

**INFRASTRUKTUR PENGOLAHAN LIMBAH CAIR
INDUSTRI FARMASI SEBAGAI PENCEGAHAN
PENCEMARAN LINGKUNGAN**

SKRIPSI

ZENY RAFIYANTO : 20190010022
U ERWAN APRIYADI : 20190010113
MUHAMMAD SAEPUL ALAM : 20190010027



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS KOMPUTER TEKNIK DAN DESAIN
SUKABUMI**

2023

**INFRASTRUKTUR PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI
FARMASI SEBAGAI PENCEGAHAN PENCEMARAN
LINGKUNGAN**

SKRIPSI

*Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Dalam Menempuh Gelar Sarjana
Teknik Sipil*

Zeny Rafiyanto	:	20190010022
U Erwan Apriyadi	:	20190010113
Muhammad Saepul Alam	:	20190010027



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS KOMPUTER TEKNIK DAN DESAIN
SUKABUMI**

2023



PERNYATAAN PENULIS

JUDUL : INFRASTRUKTUR PENGELOLAHAN LIMBAH
CAIR INDUSTRI FARMASI SEBAGAI
PENCEGAHAN PENCEMARAN LINGKUNGAN

Zeny Rafiyanto : 20190010022

U Erwan Apriyadi : 20190010113

Muhammad Saepul Alam : 20190010027

“Kami menyatakan dan bertanggung jawab dengan sebenarnya bahwa Skripsi ini adalah hasil karya Kami kecuali cuplikan dan ringkasan yang masing-masing telah dijelaskan sumbernya. Jika pada waktu selanjutnya ada pihak lain yang mengklaim bahwa Skripsi ini sebagai karyanya, yang disertai dengan bukti-bukti yang cukup, maka kami bersedia untuk dibatalkan gelar Sarjana Teknik Sipil saya beserta segala hak dan kewajiban yang melekat pada gelar tersebut.”

Sukabumi, 27 Desember 2023

Yang membuat pernyataan



Zeny Rafiyanto

Penulis



U Erwan Apriyadi

Penulis



Muhammad Saepul Alam

Penulis

PERSETUJUAN SKRIPSI

JUDUL : INFRASTRUKTUR PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI FARMASI SEBAGAI PENCEGAHAN PENCEMARAN LINGKUNGAN

Zeny Rafiyanto : 20190010022

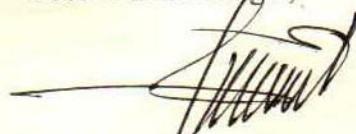
U Erwan Apriyadi : 20190010113

Muhammad Saepul Alam : 20190010027

Skripsi ini telah diperiksa dan disetujui

Sukabumi, 27 Desember 2023

Dosen Pembimbing 1,



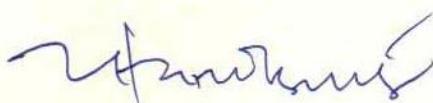
Ir. Paikun, ST., MT., IPM., ASEAN Eng
NIDN. 0402037401

Dosen Pembimbing 2,



Dr. Eneng Rahmi, S.Si.,M.Si
NIDN. 8900060022

Menyetujui,
Ketua Program Studi



Ir. Utamy Sukmayu Saputri,S.T.,M.T.,IPP
NIDN. 0422108804

PENGESAHAN SKRIPSI

SKRIPSI INI DIAJUKAN OLEH :

ZENY RAFIYANTO : 20190010022
U ERWAN APRIYADI : 20190010113
MUHAMMAD SAEFUL ALAM : 20190010027

PROGRAM STUDI : TEKNIK SIPIL

JUDUL SKRIPSI : INFRASTRUKTUR PENGOLAHAN
LIMBAH CAIR INDUSTRI
FARMASI SEBAGAI PENCEGAHAN
PENCEMARAN LINGKUNGAN

Skripsi ini telah diujikan dan dipertahankan didepan Dewan Penguji pada sidang Skripsi tanggal..... 2023. Menurut pandangan kami, Skripsi ini memadai dari segi kualitas untuk tujuan penganugerahan gelar Sarjana Teknik Sipil (S.T).

