ANALISA PENGGUNAAN AIR PERUMDAM DI FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS UNIVERSITAS TANJUNGPURA PONTIANAK

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Jurusan Teknik Sipil

Oleh :

PANJI SEPTI AJI

NIM. D1011181013

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2025

HALAMAN PERSETUJUAN

Judul Skripsi	:	Analisa Penggunaan Air Perumdam di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura Pontianak
Nama Mahasiswa	:	Panji Septi Aji
NIM	:	D1011181013
Program Studi	:	Teknik Sipil

Pontianak, 09 Juli 2025

Pembimbing Utama	Pembimbing Kedua
Umar, S. T., M. T., IPM	Ir. Danang Gunarto, S. T., M. T., IPM
NIP. 197101031996011001	NIP. 197506182000121001

KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS TANJUNGPURA
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Prof. Dr. H. Hadari Nawawi Pontianak 78124
Telepon (0561) 740186, WA: +6282152280907
Email : ft@untan.ac.id Website : http://teknik.untan.ac.id

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISA PENGGUNAAN AIR PERUMDAM DI FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS UNIVERSITAS TANJUNGPURA PONTIANAK

Jurusan Teknik Sipil
Program Studi Sarjana Teknik Sipil

Oleh:

Panji Septi Aji
NIM D1011181013

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi/Tugas Akhir pada tanggal 09 Juli 2025 dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana

Susunan Penguji Skripsi/Tugas Akhir

Dosen Pembimbing Utama	: Umar, S. T., M. T., IPM NIP. 197101031996011001
Dosen Pembimbing Kedua	: Ir. Danang Gunarto, S. T., M. T., IPM NIP. 197506182000121001
Dosen Penguji Utama	: Dr. Eng. Moch Meddy Danial, S. T., M. T., IPM NIP. 197105012000121001
Dosen Penguji Kedua	: Dr. Ir. Nurhayati, S. T., M. T. NIP. 197101041998022001

Pontianak, 09 Juli 2025

Dekan,

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

Pembimbing Utama

Umar, S. T., M. T., IPM
NIP. 197101031996011001

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Panji Septi Aji

NIM : D1011181013

Program Studi : Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa dalam skripsi yang berjudul "ANALISA PENGGUNAAN AIR PERUMDAM DI FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS UNIVERSITAS TANJUNGPURA PONTIANAK" ini benar-benar karya sendiri dan tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi manapun. Sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Pustaka. Saya bersedia menerima konsekuensi akademis dan hukum di kemudian hari apabila pernyataan yang saya buat ini tidak benar.

Demikianlah pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan bertanggung jawab.

Pontianak, 09 Juli 2025

Yang membuat pernyataan,



Panji Septi Aji

NIM. D1011181013

Analisa Penggunaan Air Perumdam di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura Pontianak

Panji Septi Aji[1] , Umar[2] , Danang Gunarto[3]

ABSTRAK

Kebutuhan air bersih di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura Pontianak meningkat seiring bertambahnya jumlah civitas akademika dan aktivitas harian. Meskipun pasokan air dari Perumdam cukup memadai, pengelolaan dan distribusi air masih belum optimal, yang berpotensi menyebabkan pemborosan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kebutuhan air bersih, volume bak penampung, dan debit aliran air dari sumber Perumdam, serta mengevaluasi efisiensi penggunaan air di fakultas. Penelitian dilakukan dengan menghitung kebutuhan air berdasarkan jumlah pengguna (4.720 orang) dan zona/sektor, serta mengukur debit aliran air melalui data meteran air. Hasil analisis menunjukkan kebutuhan air teoritis berdasarkan jumlah pengguna sebesar 566,4 m^3/bulan, mendekati konsumsi aktual rata – rata yaitu sebesar 561,4 m^3/bulan, sedangkan berdasarkan zona/sektor hanya 225 m^3/bulan, sehingga kurang tepat digunakan sebagai perencanaan. Volume total bak penampung adalah 89,569 m^3, cukup untuk memenuhi kebutuhan harian, dengan sumber air dari Perumdam dan air hujan. Debit aliran air bervariasi, misalnya 27,68 m^3/hari dari Tangki Air 1 ke Tangki Air 4, yang menunjukkan distribusi air yang cukup efisien. Secara keseluruhan, sistem pengelolaan air dinilai cukup efisien berdasarkan jumlah pengguna, tetapi kurang efisien berdasarkan zona/sektor. Penelitian ini merekomendasikan pendekatan berbasis jumlah pengguna dalam perencanaan kebutuhan air, serta penerapan pemantauan rutin guna mendeteksi pemborosan, sebagai dasar pengelolaan air yang lebih optimal di lingkungan pendidikan.

