PERENCANAAN IPAL *PORTABLE* LIMBAH LABORATORIUM ANALISIS KUALITAS LINGKUNGAN

SKRIPSI

Program Studi Sarjana Teknik Lingkungan
Jurusan Teknik Lingkungan

Oleh:

FITRI HANDAYANI

NIM D1051181074



FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS TANJUNGPURA

PONTIANAK

2025

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fitri Handayani

NIM : D1051181074

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul "**Perencanaan IPAL *Portable* Limbah Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan"** 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.

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

Pontianak, 11 Juli 2025

Yang menyatakan,



Fitri Handayani

D1051181074

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

PERENCANAAN IPAL *PORTABLE* LIMBAH LABORATORIUM ANALISIS LINGKUNGAN

Jurusan Teknik Lingkungan
Program Studi Sarjana Teknik Lingkungan

Oleh:
Fitri Handayani
NIM. D1051181074

Telah dipertahankan di depan Penguji Skripsi pada tanggal 11 Juli 2025
dan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar sarjana

Susunan Penguji Skripsi

Dosen Pembimbing Utama	: Putranty Widha Nugraheni, S.Pd., M.Si. NIP. 199102162020122010
Dosen Pembimbing Pendamping	: Govira Christiadora Asbanu, S.Pd.Si., M.Sc. NIP. 198902182019032013
Dosen Penguji Utama	: Ir. Suci Pramadita, S.T., M.T. NIP. 198904082015042003
Dosen Penguji Pendamping	: Herda Desmaiani, S.Si., M.Sc. NIP. 198612062024212001

Dekan,

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

Pontianak, 11 Juli 2025
Pembimbing Utama

Putranty Widha Nugraheni, S.Pd., M.Si.
NIP. 199102162020122010

HALAMAN PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِيْمِ

فَاصْبِرْ إِنَّ وَعْدَ اللَّهِ حَقٌّ وَلَا يَسْتَخِفَّنَّكَ الَّذِينَ لَا يُوقِنُونَ

"Maka bersabarlah; sesungguhnya janji Allah adalah benar. Dan janganlah orang-orang yang tidak meyakini (kebenaran itu) membuatmu gelisah."

(QS. Ar-Rum: 60)

"Ketika aku melibatkan Allah SWT dalam semua rencana dan impianku, dengan penuh keikhlasan dan keyakinan, aku percaya tidak ada yang tidak mungkin untuk diraih."

"Selalu ada harga dalam sebuah proses. Nikmati saja Lelah-lelah itu. Lebarkan lagi rasa sabar itu. Semua yang kau investasikan untuk menjadikan dirimu serupa yang kau impikan, mungkin tidak akan selalu berjalan lancar, tapi gelombang-gelombang itu yang bisa kau ceriakan." (Boy Candra)

Alhamdulillah. segala puji dan syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat, kasih sayang, dan kekuatan-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan hingga lembar terakhir. Skripsi ini selesai atas izin dan pertolongan Allah SWT**,** setiap air mata dan doa menjadi saksi betapa perjuangan ini tidak pernah berjalan sendiri. Bismillahirrahmanirrahim, rasa syukur dan bahagia yang saya rasakan ini akan saya persembahkan kepada orang-orang yang saya sayangi dan berarti dalam hidup saya:

1. Kedua orang tua. Terima kasih telah mengupayakan segala hal untuk saya agar bisa menempuh pendidikan setinggi-tingginya. Terima kasih atas setiap pengorbanan, dukungan dan doa sehingga saya mampu bertahan untuk melangkah setapak demi setapak dalam meraih mimpi di masa depan.
2. Pintu surgaku, Mami Elona. Wanita hebat dan paling berharga yang saya miliki di dunia, penyemangat di hidup saya, sandaran terkuat dari kerasnya dunia, yang tiada henti mendoakan kesuksesan anaknya. Terima kasih selalu berjuang untuk kehidupan saya dan mendoakan saya sampai saya bisa berada di titik ini. Sehat selalu dan hiduplah lebih lama untuk selalu ada di perjalanan dan pencapaian hidup saya.
3. Kakak tercinta, donatur utama, Kartika Sandria. Terima kasih telah mengantarkan adikmu sampai ke perguruan tinggi. Terima kasih atas

dukungan moril dan material yang telah diberikan. Terima kasih telah membersamai perjuangan saya dalam penulisan skripsi, memberikan semangat tiada henti dan tidak meremehkan setiap usaha saya. Semoga Allah lipat gandakan rezeki dan kebahagian untuk kakak kandungku tercinta ini. Aamiin.

