PEMANENAN AIR HUJAN UNTUK PENYEDIAAN AIR BERSIH GEDUNG SERBA GUNA

TESIS

Karya Tulis sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Magister Teknik

Oleh :

SHAKILLA SAHAB

NIM D2071221003

(Program Studi Magister Teknik Sipil)



FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

2024


UNIVERSITAS TANJUNGPURA
PONTIANAK

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Shakilla Sahab

NIM : D2071221003

Menyatakan bahwa dalam tesis yang berjudul "Pemanenan Air Hujan Untuk Penyediaan Air Bersih Gedung Serba Guna" tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar magister di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbistkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka.

Demikian penyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya. Saya sanggup menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang dibuat ini tidak benar.

Pontianak, 26 September 2024



Shakilla Sahab
D2071221003

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186 Email : ft@untan.ac.id Website : http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

Pemanenan Air Hujan Untuk Penyediaan Gedung Serba Guna

Jurusan Teknik Sipil
Program Studi Magister Teknik Sipil

Oleh :

Shakilla Sahab
NIM. D2071221003

Telah dipertahankan didepan Penguji Tesis pada tanggal 1 Oktober 2024 dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Magister Teknik (M.T.)

Susunan Penguji Tesis:

Dosen Pembimbing Utama	: Dr. Nurhayati, S.T., M.T. NIP. 197101041998022001
Dosen Pembimbing Kedua	: Dr. Herwani, S. T., M. T. NIP. 197107261998021001
Dosen Penguji Utama	: Dr. Eti Sulandari, S.T., M.T. NIP. 197107201998022001

Pontianak, 1 Oktober 2024

Dekan,

Dr. Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM
NIP. 196712231992031002

Pembimbing Utama

Dr. Nurhayati, S.T., M.T.
NIP. 197101041998022001

KATA PENGANTAR

Puji syukur dan Alhamdulillah kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini. Tesis ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di program studi Magister Teknik Sipil.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan motivasi selama proses penyusunan tesis ini, terutama kepada:

1. Ibu Dr. Nurhayati, S.T., M.T. dan Bapak Dr. Herwani, S.T., M.T selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan saran yang sangat berharga dalam penyusunan tesis ini.
2. Ibu Dr. Eti Sulandri, S.T., M.T. selaku dosen penguji yang telah bersedia meluangkan waktu yang berharga
3. Seluruh dosen dan staff di program studi Magister Teknik Sipil yang telah memberikan ilmu dan pengalaman selama proses perkuliahan.
4. Pihak-pihak yang terlibat dalam proyek Bangunan Serba Guna di Kuala Dua yang telah memberikan izin dan kesempatan kepada penulis untuk melakukan penelitian di lokasi proyek.
5. Teman-teman seangkatan yang telah memberikan dukungan dan semangat selama proses penelitian dan penyusunan tesis ini.
6. Keluarga tercinta terutama kedua orang tua yaitu Umi ku Dewi Anggraeni dan Abah Wan Muhammad Ilham Ali Sahab yang selalu memberikan doa, dukungan, dan motivasi kepada penulis.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan tesis ini. Semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang teknik sipil.

Pontianak, 26 September 2024

Penulis,

Shakilla Sahab

ABSTRAK

Pemenuhan kebutuhan air bersih yang berkelanjutan untuk menemukan solusi alternatif penyediaan air bersih di wilayah yang mengalami pertumbuhan pesat di berbagai sektor, termasuk transportasi dan pergudangan. Pertumbuhan ini membawa dampak positif bagi perekonomian lokal, namun juga menimbulkan tantangan baru dalam penyediaan sumber daya air yang berkelanjutan. Gedung Serba Guna Kuala Dua saat ini bergantung pada air tanah untuk memenuhi kebutuhan air bersih, yang dapat menyebabkan penurunan muka tanah dan kualitas air tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem pemanenan air hujan yang efektif dan efisien guna mengurangi ketergantungan pada sumber air tanah. Metodologi penelitian mencakup analisis hidrologi, evaluasi kebutuhan air bersih, dan desain sistem pemanenan air hujan. Data yang digunakan meliputi data primer seperti dimensi atap gedung dan informasi sistem drainase serta data sekunder, yaitu data curah hujan harian maksimum selama 16 tahun (2008-2023) dari BWSK Kalimantan I. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Gedung Serba Guna Kuala Dua memiliki potensi besar untuk penerapan sistem pemanenan air hujan, menggunakan konsep tangki penyimpanan berbentuk balok berbahan dasar polyethylene berkapasitas 2000 liter yang mempunyai kelebihan ramah di simpan tanpa perlu lahan yang besar, berkesinambungan dengan luas atap yang memadai untuk kebutuhan air bersih yang signifikan. Debit air yang dapat dipanen mencapai 144,57 m^3/hari, dengan intensitas hujan rencana sebesar 0,08 m/jam. Rancangan sistem meliputi penggunaan pipa horizontal dan talang dengan dimensi yang sesuai untuk menangani debit air yang dihasilkan.