Sukabumi, 27 Desember 2023

Pembimbing I



Ir. Paikun, ST., MT., IPM., ASEAN Eng
NIDN. 0402037401

Pembimbing II



Dr. Eneng Rahmi, S.Si., M.Si
NIDN. 8900060022

Ketua Penguji



Ir. Utamy Sukmayu Saputri, ST., MT., IPP
NIDN. 0422108804

Ketua Program Studi



Ir. Utamy Sukmayu Saputri, ST., MT., IPP
NIDN. 0422108804

Dekan Fakultas Teknik, Komputer Dan Desain

Ir. Paikun, ST., MT., IPM., ASEAN Eng
NIDN. 0402037401

DEWAN PEMBIMBING DAN PENGUJI PROGRAM STUDI

HALAMAN PERUNTUKAN



Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, atas karunia serta kemudahan yang telah diberikan akhirnya skripsi yang sederhana ini dapat terselasaikan. Shalawat dan salam tercurah limpah kepada habibana wanabiyana Muhammad SAW.

Orang Tua

Sebagai tanda terima kasih, Saya persembahkan karya kecil ini untuk orang tua tercinta, terima kasih telah memberikan semangat dan inspirasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga doa dan semua hal yang terbaik yang engkau berikan menjadikanku orang yang baik pula. Terima kasih.

Nusa Putra
- Dosen Pembimbing

Bapak Ir. Paikun, ST., MT., IPM, Asean Eng. selaku dosen pembimbing skripsi saya, terima kasih banyak sudah membantu selama ini, sudah menasehati, sudah mengajari, dan mengarahkan saya sampai skripsi ini selesai. Semoga apa yang telah diberikan dibalas oleh Allah SWT.

Tanpa mereka, karya ini tidak akan pernah tercipta.

Terimakasih.



ABSTRACT

The activities of the pharmaceutical industry produce drugs that are very beneficial for human health, but as a result of producing these drugs will cause liquid waste that is harmful to the survival of living things. Therefore, it is necessary to treat the waste so that the environment is not polluted. This research is an experimental implementation of pharmaceutical industry waste treatment infrastructure desain. Industrial waste is treated through the engineering of the WWTP process flow and the addition of formulas, which are then accommodated in the pond. the results of pharmaceutical waste treatment are then laboratory tested to determine the quality of pharmaceutical industry wastewater. Specific liquid waste measurements of temperature, Total suspended solids, pH, COD and BOD, with liquid quality standards referring to the minister of environment regulation number 5 of 2014 concerning quality standards for liquid waste for pharmaceutical activities. The test results show that the pharmaceutical industry waste WWTP process flow engineering infrastructure resulting from this research experiment, is able to treat waste and achieve the pharmaceutical liquid waste quality standards specified in Indonesia. This pharmaceutical industry waste treatment infrastructure desain is expected to be implemented in pharmaceutical industries as a whole in the Indonesian region and internationally.

Keywords: Waste Treatment, WWTP Process, Industrial Waste, Pharmaceutical Industry, Environmental Pollution.



ABSTRAK

Aktivitas industri farmasi menghasilkan obat-obatan yang sangat bermanfaat untuk kesehatan manusia, tetapi akibat memproduksi obat-obatan tersebut akan menimbulkan limbah cair yang membahayakan bagi kelangsungan mahluk hidup. Oleh karena itu perlu melakukan pengolahan limbah tersebut agar lingkungan tidak tercemar. Penelitian ini adalah eksperimen implementasi desain infrastruktur pengolahan limbah industri farmasi. Limbah industri dilakukan *treatment* melalui rekayasa alur proses IPAL dan penambahan formula, yang selanjutnya ditampung pada bak. Hasil *treatment* limbah farmasi selanjutnya diuji laboratorium untuk mengetahui kualitas air limbah industri farmasi. Pengukuran limbah cair spesifik terhadap *temperature*, Total *Suspended Solids*, pH, COD dan BOD, dengan standar baku mutu cairan mengacu pada peraturan menteri lingkungan hidup nomor 5 tahun 2014 tentang baku mutu limbah cair kegiatan farmasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa infrastruktur rekayasa alur proses IPAL limbah industri farmasi hasil eksperimen penelitian ini, mampu mengolah limbah dan mencapai baku mutu limbah cair farmasi yang ditentukan di Indonesia. Desain infrastruktur pengolahan limbah industri farmasi ini diharapkan dapat diimplementasikan pada industri-industri farmasi secara menyeluruh di wilayah Indonesia serta secara internasional.