4. Kakak kedua, donatur kuota, Lisna Dwi Okta (Syule). Terima kasih atas bantuan kuota selama saya merantau untuk mengejar mimpi menjadi seorang sarjana di kota orang sehingga tiada kabar yang terputus dengan orang tua dan keluarga yang jauh di sana.
5. Aleysa dan Zidane. Bocil epep kesayangan yang membuat saya termotivasi untuk menjadi sosok yang memberikan pengaruh positif baik dalam bidang akademik maupun non akademik serta menjadi ”*Rich Aunty”* yang sukses agar bisa kalian banggakan. Sehat selalu dan jadilah orang sukses di masa depan bocil-bocilku.
6. Terima kasih kepada Bu Rany, Bu Govira, Bu Suci, Bu Herda serta semua Dosen Pengajar di Teknik Lingkungan yang telah memberikan ilmu dengan tulus dan ikhlas, meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan dan memberikan masukan berharga selama perkuliahan. Terima kasih Bapak dan Ibu Dosen atas semua ilmu yang bermanfaat serta tenaga dan waktu yang telah diberikan.
7. Terima kasih kepada semua pihak Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura yang telah memberikan perizinan, bantuan dan ketersediaan dalam proses penyelesaian skripsi ini.
8. Sahabat-sahabatku since 2014 Kak Nad, Ummi Shanum, Emil, Dayang Sastya, Cemiw. Terima kasih atas segala dukungan dan doa kalian sehingga saya tidak merasa sendiri dan putus asa untuk menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih selalu ada dalam suka dan duka. Terima kasih semua tawa yang kalian usahakan untuk membuat saya semangat. *So lucky to have u Guys!*
9. Teruntuk Desi Apriani dan Mela Melisa sahabat rantauku. Terima kasih selalu ada disisiku selama di perantauan. Terima kasih sudah saling

mendukung dan memberi semangat satu sama lain. Terima kasih tidak pernah meninggalkan saya sendirian dan selalu menjadi garda terdepan saat saya membutuhkan bantuan. Sukses di tempat masing-masing guys!

10. Khusus Nabila Shafa Aulia dan Irda Dwi Utari, sahabat TL yang telah banyak membantu dan menemani setiap proses penulisan skripsi ini. Terima kasih karena sudah menjadi partner terbaik dalam proses penyelesaian skripsi ini mulai dari penyusunan proposal, pengurusan berkas seminar, proses olah data, persiapan sidang hingga pengurusan berkas wisuda. Terima kasih sudah menjadi pendengar yang baik dan memberikan semangat serta meyakinkan saya bahwa segala masalah yang dihadapi selama proses skripsi akan berakhir. Terima kasih sudah berkontribusi banyak dalam penulisan skripsi ini dengan sabarnya menghadapi saya dengan berbagai mood. Terima kasih telah menjadi bagian perjalanan saya hingga penyelesaian skripsi. *Thank you for being your support shoulders in my though times, Guys!*
11. Uray Anis, Ayu Asari, Dinda Deli dan Novita Haliska, teman seperjuangan. Terima kasih untuk tidak pernah menyerah pada keadaan dan saling menguatkan dalam setiap proses. Terima kasih untuk semua canda tawa serta tangis yang tercipta selama penyusunan skripsi. Kos Anis adalah saksi dari semua perjuangan yang kita lalui.
12. Muhammad Dicky Renaldi, Gusti Syahrul dan Haryoto Prayogo. Terima kasih telah menjadi bagian penting dalam penyusunan skripsi ini dan bersusah payah membantu saya dalam pengambilan sampel. Skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari kalian semua. Semoga Allah balas semua kebaikan kalian. Aamiin.
13. Seluruh teman-teman Teknik Lingkungan yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Terima kasih telah berjuang bersama-sama sampai akhir. Semoga kita semua menjadi orang sukses dan bermanfaat. *SEE U ON TOP GUYS!*
14. To My Favorite IDOL, EXO, BTS, NCT127, WAYV, SEVENTEEN, TXT, ENHYPEN, BOYNEXTDOOR, STRAYKIDS dan ATEEZ yang karyanya memberikan semangat dan motivasi bagi saya untuk selalu bekerja keras dan berusaha semaksimal mungkin.