Kata kunci: pemanenan air hujan, kebutuhan air bersih, pengelolaan sumber daya air, pengurangan ketergantungan air tanah, analisis hidrologi

ABSTRACT

The fulfillment of sustainable clean water needs aims to find alternative solutions for clean water supply in areas experiencing rapid growth in various sectors, including transportation and warehousing. This growth has a positive impact on the local economy but also poses new challenges in sustainable water resource provision. The Kuala Dua multi purpose Building currently relies on groundwater to meet its clean water needs, which can lead to land subsidence and deterioration of groundwater quality. The objective of this study is to develop an effective and efficient rainwater harvesting system to reduce dependence on groundwater sources. The research methodology includes hydrological analysis, evaluation of clean water needs, and the design of a rainwater harvesting system. The data used includes primary data such as building roof dimensions and drainage system information, as well as secondary data, namely maximum daily rainfall data over 16 years (2008-2023) from BWSK Kalimantan I. The results of the study indicate that the Kuala Dua Multi-purpose Building has great potential for the implementation of a rainwater harvesting system, using a block-shaped storage tank made of polyethylene with a capacity of 2000 liters, which has the advantage of being environmentally friendly and does not require a large area for storage, in synergy with a sufficiently large roof area to meet significant clean water needs. The water discharge that can be harvested reaches 144.57 m^3/day, with a planned rainfall intensity of 0.08 m/hour. The system design includes the use of horizontal pipes and gutters with dimensions suitable for handling the generated water discharge.

Keywords: rainwater harvesting, clean water needs, water resource management, reduction of groundwater dependence, hydrological analysis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR ..... **i**