Kata kunci: Kebutuhan Air Bersih, Volume Bak Penampung, Debit Aliran Air

Analysis of Water Usage at Perumdam in the Faculty of Economy and Business Tanjungpura University Pontianak

Panji Septi Aji[1], Umar[2], Danang Gunarto[3]

ABSTRACT

The demand for clean water at the Faculty of Economics and Business, Tanjungpura University, Pontianak, has increased along with the growing number of academics and daily activities. Although the water supply from Perumdam is adequate, water management and distribution are still not optimal, which has the potential leading to cause waste. This study aims to analyze the demand for clean water, the volume of storage tanks, and the flow rate of water from the Perumdam source, as well as to evaluate the efficiency of water use at the faculty. The study was conducted by calculating water needs based on the number of users (4,720 people) and zones/sectors, as well as measuring water flow rates using water meter data. The results show that the theoretical water demand based on the number of users is 566.4 m³/month, which is close to the average actual consumption of 561.4 m³/month, while based on zones/sectors it is only 225 m³/month, making it less suitable for planning purposes. The total volume of the storage tanks is 89.569 m³, sufficient for daily needs, with water sources from Perumdam and rainwater. Water flow rates vary, for example, 27.68 m³/day from Water Tank 1 to Water Tank 4, indicating fairly efficient distribution. Overall, the water management system is considered sufficiently efficient based on the number of users, but less efficient based on zones/sectores. This study recommends a user-based approach in planning water needs, along with the implementation of routine monitoring to detect wastage, as a basis for more optimal water management in educational environments.

Keywords: *Clean Water Needs, Storage Tank Volume, Water Flow Rate*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas segala rahmat-Nya. Begitu pula kepada berbagai pihak yang telah membantu dalam setiap tahapan penulisan skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih, terutama kepada Bapak Umar, S. T., M. T., IPM selaku dosen pembimbing I yang dengan kesabaran, keikhlasan, dan sifat kebapakannya telah membimbing dan memotivasi penulis untuk menyelesaikan pendidikan dan penulisan skripsi ini. Semua itu akan penulis kenang sebagai bekal di masa mendatang. Begitu juga Bapak Ir. Danang Gunarto, S. T., M. T., IPM yang dengan ketelitian dan kesabaran dalam menasehati penulis tetapi kritis dan cemerlang dalam berpikir telah menggugah penulis untuk tidak menyerah memperbaiki kesalahan atau kekeliruan yang masih muncul dalam penyusunan skripsi ini. Semoga Allah SWT tetap memberikan yang terbaik untuk beliau.

Bapak Dr. Eng. Moch Meddy Danial, S. T., M. T., IPM dan Ibu Dr. Ir. Nurhayati, S. T., M. T. terima kasih atas saran dan masukan yang telah diberikan dalam seminar proposal dan ujian skripsi ini. Semoga ilmu Bapak dan Ibu membuat skripsi ini lebih sempurna. Untuk Dosen Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak yang telah membagi ilmunya, penulis sampaikan rasa terima kasih yang dalam. Semoga semuanya menjadi amal ibadah yang baik.

Tidak lupa pula rasa haru dan terima kasih penulis sampaikan kepada Ibu Dr. Elsa Tri Mukti, S. T., M. T. Sebagai Dosen Pembimbing Akademik yang dengan kesabaran dan hatinya yang lembut dalam menasehati penulis hingga mengantar penulis untuk menyelesaikan pendidikan. Hal ini semua tentu berkat kerjasama beliau dengan Ketua Jurusan Teknik Sipil, Wakil Dekan Bidang Akademik, serta Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura Pontianak yang telah memberikan kemudahan dan pengarahan kepada mahasiswanya, terutama dalam proses perizinan penelitian dan pengesahan skripsi ini.

Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dari Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura Pontianak yang telah memberikan izin dan kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan penelitian di

lingkungannya. Dukungan dan kerja sama yang diberikan sangat berarti dalam kelancaran proses pengumpulan data serta keberhasilan penyusunan skripsi ini.

Secara khusus kepada orang tua tercinta yang tiada hentinya mendoakan dan memberi perhatian untuk kesuksesan, penulis sampaikan terima kasih yang mendalam. Semoga jerih payah beliau mendapat imbalan dari Allah SWT dan telah memperkuat keyakinan penulis bahwa tanpa beliau penulis tidak akan pernah ada dan tidak akan berhasil.

Penulis berharap semoga segala kebaikan dan ketulusan mendapat balasan dari Allah SWT. Penyusunan skripsi ini telah diusahakan semaksimal mungkin, namun sebagaimana manusia biasa tentunya masih terdapat kekurangan. Untuk itu apabila terdapat kekeliruan dalam penyusunan skripsi ini penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun agar menjadi suatu perbaikan untuk kemajuan masa yang akan datang. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terima kasih, semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca atau penulis yang lain di masa yang akan datang.

Pontianak, 09 Juli 2025

Penulis,



Panji Septi Aji

NIM. D1011181013

DAFTAR ISI

HALAMAN PERSETUJUAN ..... **i**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
PERNYATAAN ..... **iii**
ABSTRAK ..... **iv**
ABSTRACT ..... **v**
KATA PENGANTAR ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **viii**
DAFTAR GAMBAR ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xii**
DAFTAR DIAGRAM ..... **xiii**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penulisan 2
1.4 Pembatasan Masalah 2
1.5 Sistematika Penulisan 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **5**
2.1. Air 5
2.2. Sumber Air 5
2.2.1. Jenis – Jenis Sumber Air 6
2.3. Persyaratan Penyediaan Air Bersih 7
2.4. Optimasi Penyediaan Air Bersih 9
2.5. Faktor yang Mempengaruhi Penyediaan Air 10
2.6. Ketersediaan Air Bersih 11
2.7. Kebutuhan Air Bersih 11
2.8. Standar Kebutuhan Air Bersih 12
2.9. Komponen Jaringan Distribusi 16
2.9.1. Meteran Air Bersih 17
2.9.2. Bak Penampung 17
2.9.3. Pipa Air Bersih 18
2.9.4. Sistem Penyediaan Air Bersih 18
2.10. Sistem Permipaan Air Bersih Pada Bangunan 19
2.12. Sistem Jaringan Distribusi 21
2.13. Perhitungan Jumlah Pengguna Air 24

2.14. Perhitungan Jumlah Debit 24
2.14.1. Debit Perhari 25
2.14.2. Debit Perjam 25
2.14.3. Debit Puncak 25
2.14.4. Debit Perbulan 26
2.15. Perhitungan Kebutuhan Bak Air 26
2.16. Perhitungan Debit Aliran Menggunakan Persamaan Bernoulli 26
2.17. Penelitian Terdahulu 27
BAB III METODOLOGI PENELITIAN 29
3.1. Kerangka Teoritis 29
3.2. Lokasi Penelitian 29
3.3. Diagram Alir Penelitian 30
3.4. Metode Penelitian 31
3.5. Metode Pengumpulan Data 31
3.6. Teknik Analisis Data 32
3.6.1. Menentukan Area Distribusi Aliran Air Bersih 32
3.6.2. Perhitungan Jumlah Pengguna Air Bersih 32
3.6.3. Perhitungan Jumlah Kebutuhan Air Bersih 33
3.6.4. Perhitungan Kebutuhan Volume Bak Penampung 33
3.6.5. Perhitungan Debit Aliran 33
3.7. Data dan Sumber data 33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 35
4.1. Jaringan Air Bersih Eksisting 35
4.1.1. Bak Penampung 37
4.1.2. Tangki Air 39
4.2. Zonasi Jaringan Air Bersih 39
4.3. Analisis Kebutuhan Air Bersih 50
4.3.1. Berdasarkan Data Jumlah Pengguna Air Bersih 50
4.3.2. Berdasarkan Zona dan Sektor Gedung 52
4.1.3. Perhitungan Kebutuhan Air Sektor Gedung Perkuliahan 65
4.1.4. Perhitungan Kebutuhan Air Sektor Masjid 67
4.1.5. Perhitungan Kebutuhan Air Sektor Kantor 68
4.4. Perhitungan Kebutuhan Volume Bak Penampung 70
4.5. Perhitungan Debit Aliran Air 72
4.6. Resume Penggunaan Air Bersih 80
4.7. Efisiensi Penggunaan Air Bersih 83