15. *Last but not least, I wanna thank me, I wanna thank me for believing in me, I wanna thank me for doing all these hardwork, I wanna thank me for having no days off. I wanna thank me for never quitting, I wanna thank me for always being a giver and trying to give more than I received. I wanna thank me for trying do more right than wrong, I wanna thank me for just being me all times.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT karena dengan rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **"Perencanaan IPAL *Portable* untuk Limbah Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan"**

Tiada daya dan upaya yang penulis lakukan melainkan dengan pertolongan Tuhan Yang Maha Esa, melalui berbagai pihak yang telah memberikan kontribusi yang sangat berarti bagi penulis. Maka, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. -Ing. Ir. Slamet Widodo, M.T., IPM selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
2. Dr. Ir. Winardi, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura.
3. Ir. Isna Apriani, S.T., M.Si Koordinator Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Tanjungpura
4. Putranty Widha Nugraheni, S.Pd., M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Govira Christiadora Asbanu, S.Pd.Si., M.Sc selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
6. Ir. Suci Pramadita, S.T., M.T selaku Dosen Penguji Utama.
7. Herda Desmaiani, S.Si., M.Sc., selaku Dosen Penguji Pendamping.
8. Seluruh Dosen Pengajar Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
9. Seluruh Staf karyawan Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura.
10. Kedua orang tua dan keluarga saya yang telah banyak membantu baik secara materi maupun moril serta mendoakan saya sehingga dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini dengan baik.
11. Rekan - rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura.

Saya menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat kekurangan, baik dalam hal penyajian maupun hal teknis. Maka dari itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun agar menjadi lebih baik. Penulis berharap proposal penelitian ini dapat bermanfaat dan dapat menjadi bahan referensi bagi yang memerlukannya.

Pontianak, 11 Juli 2025



Fitri Handayani

D1051181074

ABSTRAK

Limbah cair laboratorium merupakan hasil buangan dari kegiatan praktikum dan penelitian yang mengandung berbagai bahan kimia berbahaya seperti logam berat dan senyawa organik yang sulit terdegradasi secara biologis. Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura hingga saat ini belum memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), sehingga dirancang IPAL *portable* yang memanfaatkan teknologi pengolahan sederhana dan efisien dengan sistem *batch*, mencakup proses koagulasi-flokulasi, aerasi, sedimentasi, filtrasi, dan fotodegradasi berbasis *Advanced Oxidation Process* (AOP). Parameter utama yang dianalisis dalam perencanaan ini meliputi COD, TSS, dan Fe sebagai representasi karakteristik limbah laboratorium. Unit pengolahan IPAL yang direncanakan mampu menghasilkan efluen dengan COD sebesar 102,07 mg/L, TSS sebesar 3,16 mg/L dan Fe sebesar 0,174 mg/L yang memenuhi baku mutu limbah cair laboratorium sesuai dengan PERMENLH No. 5 Tahun 2014. Hasil perencanaan IPAL *portable* dengan luas total unit pengolahan 0,73 m^2 membutuhkan RAB sebesar Rp. 6.830.500. Perencanaan IPAL portable ini dapat menjadi solusi aplikatif bagi laboratorium dengan keterbatasan lahan dan anggaran, serta mampu menghasilkan efluen yang memenuhi baku mutu limbah cair laboratorium sesuai dengan PERMENLH No. 5 Tahun 2014.