ABSTRAK ..... **ii**

ABSTRACT ..... **iii**

DAFTAR ISI ..... **iv**

DAFTAR GAMBAR ..... **vii**

DAFTAR TABEL ..... **viii**

DAFTAR LAMPIRAN ..... **x**

BAB I PENDAHULUAN **1**

1.1 Latar Belakang 1

1.2 Perumusan Masalah 2

1.3 Tujuan Penelitian 2

1.4 Pembatasan Masalah 2

1.5 Manfaat Penelitian 3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA **4**

2.1 Pemanenan Air Hujan (PAH) 4

2.1.1 Manfaat Pemanenan Air Hujan 4

2.1.2 Komponen dan Desain Sistem PAH 4

2.1.3 Tantangan dan Pertimbangan 5

2.2 Dampak Penggunaan Air Tanah Berlebihan 5

2.2.1 Penurunan Muka Tanah 5

2.2.2 Penurunan Kualitas Air Tanah 6

2.2.3 Dampak Ekologis 6

2.2.4 Dampak Sosial dan Ekonomi 6

2.3 Hidrologi 7

2.3.1 Siklus Hidrologi 7

2.3.2 Peran Hidrologi Dalam Pemanenan Air Hujan 8

2.3.3 Tantangan Hidrologi Dalam Konteks Perubahan Iklim 8

2.4 Curah Hujan Harian Maksimum 8

2.4.1 Metode Pengukuran Gumbel 9
2.4.2 Metode Pengukuran Normal 9
2.4.3 Metode Pengukuran Log Pearson Type III 9
2.5 Aplikasi Dalam Perencanaan Infrastruktur 10
2.6 Tantangan dalam Prediksi Curah Hujan Ekstrem 12
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 13
3.1 Lokasi Penelitian 13
3.2 Teknik Pengumpulan Data 14
3.2.1 Data Primer 14
3.2.2 Data Sekunder 14
3.3 Populasi dan Sampel 14
3.3.1 Populasi 14
3.3.2 Sampel 15
3.4 Analisis Data 15
3.4.1 Analisis Hidrologi 15
3.4.2 Permodelan Sistem PAH 17
3.4.3 Evaluasi Efisiensi 17
3.5 Diagram Alir Penelitian 18
BAB IV HASIL DAN PEMBASAHAN 19
4.1 Gedung Serba Guna 19
4.2 Intensitas Curah Hujan 22
4.2.1 Analisis Data Curah Hujan 22
4.2.2 Kuantitas Air Hujan Dapat Dipanen 24
4.3 Distribusi Probabilitas Hujan Rencana 26
4.3.1 Distribusi Probabilitas Metode Gumbel 26
4.3.2 Distribusi Probabilitas Metode Normal 31
4.3.3 Distribusi Probabilitas Metode Log Pearson Type III 32
4.4 Uji Distribusi Probabilitas Metode Chi Kuadrat 34
4.4.1 Uji Metode Gumbel 35
4.4.2 Uji Metode Normal 36
4.4.3 Uji Metode Log Pearson Type III 37
4.5 Komponen Utama Desain PAH 38

4.5.1 Tangki Penyimpanan 38
4.5.2 Talang dan Pipa 39
4.6 Rencana Anggaran Biaya (RAB) 43
BAB V PENUTUP 45
5.1 Kesimpulan 45
5.2 Saran 46
DAFTAR PUSTAKA 48
LAMPIRAN 51

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Penggunaan Air Tanah Berdampak Pada Penurunan Muka Tanah (Sharifi et al., 2024)..... 6
Gambar 2.2 Siklus Hidologi (*Encyclopedia Britannica, Inc,*2024) 7
Gambar 2.3 Tangki Penyimpanan Berbentuk Persegi Panjang Kasitas 2000 Liter (*www.thintanks.com.au/our-range/2000L,* 2024) 11
Gambar 2.4 Penerapan Penggunaan Tangki Penyimpanan Kapasitas 2000 Liter (*www.thintanks.com.au/our-range/2000L,* 2024) 11
Gambar 3.1 Peta Lokasi Proyek 13
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian..... 18
Gambar 4.1 Situasi Kawasan Gedung Serba Guna Kuala Dua 19
Gambar 4.2 Gedung Serba Guna Kuala Dua Blok A 20
Gambar 4.3 Gedung Serba Guna Kuala Dua Blok B 20
Gambar 4.4 Curah Hujan Maksimum dan Rata-rata Maksimum Tahun 2008 hingga 2023 Stasiun Hujan PTK-11 23
Gambar 4.5 Komponen - Komponen Sistem Pemanenan Air Hujan Gedung Serba Guna Kuala Dua..... 39

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Jenis-Jenis Tangki Penyimpanan Beserta Kapasitas 10
Tabel 4.1 Standar Kebutuhan Air untuk Berbagai Sektor (Pemerintah Republik Indonesia,2005) 21
Tabel 4.2 Curah Hujan Harian Maksimum Stasiun Hujan PTK-11 (BWS Kalimantan I)..... 22
Tabel 4.3 Curah Hujan Maksimum Tahun 2008-2023 Stasiun Hujan PTK-11 ... 23
Tabel 4.4 Koefisien Aliran Permukaan (Koefisien *Run-Off*) 25
Tabel 4.5 Data Curah Hujan Maksimum Harian Menggunakan Metode Gumbel26
Tabel 4.6 Nilai Variasi Reduksi Gumbel 28
Tabel 4.7 Variasi Reduksi Gauss..... 31
Tabel 4.8 Perhitungan Distribusi Probabilitas Metode Normal 31
Tabel 4.9 Data Curah Hujan Transformasi Logaritma..... 32
Tabel 4.10 Nilai K Distribusi Type III dan Log Pearson Type III..... 33
Tabel 4.11 Hasil Perhitungan Periode Ulang Metode Log Pearson Type III..... 34
Tabel 4.12 Perhitungan Distribusi Probabilitas Metode Log Pearson Type III ... 34
Tabel 4.13 Hasil Rekapitulasi Distribusi Probabilitas Ketiga Metode..... 34
Tabel 4.14 Hasil Uji Distribusi Probabilitas Metode Gumbel 35
Tabel 4.15 Hasil Uji Distribusi Probabilitas Metode Normal 36
Tabel 4.16 Hasil Uji Distribusi Probabilitas Metode Normal 37
Tabel 4.17 Rekapitulasi Metode Uji Chi Kuadrat $(X2)$..... 38
Tabel 4.18 Standar Penentuan Ukuran Perpipaan Air Hujan Horizontal Pada Bangunan Gedung (Pemerintah Republik Indonesia, 2015)..... 40
Tabel 4.19 Standar Penentuan Ukuran Perpipaan Air Hujan Horizontal Pada Bangunan Gedung Lanjutan (Pemerintah Republik Indonesia, 2015)41
Tabel 4.20 Standar Penentuan Ukuran Talang Pada Bangunan Gedung 41
Tabel 4.21 Standar Penentuan Ukuran Talang Pada Bangunan Gedung Lanjutan (Pemerintah Republik Indonesia, 2015)..... 42
Tabel 4.22 Rencana Anggaran Biaya Sistem Pemanenan Air Hujan Gedung Serba Guna Kuala Dua 43