Kata kunci: Pengolahan Limbah, Proses IPAL, Limbah Industri, Industri Farmasi, Pencemaran Lingkungan.



KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT. berkat Rahmat, Hidayah, dan Karunia-Nya kepada kita semua sehingga saya dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “INFRASTRUKTUR PENGOLAHAN INDUSTRI FARMASI SEBAGAI PENCEGAHAN PENCEMARAN LINGKUNGAN”. Skripsi ini disusun sebagai salah satu program Sarjana 1 di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Komputer dan Desain, Universitas Nusa Putra, Sukabumi. Penulis menyadari dalam penyusunan skripsi ini tidak akan selesai tanpa bantuan dari berbagai pihak. Karena itu pada kesempatan ini saya ingin mengucapkan Terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. Kurniawan. ST.,M.Si.,MM., selaku Rektor Universitas Nusa Putra Sukabumi .
2. Ibu Ir. Utamy Sukmayu Saputri,S.T.,M.T.,IPP selaku Ketua Prodi Jurusan Teknik Sipil, Universitas Nusa Putra.
3. Bapak Ir. Paikun, ST., MT., IPM, Asean Eng Selaku Pembimbing, yang selalu memberi arahan, bimbingan, saran, dan motivasi yang di berikan.
4. Segenap dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Nusa Putra yang telah memberikan ilmunya kepada penulis.
6. PT. Mersifarma TM, baik pemilik perusahaan maupun karyawan yang telah memberikan izin dan meluangkan waktunya kepada peneliti untuk dapat melakukan penelitian
7. Ibu, Bapak, dan Keluarga tercinta yang selalu memberikan dukungan tiada henti, saudara saudara kami, atas doa, bimbingan, serta kasih sayang yang selalu tercurah selama ini.

Sukabumi, 2023



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS
AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik UNIVERSITAS NUSA PUTRA, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Zeny Rafiyanto : 20190010022
U Erwan Apriyadi : 20190010113
Muhammad Saepul Alam : 20190010027
Program Studi : Teknik Sipil
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Nusa Putra **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**INFRASTRUKTUR PENGOLAHAN INDUSTRI FARMASI SEBAGAI
PENCEGAHAN PENCEMARAN LINGKUNGAN**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Nusa Putra berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Sukabumi

Pada tanggal : 27 Desember 2023



Zeny Rafiyanto

Penulis



U Erwan Apriyadi

Penulis



Muhammad Saepul Alam

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN PENULIS	ii
PERSETUJUAN SKRIPSI	iii
PENGESAHAN SKRIPSI.....	iv
HALAMAN PERUNTUKAN.....	v
ABSTRACT	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Penelitian	3
1.5 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Penelitian Terkait.....	5
2.3 Landasan Teori	5
2.3.1 Sanitasi	5
2.3.2 Limbah	6
2.3.3 Limbah Cair Industri Farmasi.....	6
2.3.4 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)	6
2.3.5 Sistem Penyaluran Air.....	7
BAB III METODE PENELITIAN.....	8
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	8
3.1.2 Metode Pengumpulan Data.....	9
3.1.3 Diagram Alir Penelitian.....	13
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	14
4.1 Desain Infrastruktur Proses Pengolahan Limbah	14
4.2 Desain Alur <i>Treatment IPAL</i>	18