Kata Kunci: IPAL portable, Limbah Laboratorium, Pengolahan Air Limbah

ABSTRACT

Laboratory wastewater is a by-product of practical and research activities that contains various hazardous chemicals such as heavy metals and organic compounds that are difficult to degrade biologically. The Environmental Quality Analysis Laboratory of the Environmental Engineering Department at Tanjungpura University does not yet have a Wastewater Treatment Plant (WWTP). Therefore, a portable WWTP has been designed that utilizes simple and efficient treatment technology with a batch system, covering coagulation-flocculation, aeration, sedimentation, filtration, and photocatalytic degradation based on the Advanced Oxidation Process (AOP). The main parameters analyzed in this design include COD, TSS, and Fe as representative characteristics of laboratory wastewater. The designed WWTP unit is capable of producing effluent with COD of 102.07 mg/L, TSS of 3.16 mg/L, and Fe of 0.174 mg/L, which meet the laboratory wastewater quality standards according to Indonesian Regulation PERMENLH No. 5 of 2014. The planned portable WWTP, with a total treatment unit area of 0.73 m², requires a budget of IDR 6,830,500. This portable WWTP design can be an applicable solution for laboratories with limited land and budget, while producing effluent that complies with the quality standards for laboratory wastewater as regulated by PERMENLH No. 5 of 2014.

Keywords: *Portable WWTP, Laboratory wastewater, Wastewater treatment*

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ..... **i**
HALAMAN PENGESAHAN ..... **ii**
HALAMAN PERSEMBAHAN ..... **iii**
KATA PENGANTAR ..... **vii**
ABSTRAK ..... **ix**
ABSTRACT ..... **x**
DAFTAR ISI ..... **xi**
DAFTAR TABEL ..... **xiv**
DAFTAR GAMBAR ..... **xv**
BAB I PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Perencanaan 3
1.4 Manfaat Perencanaan 3
1.5 Luaran Perencanaan 3
1.6 Ruang Lingkup Perencanaan 3
1.7 Penelitian Terdahulu 5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1 Limbah Cair Laboratorium 6
2.2 Karakteristik Air Limbah Laboratorium 7
2.2.1 TSS (*Total Suspended Solid*) 10
2.2.2 COD (*Chemical Oxygen Demand*) 11
2.3 Pengolahan Limbah Cair 12
2.3.1 Pengolahan Fisika 13
2.3.2 Pengolahan Kimia 14
2.4 Unit Aerasi 21
2.5 Unit Sedimentasi 21
2.6 AOP (*Advanced Oxidation Processes*) Fotodegradasi 22
2.7 Fotokatalis TiO_2 23
2.8 Unit Pengolahan Secara *Portable* 24

BAB III GAMBARAN UMUM LOKASI PERENCANAAN 26
3.1 Gambaran Umum Lokasi 26
3.2 Kondisi Eksisting Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan 26
BAB IV METODE PERENCANAAN 28
4.1 Lokasi dan Waktu Perencanaan 28
4.2 Metode Pengumpulan Data 28
4.2.1 Data Primer 28
4.2.2 Data Sekunder 29
4.3 Alat dan Bahan Pengambilan Sampel 29
4.3.1 Alat 29
4.3.2 Bahan 29
4.4 Metode Pengambilan Sampel Air Limbah 30
4.5 Uji *Jar Test* 31
4.6 Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) *Portable* 33
4.6.1 Perhitungan Debit Air Limbah 33
4.6.2 Perhitungan Desain Unit Pengolahan 34
4.6.3 Analisis Sampel Awal Limbah Laboratorium 42
4.6.4 Perhitungan Mass Balance dan Effisiensi Removal 43
4.7 Rancangan IPAL portable 45
4.8 Gambar Detail Unit Pengolahan 46
4.9 Rencana Anggaran Biaya (RAB) 46
4.10 Tahapan Perencanaan 47
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN 48
5.1 Analisis Debit Limbah Cair 48
5.2 Perhitungan Desain Unit Pengolahan 49
5.2.1 Perhitungan Unit Ekualisasi 49
5.2.2 Perhitungan Unit Koagulasi-Flokulasi 50
5.2.3 Perhitungan Unit Aerasi 52
5.2.4 Perhitungan Unit Sedimentasi 54
5.2.5 Perhitungan Unit Filtrasi 56
5.2.6 Perhitungan Unit AOP fotodegradasi 57
5.3 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) 59