Tabel 4.23 Rencana Anggaran Biaya Sistem Pemanenan Air Hujan Gedung Serba Guna Kuala Dua Lanjutan..... 44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A.1 Gambar Eksisting Saluran Gedung Serba Guna Kuala Dua..... 51
Lampiran A.2 Gambar Eksisting Saluran Belakang Gedung Serba Guna Kuala Dua 52
Lampiran A.3 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Beton K225 (Mengunankan Molen) 53
Lampiran B. 1 Data Curah Hujan Harian Tahun 2008 ……54
Lampiran B. 2 Data Curah Hujan Harian Tahun 2009..... 55
Lampiran B. 3 Data Curah Hujan Harian Tahun 2010..... 56
Lampiran B. 4 Data Curah Hujan Harian Tahun 2011..... 57
Lampiran B. 5 Data Curah Hujan Harian Tahun 2012..... 58
Lampiran B. 6 Data Curah Hujan Harian Tahun 2013..... 59
Lampiran B. 7 Data Curah Hujan Harian Tahun 2014..... 60
Lampiran B. 8 Data Curah Hujan Harian Tahun 2015..... 61
Lampiran B. 9 Data Curah Hujan Harian Tahun 2016..... 62
Lampiran B. 10 Data Curah Hujan Harian Tahun 2017 63
Lampiran B. 11 Data Curah Hujan Harian Tahun 2018 64
Lampiran B. 12 Curah Hujan Harian Tahun 2019 65
Lampiran B. 13 Data Curah Hujan Harian Tahun 2020 66
Lampiran B. 14 Data Curah Hujan Harian Tahun 2021 67
Lampiran B. 15 Data Curah Hujan Harian Tahun 2022 68
Lampiran B. 16 Data Curah Hujan Harian Tahun 2023 69
Lampiran C.1 Gambar Desain Komponen Sistem Pemanenan Air Hujan …….. 70
Lampiran C.2 Gambar Desain Situasi Komponen Sistem Pemanenan Air Hujan71
Lampiran C.3 Gambar Atap Komponen Sistem Pemanenan Air Hujan…….. 72
Lampiran C.4 Gambar Tampak Samping Blok A Sistem Pemanenan Air Hujan…… 73
Lampiran C.5 Gambar Tampak Samping Blok B Sistem Pemanenan Air Hujan…… 74
Lampiran C.6 Gambar Tampak Depan dan Belakang Blok A Sistem Pemanenan Air Hujan……..... 75

Lampiran C.7 Gambar Tampak Samping Blok B Sistem Pemanenan Air Hujan……. 76

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan mendesak untuk menemukan solusi alternatif penyediaan air bersih di Gedung Serba Guna Kuala Dua yang terletak di Kabupaten Kubu Raya Provinsi Kalimantan Barat. Wilayah ini mengalami peningkatan pertumbuhan di berbagai sektor, termasuk sektor transportasi dan pergudangan. Pertumbuhan ini membawa dampak positif bagi perekonomian lokal, namun juga menimbulkan tantangan baru, terutama dalam hal penyediaan sumber daya air yang berkelanjutan.