BAB V PENUTUP 85
5.1. Kesimpulan 85
5.2. Saran 86
DAFTAR PUSTAKA 87
LAMPIRAN 90

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Jaringan Sistem Cabang (Sarwoko, 1985) 21
Gambar 2. 2. Jaringan Sistem Melingkar (Sarwoko, 1985)..... 23
Gambar 3. 1. Lokasi Penelitian..... 29
Gambar 4. 1. Titik Lokasi Meteran, Ground Watertank dan Watertank..... 35
Gambar 4. 2. Daerah Layanan Air Bersih 36
Gambar 4. 3. Jalur Layanan Air Bersih 36
Gambar 4. 4. Ground Watertank 1 dan 2 37
Gambar 4. 5. Ground Watertank 3 38
Gambar 4. 6. Tangki Air 39
Gambar 4. 7. Area Layanan Air 1 41
Gambar 4. 8. Area Layanan Air 2 42
Gambar 4. 9. Area Layanan Air 3 43
Gambar 4. 10. Area Layanan Air 4 44
Gambar 4. 11. Area Layanan Air 5 45
Gambar 4. 12. Area Layanan Air 6 46
Gambar 4. 13. Area Layanan Air 7 47
Gambar 4. 14. Area Layanan Air 8 48
Gambar 4. 15. Area Layanan Air 9 49
Gambar 4. 16. Data Meteran Air Bulan Februari 2025 80
Gambar 4. 17. Data Meteran Air Bulan Maret 2025 80
Gambar 4. 18. Data Meteran Air Bulan April 2025 81
Gambar 4. 19. Data Meteran Air Bulan Mei 2025 81

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Kategori Kebutuhan Air Domestik 12
Tabel 2. 2. Pemakaian Air Domestik Berdasarkan SNI Tahun 1997 13
Tabel 2. 3. Kategori Kebutuhan Air Non Domestik 14
Tabel 2. 4. Kebutuhan Air Non Domestik Kota Kategori I,II,III,IV 15
Tabel 2. 5. Kebutuhan Air Non Domestik Kota Kategori V 15
Tabel 2. 6. Kebutuhan Air Non Domestik Kota Kategori Lain 16
Tabel 4. 1. Volume Bak Penampungan 38
Tabel 4. 2. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Jumlah pengguna 64
Tabel 4. 3. Sektor Bangunan dan Debit Bulanan 69
Tabel 4. 4. Kebutuhan Debit Bulanan Berdasarkan Sektor 69
Tabel 4. 5. Volume Bak Penampung 70
Tabel 4. 6. Hasil Rekapitulasi Perhitungan Debit Aliran 79
Tabel 4. 7. Hasil Rekapitulasi Debit Aliran 79
Tabel 4. 8. Debit Penggunaan Air 82
Tabel 4. 9. Perbandingan Kebutuhan dan Penggunaan Air (Februari – Mei) 84

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 2. 1. Diagram Sistem Distribusi Air Bersih Down Feed 20
Diagram 2. 2. Diagram Sistem Distribusi Air Bersih Up Feed 21
Diagram 3. 1. Diagram Alir Penelitian 30

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang sangat penting bagi kehidupan manusia, termasuk dalam lingkungan pendidikan seperti universitas. Ketersediaan air yang cukup dan berkualitas menjadi penunjang utama bagi kelancaran berbagai aktivitas di lingkungan kampus, baik aktivitas akademik maupun non-akademik. Seiring dengan meningkatnya jumlah mahasiswa dan staf pengajar, kebutuhan air di lingkungan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura Pontianak juga mengalami peningkatan. Namun, di sisi lain, penggunaan air yang tidak terkontrol dapat memicu terjadinya pemborosan dan berdampak pada meningkatnya biaya operasional kampus. Penggunaan air yang tidak efisien ini seringkali luput dari perhatian, padahal pengelolaan sumber daya air yang baik sangat penting untuk mewujudkan kampus yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.