5.3.1 Luas Lahan IPAL *portable* 59
5.3.2 Perhitungan BOQ dan RAB IPAL *portable* 59
5.4 Pemilihan Unit Pengolahan..... 61
5.5 Pemilihan Media Filter 62
5.6 Perawatan Tiap Unit Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) *portable*63
5.6.1 Bak Ekualisasi..... 63
5.6.2 Bak Koagulasi dan Flokulasi 64
5.6.3 Bak Aerasi..... 64
5.6.4 Bak Sedimentasi..... 64
5.6.5 Bak Filtrasi..... 64
5.6.6 Bak Advanced Oxidation Process (AOP) Fotodegradasi 65
5.6.7 Monitoring Berkala..... 65
BAB VI PENUTUP 67
6.1 Kesimpulan 67
6.2 Saran 67
DAFTAR PUSTAKA 68
LAMPIRAN A 72
LAMPIRAN B 74
LAMPIRAN C 76

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakeristik Limbah Laboratorium Menurut Beberapa Sumber 9
Tabel 2. 2 Baku Mutu Limbah Laboratorium 10
Tabel 4. 1 Konversi Volume dan Waktu 34
Tabel 4. 2 Kriteria Desain Bak Ekualisasi 35
Tabel 4. 3 Kriteria Desain Bak Koagulasi 35
Tabel 4. 4 Kriteria Desain Bak Flokulasi 35
Tabel 4. 5 Kriteria Desain Bak Aerasi 36
Tabel 4. 6 Kriteria Desain Bak Sedimentasi 37
Tabel 4. 7 Kriteria Desain Bak Filtrasi 40
Tabel 4. 8 Kriteria Desain Bak AOP Fotodegradasi 41
Tabel 4. 9 Baku Mutu Limbah Laboratorium 42
Tabel 5. 1 Data Perkiraan Volume Limbah Cair Laboratorium 48
Tabel 5. 2 Dimensi Unit IPAL *portable* 59
Tabel 5. 3 Perhitungan Volume Pekerjaan IPAL *Portable* 59

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Lokasi Perencanaan Laboratorium Analisis Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura 26
Gambar 3. 3 Wadah Penampung Limbah Cair Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan 27
Gambar 4. 1 Neraca Massa Pengolahan Unit IPAL 44
Gambar 4. 2 Tahapan Perencanaan IPAL portable 47

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah laboratorium merupakan limbah buangan reaksi berbagai larutan kimia yang dihasilkan dari aktivitas praktikum dan penelitian yang tidak dapat digunakan lagi. Kegiatan praktikum dan penelitian yang dilakukan di laboratorium baik skala besar maupun kecil akan menggunakan media pelarut dan bahan kimia pada setiap prosesnya yang akan menjadi limbah. Air limbah yang dihasilkan umumnya relatif sedikit, tetapi limbah cair ini tercemar berat oleh berbagai jenis bahan kimia yang mengandung banyak logam berat dan bahan organik di dalamnya yang tidak mudah terdegradasi secara biologis (Nurhayati, 2018).

Limbah dari Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan Jurusan Teknik Universitas Tanjungpura merupakan hasil dari kegiatan praktikum yang disimpan dalam jirigen dan belum dilakukan pengolahan karena tidak memiliki Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) sehingga terjadi penumpukan. Berdasarkan permasalahan yang ada, maka dilakukan perencanaan IPAL untuk pengolahan limbah cair laboratorium analisis kualitas lingkungan. Teknologi sederhana untuk mengolah limbah cair yang dihasilkan laboratotium ini dapat diwujudkan dengan merancang desain bangunan IPAL *portable*.

Berdasarkan penelitian Santoso (2023) yang dilakukan di Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan, sebagai salah satu upaya dalam mengolah limbah tersebut adalah menggunakan teknologi sederhana berupa koagulasi-flokulasi dengan penambahan koagulan kapur (CaO) dan ferri klorida (FeCl). Proses pengolahan ini menunjukan hasil pengujian yang sangat baik untuk menurunkan kadar COD dan logam berat (Pb dan Cr). Perencanaan IPAL dibuat dengan menggabungkan metode proses koagulasi-flokulasi, aerasi, sedimentasi, filtrasi dan AOP fotodegradasi agar parameter limbah laboratorium memenuhi baku mutu sesuai PERMENLH No. 5 Tahun 2014.