Gedung Serba Guna Kuala Dua pada saat ini bergantung pada air tanah untuk memenuhi kebutuhan air bersih. Dilansir berita dari InfoPublik pada Jum'at tanggal 22 Desember tahun 2023 yang dimana pada wilayah Kabupaten Kubu Raya mendapat bantuan 3 unit sumur air tanah (sumur bor) dari Balai Wilayah Sungai Kalimantan I Pontianak. Penggunaan air tanah yang berlebihan dapat menyebabkan penurunan muka tanah yang merupakan masalah lingkungan serius di banyak wilayah, termasuk di Kabupaten Kubu Raya. Meningkatnya aktivitas di sektor transportasi dan pergudangan menyebabkan permintaan akan air bersih diperkirakan akan terus meningkat, sehingga menambah tekanan pada sumber air tanah yang sudah terbatas.

Pemanenan air hujan (PAH) muncul sebagai alternatif yang potensial. PAH adalah teknologi sederhana yang dapat menangkap dan menyimpan air hujan untuk digunakan sebagai sumber air bersih (Sulistyorin et al., 2020). Teknologi ini telah berhasil diterapkan di berbagai wilayah di dunia dan menawarkan manfaat lingkungan yang signifikan dengan mengurangi ketergantungan pada sumber air tanah.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem PAH yang efektif untuk Gedung Serba Guna Kuala Dua, dengan memanfaatkan data curah hujan historis dan analisis hidrologi untuk menentukan kapasitas dan komponen sistem yang optimal. Penerapan sistem PAH, diharapkan dapat mengurangi tekanan pada sumber air tanah, mengurangi risiko penurunan muka tanah, dan menyediakan solusi air bersih yang berkelanjutan bagi pengguna gedung. Penelitian ini juga

berupaya untuk mendukung Kabupaten Kubu Raya dalam mengelola pertumbuhan ekonominya secara berkelanjutan dan ramah lingkungan.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan permasalahan yang ada, dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana analisis hidrologi dapat digunakan untuk menentukan potensi volume air hujan yang dapat ditampung oleh Gedung Serba Guna Kuala Dua?
2. Bagaimana kontribusi dalam pemanenan air hujan mengurangi ketergantungan pada sumber air tanah di Gedung Serba Guna Kuala Dua?
3. Bagaimana desain sistem Pemanenan Air Hujan dapat dioptimalkan untuk efisiensi biaya dan operasional?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian yang akan diambil dari perumusan masalah diatas adalah:

1. Mengukur potensi volume air hujan yang dapat ditampung oleh Gedung Bangunan Serba Guna Kuala Dua.
2. Merancang sistem tampungan pemanenan air hujan sesuai dengan debit yang dianalisis di Gedung Serba Guna Kuala Dua.
3. Analisis biaya rancangan sistem pemanenan air hujan di Gedung Serba Guna Kuala Dua.

1.4 Pembatasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, peneliti akan memberikan batasan untuk masalah dalam penelitian ini, yaitu:

1. Fokus pada komponen utama sistem pemanenan air hujan seperti talang, pipa, dan tangki penampungan
2. Tidak membahas aspek lain seperti kualitas air hujan dan sistem pengolahan air secara mendalam
3. Analisis kebutuhan air bersih menggunakan standar yang berlaku dengan tidak mencakup kegiatan diluar gedung atau sektor lain di Kabupaten Kubu Raya

4. Implementasi sistem pemanenan air hujan pada estimasi biaya tidak dianalisis biaya operasional jangka panjang dan potensi penghematan biaya tidak menjadi fokus utama.

1.5 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini berfungsi sebagai studi kasus yang memungkinkan penerapan teori akademis ke dalam praktik nyata. Hal ini membantu dalam menjembatani kesenjangan antara pengetahuan teoretis dan aplikasi praktis, memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang tantangan dan solusi dalam pengelolaan air berkelanjutan.
2. Penelitian ini dapat mendukung pengembangan dan implementasi kebijakan pengelolaan air yang lebih baik. Dengan menyediakan data dan analisis yang komprehensif, hasil penelitian ini dapat digunakan oleh pembuat kebijakan untuk merumuskan regulasi yang mendorong penggunaan sumber daya air berkelanjutan dan sadar akan masalah secara signifikan yang memilih menggunakan air tanah.
3. Penelitian ini dapat meningkatkan kesadaran tentang pentingnya pengelolaan sumber daya air yang berkelanjutan. Dengan menunjukkan manfaat dan efektivitas sistem pemanenan air hujan, penelitian ini dapat mendorong penerapan praktik serupa di lokasi lain, baik di sektor publik maupun swasta, sehingga berkontribusi pada upaya konservasi air dan pelestarian lingkungan secara lebih luas