4.3 Desain Infrastruktur IPAL.....	21
4.3.1 Pengujian Perubahan Limbah Cair Industri Farmasi.....	32
4.4 Pengujian Laboratorium Sampel Limbah Hasil Akhir.....	38
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	43
DAFTAR PUSTAKA	44





DAFTAR GAMBAR

	Hal
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian	8
Gambar 3.2 Bagan Alur Penelitian	13
Gambar 4.1 Layout Pengolahan Limbah Cair Industri Farmasi	15
Gambar 4.2 <i>Scematic Diagram Of WWTP Waste</i>	18
Gambar 4.3 Desain Bak <i>Screen Chamber</i>	21
Gambar 4.4 Desain Bak <i>Graese</i>	22
Gambar 4.5 Desain Bak Isolasi.....	23
Gambar 4.6 Desain Bak <i>Equalisasi</i>	25
Gambar 4.7 Desain Insfrastruktur Bak <i>Equalisasi</i> , <i>Netralisasi</i> dan <i>Aerasi</i>	27
Gambar 4.8 Desain Insfrastruktur Bak <i>Break</i>	28
Gambar 4.9 Desain Insfrastruktur Bak <i>Outlet</i>	31
Gambar 4.10 <i>Flow WTP Waste</i>	32
Gambar 4.11 Pengolahan Pertama Diproses <i>Treatment Kimia</i> (<i>bak isolasi</i>).....	33
Gambar 4.12 Pengolahan Kedua Diproses <i>Treatment Kimia</i> (<i>bak equalisasi</i>).....	34
Gambar 4.13 Pengolahan Kedua Diproses <i>Treatment Kimia</i> (<i>bak equalisasi</i>).....	34
Gambar 4.14 Pencampuran Tahapan 2 (Bak Sedimentasi Kimia).....	35
Gambar 4.15 Pencampuran Tahapan 3 (Bak Sedimentasi Kimia).....	35
Gambar 4.16 Kontruksi Bak Sedimentasi Kimia	36
Gambar 4.17 Hasil Akhir Proses Sedimentasi Kimia	36
Gambar 4.18 Proses <i>Sand Filter & Carbon Filter</i> Menghasilkan Air.....	37
Gambar 4.19 Proses <i>Bio Tes</i> dengan Media Ikan Mas Selama 24 Jam	37



DAFTAR TABEL

	Hal
Tabel 2.1 Tabel Kajian Penelitian Terdahulu	5
Tabel 4.1 Data Bak <i>Screen Chamber</i>	22
Tabel 4.2 Data Insfrastruktur Bak <i>Grease Trap</i>	23
Tabel 4.3 Data Insfrastruktur Bak Isolasi	24
Tabel 4.4 Data <i>Equalisasi</i>	25
Tabel 4.5 Data <i>Netralisasi</i>	25
Tabel 4.6 Data <i>Aerasi</i>	26
Tabel 4.7 Data Insfrastruktur Bak Sedimentasi Kimia	28
Tabel 4.8 Data Insfrastruktur Bak <i>Break</i>	29
Tabel 4.9 Data Bak Filterasi <i>Sand Filter</i>	29
Tabel 4.10 Data Bak <i>Carbon Filter</i>	30
Tabel 4.11 Data Insfrastruktur Bak <i>Outlet</i>	31
Tabel 4.12 Hasil Baku Mutu Limbah Cair.....	38
Tabel 4.13 Buku Mutu Limbah Cair kegiatan Farmasi.....	39
Tabel 4.14 Hasil Lab Bak <i>Outlet</i>	39





BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Industri farmasi memegang peran krusial dalam menyediakan obat-obatan yang esensial bagi kesehatan manusia.^[1] Namun, proses produksi tersebut tidak lepas dari dampak negatifnya terhadap lingkungan. Salah satu dampak signifikan yang sering diabaikan adalah produksi limbah cair dari aktivitas industri farmasi. Limbah ini, jika tidak dikelola dengan baik, dapat membahayakan kelangsungan hidup mahluk hidup dan merusak keseimbangan ekosistem. Meskipun manfaat dari obat-obatan yang dihasilkan sangat besar, tanggung jawab industri terhadap lingkungan tidak dapat diabaikan.

Dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya perlindungan lingkungan dan tuntutan regulasi yang lebih ketat, terutama yang diatur dalam peraturan menteri lingkungan hidup nomor 5 tahun 2014,^[2] industri farmasi dihadapkan pada kebutuhan untuk mengembangkan dan menerapkan infrastruktur yang efektif dalam pengolahan limbah. Hal ini bukan hanya penting dari perspektif regulasi dan etika, tetapi juga dalam konteks keberlanjutan bisnis jangka panjang. Oleh karena itu, penelitian mengenai desain dan implementasi infrastruktur pengolahan limbah industri farmasi menjadi sangat relevan dan mendesak.

Limbah cair industri farmasi dapat menyebabkan dampak signifikan terhadap ekosistem.^[3] Banyak bahan kimia yang digunakan dalam produksi farmasi dapat bersifat toksik bagi organisme akuatik. Kontaminan seperti antibiotik, hormon, dan bahan kimia lainnya dapat mempengaruhi fisiologi dan perilaku hewan serta tanaman air.^[4] Zat kimia dari limbah farmasi dapat mengubah komposisi spesies dalam ekosistem, mempengaruhi rantai makanan, dan menyebabkan hilangnya keanekaragaman hayati.^[5] Limbah yang mengandung antibiotik dapat menyebabkan bakteri di lingkungan menjadi resisten, yang kemudian dapat mempengaruhi kesehatan manusia dan hewan dengan menciptakan *strain bakteri* yang sulit untuk diobati.^[6] Zat kimia tertentu dalam limbah farmasi dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman air, yang pada gilirannya dapat mengganggu ekosistem dan sumber pangan bagi spesies lain.^[7] Banyak obat



memiliki potensi untuk mengganggu sistem *endokrin organisme*. Ini dapat mempengaruhi reproduksi, pertumbuhan, dan perilaku hewan.[8]

Sebagian bahan kimia dalam limbah farmasi bisa bersifat *bioakumulatif*, artinya mereka menumpuk dalam jaringan organisme sepanjang waktu. Ini dapat meningkatkan risiko efek *toksik* dalam rantai makanan. Limbah cair industri mungkin juga mengandung nutrisi seperti *fosfor* dan *nitrogen* yang, ketika dilepaskan ke dalam perairan, dapat menyebabkan pertumbuhan berlebihan *alga*. Ini dapat mengakibatkan matinya *organisme akuatik* karena kekurangan oksigen. Limbah cair farmasi yang tidak dikelola dengan baik dapat mencemari sumber air minum, mempengaruhi kesehatan manusia dan ekosistem yang bergantung pada air tersebut. Komponen dalam limbah farmasi mungkin berinteraksi dengan polutan lain di lingkungan, menciptakan senyawa baru dengan potensi bahaya yang belum diketahui. Beberapa efek dari limbah farmasi mungkin tidak langsung terlihat dan hanya akan muncul setelah periode waktu tertentu, menimbulkan masalah jangka panjang bagi keseimbangan ekosistem.[9]

Adanya bahaya dari limbah industri farmasi terhadap lingkungan, maka penelitian ini sangat penting, fokus pada limbah industri farmasi yang memproduksi obat-obatan seperti; asam *mefenamat mersifarma* 500 mg, *asimat* 500 mg, *miniaspi (acetylsalicylic acid)* 80 mg, *glidanil (glibenclamide)* 5 mg, *kutoin (phenytoin)* 100 mg, *versilon* 6 mg, *mersibion* 5000, dan *aldomer* 5 mg.[10]

Adapun saat ini PT. Mersi farma TM sedang melakukan pengembangan infrastruktur pada pengolahan limbah cair yang baru dengan rencana desain kapasitas 10 kali lebih besar dari yang sebelumnya dan direncanakan agar saat pengolahan IPAL lebih efisien .