Perencanaan ini dilakukan di Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura. IPAL yang direncanakan untuk pengolahan limbah adalah IPAL *portable*. IPAL *portable* dipilih karena keterbatasan lahan yang tersedia untuk membangun IPAL konvensional dan

meminimalisir biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan IPAL. IPAL *portable* dirancang menggunakan sistem *batch* atau tahapan isi, olah dan buang dengan kombinasi proses pengolahan koagulasi-flokulasi, aerasi, sedimentasi, filtrasi dan AOP fotodegradasi.

Metode pengolahan limbah laboratorium dengan proses koagulasi-flokulasi, dan filtrasi menunjukkan efisiensi penurunan kadar COD sebesar 31,19% dan kadar besi (Fe) sebesar 89,61% (Sinaga, dkk. 2024). Berdasarkan penelitian Setyowati dkk (2022) tentang pengaruh proses aerasi terhadap penurunan kadar COD pada limbah cair karet, berhasil menurunkan COD limbah cair karet sebesar 92,3%. Penelitian yang dilakukan oleh Rahmah dan Surahma Asti Mulasari (2015), menunjukkan penurunan tertinggi untuk TSS, COD, dan warna diperoleh pada kombinasi filtrasi arang aktif dan pasir kuarsa, masing-masing sebesar 99,8%, 99,49%, dan 99,6%. Penelitian Nisah, dkk (2021) menunjukkan AOP (*Advanced Oxidation Processes*) dengan metode fotodegradasi menggunakan sinar matahari dan fotokatalis TiO_2 telah terbukti efektif dalam menurunkan kadar COD hingga 82%.

Limbah cair dari laboratorium secara umum mengandung kadar COD (*Chemical Oxygen Demands*), TSS (*Total Suspended Solids*) dan logam berat berbahaya. Penelitian Dyah, dkk (2018) dan Isran, dkk (2023) tentang pengolahan limbah cair laboratoratorium kimia menunjukkan karakteristik COD dan TSS pada air limbah melebihi baku mutu, oleh karena itu dilakukan uji analisis terhadap parameter COD dan TSS pada limbah laboratorium analisis kualitas lingkungan. Parameter Fe juga diuji karena menjadi parameter penting dalam pertimbangan perencanaan IPAL *portable* untuk mewakili karakteristik logam berat yang terkandung dalam limbah cair laboratorium. Parameter tersebut digunakan untuk menentukan pengolahan yang sesuai untuk limbah laboratorium sehingga IPAL *portable* dapat dirancang sesuai kebutuhan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari perencanaan ini yaitu:

1. Bagaimana karakteristik limbah cair yang dihasilkan di Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan Universitas Tanjungpura?

2. Bagaimana gambar desain dari sistem pengolahan limbah cair yang sesuai dengan kriteria desain yang ditetapkan untuk Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan Universitas Tanjungpura?

1.3 Tujuan Perencanaan

Adapun tujuan dari perencanaan ini yaitu:

1. Mengidentifikasi karakteristik limbah cair yang dihasilkan di Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan Universitas Tanjungpura.
2. Merancang desain bangunan IPAL *Portable* yang sesuai dengan kriteria desain yang ditetapkan untuk Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan Universitas Tanjungpura.

1.4 Manfaat Perencanaan

Adapun manfaat dari perencanaan ini yaitu:

1. Memberikan informasi mengenai karakteristik limbah cair yang dihasilkan di Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan Universitas Tanjungpura.
2. Memberikan rancangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang sesuai dengan karakteristik air limbah di Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan Universitas Tanjungpura.

1.5 Luaran Perencanaan

Luaran yang diharapkan dari perencanaan ini yaitu tersusunnya perencanaan IPAL *portable*, pemilihan metode pengolahan yang sesuai dengan desain perancangan IPAL *portable* dan rancangan anggaran biaya yang dapat diaplikasikan di Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan Universitas Tanjungpura.

1.6 Ruang Lingkup Perencanaan

Batasan pada perencanaan ini meliputi:

1. Rancangan IPAL *portable* untuk mengolah limbah cair yang dihasilkan di Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan Universitas Tanjungpura.

