel 4. 10 Optimasi Suplai Kebutuhan Air.....	IV-13
Tabel 4. 11 Persentase Perbandingan Suplai Air	IV-14

Tabel 4. 12 Tabel Perbandingan Volume Suplai RWH dan RW.....	IV-15
Tabel 4. 13 Tarif Dasar PDAM Bekasi.....	IV-17
Tabel 4. 14 Kelompok Pelanggan PDAM Bekasi	IV-18
Tabel 4. 15 Perhitungan Penghematan Biaya	IV-21



DAFTAR LAMPIRAN

Lembar Asistensi	Lampiran-1
Gambar Penampang Atap	Lampiran-2
Gambar Layout RWH	Lampiran-3