Sampai saat ini, belum tersedia data yang akurat mengenai pola penggunaan air di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura. Minimnya analisis terkait konsumsi air menyebabkan belum optimalnya strategi penghematan air yang diterapkan di lingkungan kampus. Selain itu, kesadaran civitas akademika terhadap pentingnya penggunaan air secara bijak juga masih perlu ditingkatkan. Kondisi ini menimbulkan kebutuhan akan penelitian yang dapat memberikan gambaran menyeluruh terkait tingkat konsumsi air.

Penelitian ini menjadi penting sebagai langkah awal untuk mengidentifikasi pola penggunaan air Perumdam di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi yang tepat bagi pihak fakultas dalam mengelola dan menghemat penggunaan air. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk meningkatkan kesadaran civitas akademika dalam menjaga serta memanfaatkan sumber daya air secara bijak. Selain itu, hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam mewujudkan pengelolaan air yang lebih optimal di lingkungan pendidikan, sekaligus menjadi rujukan bagi studi-studi selanjutnya yang berkaitan dengan upaya konservasi air.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang dapat diidentifikasi dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berapa besar kebutuhan air bersih pada kawasan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura Pontianak?
2. Berapakah volume bak penampung air bersih pada kawasan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura Pontianak?
3. Berapakah debit aliran air Perumdam pada kawasan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura Pontianak?

1.3 Tujuan Penulisan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah di atas, maka tujuan penulisan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk menganalisis kebutuhan air bersih pada kawasan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura Pontianak.
2. Untuk menganalisis volume bak penampung air bersih pada kawasan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura Pontianak.
3. Untuk menganalisis debit aliran air Perumdam pada kawasan Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura Pontianak.

1.4 Pembatasan Masalah

Agar penelitian ini tidak terlalu luas tinjauannya dan tidak menyimpang dari rumusan masalah di atas, maka perlu adanya pembatasan masalah yang ditinjau. Batasan-batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya memfokuskan pada sumber air bersih yang ada di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura Pontianak, yaitu air Perumdam
2. Penelitian ini tidak membahas aspek teknis hidrolik jaringan perpipaan secara detail atau rinci, seperti tekanan air, kecepatan aliran, atau deteksi kebocoran, namum mempertimbangkan distribusi jaringan secara umum dari denah yang tersedia.

3. Jumlah pengguna air yang dianalisis dibatasi pada civitas akademika Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura Pontianak, yaitu dosen, mahasiswa aktif, dan tenaga kependidikan, tanpa memperhitungkan pengunjung atau pengguna sementara.
4. Penelitian ini tidak membahas kualitas air, tarif atau penggunaan air, serta aspek sosial atau perilaku individu dalam penggunaan air.
5. Jaringan yang diamati hanya dari meter air sampai hydran/kran umum.
6. Efisiensi penggunaan air diukur berdasarkan perbandingan antara volume air yang digunakan, jumlah pengguna serta luas bangunan. Dan dibandingkan dengan standar kebutuhan air bersih yang relevan.
7. Penelitian ini hanya menggunakan data yang terkait dengan penyediaan air bersih di Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Tanjungpura Pontianak, yaitu data tentang kebutuhan air bersih dan ketersediaan air bersih.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini terdiri dari lima bab dengan rincian sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, tujuan penulisan, pembatasan masalah dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Bab ini berisikan teori-teori yang berkaitan dengan penelitian yang diperoleh baik dari buku, jurnal, penelitian terdahulu dan referensi lainnya.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Bab ini berisikan uraian mengenai langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian

BAB IV ANALISIS DATA

Bab ini berisikan pengumpulan data, pengolahan data, analisis dan pembahasan

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan kesimpulan yang dibuat berdasarkan tujuan yang ingin dicapai. Saran-saran diberikan baik untuk perusahaan maupun peneliti lanjutan.

Selain itu, seperti halnya dalam penulisan tugas akhir pada umumnya, akan disertakan juga daftar pustaka yang berisi sumber-sumber literatur kepustakaan yang digunakan dalam penulisan, daftar isi yang berisi alamat isi pembahasan tulisan yang sesuai dengan nomor halamannya yang berfungsi sebagai petunjuk bagi pembaca tugas akhir ini, dan lampiran baik berupa foto dokumentasi maupun data-data percobaan.