2. Analisis perencanaan dilakukan berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No.5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.
3. Data yang digunakan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh dari kondisi eksisting yaitu debit limbah laboratorium analisa kualitas lingkungan, hasil uji limbah laboratorium analisis kualitas lingkungan dan desain IPAL *portable*. Data sekunder pada perencanaan ini yaitu data jumlah limbah cair yang dihasilkan di laboratorium analisis kualitas lingkungan dan baku mutu limbah laboratorium.
4. Parameter untuk uji awal sampel limbah yaitu, Suhu, pH, TSS, COD, dan Fe.
5. Desain Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk pengolahan limbah cair di Laboratorium Analisis Kualitas Lingkungan adalah IPAL *portable*.
6. IPAL *portable* yang dirancang menggunakan sistem *batch* dengan kombinasi pengolahan koagulasi-flokulasi, aerasi, sedimentasi, filtrasi dan AOP fotodegradasi.

1.7 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Judul Penelitian	Tujuan Penelitian	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Asnawi, Isran, dkk (2023)	Pengolahan Limbah Cair B3 Laboratorium Kimia Menggunakan Metode Kombinasi Koagulasi-Flokulasi dan Filtrasi	Menilai efektivitas metode kombinasi koagulasi-flokulasi dan filtrasi dalam menurunkan parameter COD, TDS, konduktivitas dan kekeruhan pada limbah cair B3 dari laboratorium kimia.	Penelitian ini mengombinasikan proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan tawas ($Al_2(SO_4)_3$), dan filtrasi menggunakan media berlapis berupa kerikil, pasir silika, zeolit, dan arang aktif. Selanjutnya, kualitas air diuji untuk melihat seberapa besar penurunan COD, TDS, dan parameter pencemar lainnya.	Hasil penelitian menunjukkan kadar *Chemical Oxygen Demand* (COD) mengalami penurunan sebesar 31,19%, dari semula 3.853 mg/L menjadi 2.654 mg/L, Besi (Fe) menurun drastis sebesar 89,61%, dari 53,6 mg/L menjadi 5,57 mg/L dan Timbal (Pb) menurun sebesar 80,07%, dari 0,56 mg/L menjadi 0,259 mg/L.
2.	Setyowati, dkk (2022)	Pengaruh Proses Aerasi Terhadap Penurunan COD Pada Limbah Cair Industri Karet	Menentukan seberapa efektif proses aerasi (penambahan oksigen terlarut) dalam menurunkan COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan memperbaiki kualitas limbah cair industri karet agar memenuhi baku mutu lingkungan.	Penelitian menggunakan experimental design dengan model *factorial design* dua tingkat (*two-level factorial design*) yang memiliki batas bawah dan batas atas variabel. Variabel yang dianalisis adalah kadar COD dan pH limbah cair karet. Variabel bebas (variabel berubah) meliputi waktu pengoperasian aerasi, tinggi kolom aerasi, dan berat *soda ash* (natrium bikarbonat) yang ditambahkan ke dalam limbah.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa proses aerasi efektif dalam menurunkan kadar COD pada limbah cair industri karet. Konsentrasi COD sebelum pengolahan sekitar 2600 mg/L berhasil diturunkan hingga 200 mg/L pada percobaan terbaik, yang menunjukkan penurunan signifikan dan memenuhi standar baku mutu limbah cair industri karet.
3.	Khairun Nisah dkk (2021)	Uji Efektivitas Pengolahan Air Limbah Tahu dengan Metode Fotodegradasi Menggunakan Fotokatalis TiO2	Menguji efektivitas metode fotodegradasi dengan bantuan sinar matahari dan fotokatalis titanium dioksida (TiO2) dalam menguraikan polutan yang terdapat pada air limbah tahu, yang memiliki kandungan senyawa organik tinggi dan pH rendah (asam).	Limbah tahu diproses dengan metode fotodegradasi menggunakan TiO2 sebagai fotokatalis di bawah sinar matahari, variabel yang diuji adalah massa katalis TiO_2 dan waktu penyinaran sinar matahari dengan parameter yang diukur meliputi pH, BOD, COD, TSS, dan fosfat sebelum dan sesudah perlakuan.	Efektivitas pengolahan dengan TiO2 menunjukkan penurunan BOD sebesar 88,4%, COD sebesar 82%, TSS sebesar 88,66%, dan fosfat sebesar 35%. Metode fotodegradasi dengan TiO2 terbukti efektif dalam menurunkan polutan pada limbah tahu secara signifikan.