Namun project ini terhambat dikarenakan beberapa kali pergantian *management* sehingga desain IPAL masih memiliki kekurangan pada *flow prosess* sehingga masih belum dapat di implementasikan.

Namun kondisi saat ini kontruksi kolam pada IPAL sudah di bangun dan siap di gunakan .

Penelitian ini bertujuan untuk merancang desain infrastruktur pengolahan limbah cair dengan cara mendesain *flow prosess* IPAL, *schematic IPAL & layout*

IPAL. Penelitian ini juga diharapkan dapat memberikan rekomendasi berdasarkan hasil penelitian yang dapat digunakan untuk merevisi atau meningkatkan desain pada infrastruktur pengolahan limbah cair

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana desain alur *treatment* IPAL di PT. Mersi Farma TM?
2. Bagaimana Desain Insfrastruktur bak *treatment* IPAL di PT. Mersi Farma TM?
3. Bagaimana perubahan kimia berbahaya limbah cair setiap proses *treatment* sampai ke hasil akhir *treatment* di PT. Mersi Farma TM setelah melalui *treatment* hasil dari desain IPAL?

1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini dapat fokus dan terarah maka ditetapkan batasan masalah sebagai berikut :

1. Melakukan analisa yang berfokus pada desain dengan metode *schematic & flow* IPAL.
2. Desain Insfrastruktur yang berfokus pada alur air
3. Standar pengolahan limbah cair farmasi.
4. Standar Parameter limbah farmasi.
5. Zat yang terkandung pada limbah farmasi dan cara mengatasinya dengan formula dan standar pemerintah.
6. Melakukan implementasi yang telah dianalisa dengan skala 1000/1.
7. Membatasi hasil akhir dengan parameter limbah farmasi dengan hasil LAB yang terakreditasi.



1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa desain alur *treatment* IPAL PT Mersi Farma TM dengan cara mengkaji desain yang sudah ada dan melengkapi kekurangan dari desain *treatment* IPAL dari segi teknis/non teknis .
2. Mendesain insfrastruktur IPAL yang sesuai dengan kebutuhan disetiap bak yang berfokus pada alur air limbah agar menghasilkan desain yang berfungsi dan efisien .

3. Untuk mengetahui Keberhasilan desain IPAL akan di lakukan analisa perubahan kandungan kimia berbahaya pada setiap bak proses *treatment* maka di butuhkan sampel *inlet* di bak *equalisasi* sebelum masuk proses *treatment*, dan sesudah masuk *treatment* di bak *outlet* kemudian diuji di lab yang terakreditasi untuk memastikan desain IPAL berhasil dan memenuhi standar yang berlaku untuk parameter limbah farmasi.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah memberikan wawasan mendalam mengenai dampak negatif limbah cair industri farmasi terhadap lingkungan, sehingga industri dan regulator dapat membuat keputusan yang lebih tepat dan *berinformed*. Dengan desain infrastruktur pengolahan limbah yang efektif, industri farmasi dapat mengurangi dampak negatif mereka terhadap lingkungan sambil tetap memproduksi obat-obatan yang penting untuk kesehatan manusia. Pengolahan limbah yang efektif akan menghasilkan kualitas air yang lebih baik, mengurangi resiko pencemaran sumber air dan dampak negatifnya terhadap ekosistem air dan kesehatan manusia.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Point dari pembahasan diatas dapat simpulkan bahwasannya :

1. Desain alur proses IPAL dibagi menjadi 4 bagian :

- Proses *inlet*

Proses *inlet* adalah suatu proses tahapan awal dalam sebuah pengolahan IPAL yang memiliki tujuan proses *treatment* yang berbeda pada setiap *inlet*, desain alur proses *inlet* sebagai alur pertama proses *treatment* yang memiliki fungsi penerimaan *inlet* dari beberapa kategori limbah cair.

- Proses kimia

Proses kimia adalah sebuah proses yang diharuskan dalam *treatment* IPAL dengan tujuan penggunaan untuk *menetralisasi* limbah, Memperbaiki proses pemisahan lumpur, mengurangi konsentrasi minyak dan lemak, serta menghilangkan zat berbahaya yang terkandung pada air limbah, desain alur proses kimia berfungsi sebagai penggabungan dari beberapa *inlet* air limbah farmasi yang akan melalui *treatment* dengan pencampuran bahan kimia.

- Proses filtrasi

Proses filtrasi merupakan proses terakhir pada IPAL untuk menghilangkan partikel yang tersuspensi dan *koloidal* dengan cara menyaring menggunakan media *filter*, desain alur proses filtrasi memiliki alur proses *treatment* dengan media tertentu, Agar sisa proses dari sebelumnya tidak terbawa ke proses selanjutnya.

- Proses *Outlet*

Proses *outlet* merupakan proses terakhir sebelum limbah cair farmasi dibuang ke muka sungai dengan cara menerapkan *biotest* dan melakukan pengujian kualitas air limbah pada lab ter akreditasi, Desain alur proses *outlet* merupakan alur terakhir dari *treatment* IPAL

2. Desain infrastuktur pengolahan limbah ini mencakup beberapa macam jenis pengolahan, yaitu:

- Bak *screen chamber* memiliki Desain 2 bak dengan *drainage* menggunakan pompa agar mengasilkan proses *treatment* yang baik.
- Desain Insfrastruktur *inlet grease trap* (hasil *treatment screen chamber*)
- Bak *grease* memiliki 4 sub bak yang memiliki fungsi yang berbeda
- Desain insfrastruktur bak isolasi (*inlet* dari limbah *betalaktam*) Bak ini difungsikan dan didesain untuk memenuhi fungsi isolasi pada *inlet* limbah *betalaktam*, karena limbah tersebut memiliki zat khusus yang harus di *treatment* dengan zat yang dapat meningkatkan *temprature* pada air limbah yang bias merusak *equipment* pada insfrastruktur bak isolasi
- Desain Insfrastruktur bak *equalisasi* , *netralisasi* dan *aerasi*
- Bak *equalisasi* memiliki fungsi sebagai bak penampungan dari semua jenis *inlet* limbah cair ,dalam bak ini memiliki dua fungsi yaitu sebagai pencampuran zat kimia dengan menggunakan *system aerator* pada dasar bak *equalisasi* ini memiliki 2 sub bak yang berfungsi sebagai bak *transfer*
- Bak *netralisasi* yang berfungsi sebagai tahapan selanjutnya setelah limbah di *treatment* di bak *equalisasi* air limbah akan di *transfer* menggunakan pompa air ke bak *netralisasi*, bak *netralisasi* hanya berfokus pada penetralan ph air limbah dengan di desain berupa tabung *stainless steel* dengan kapasitas 1000 liter /10m³ dengan alat *mixer* yang berada di lambung tabung yang dapat dengan cepat proses *treatment* pada bak *netralisasi*
- Bak *aerasi* di desain hampir sama dengan bak *equalisasi* dengan memiliki dua sub bak dan memiliki instalasi *aerator* didasar bak namun fungsi *aerator* di bak ini bukan untuk mencapurkan zat kimia tetapi untuk menambah oksigen pada air limbah .
- Bak *break* adalah proses selanjutnya dari sedimentasi kimia bak ini bertujuan untuk penampungan air limbah dan didiamkan selama 1-3 jam sebelum di lanjutkan ke proses selanjutnya

- Bak *filterasi sand filter* dan *carbon filter*, Bak ini berupa tangki dengan kapasitas 1000 liter untuk 1 bak dengan diisi 50% menggunakan media *filter* pada lambung bak *sand filter* dan bak *carbon filter* harus memiliki akses untuk penggantian media *treatment*.
- Bak *outlet* adalah unit terakhir dari proses IPAL bak ini menjadi bak penampungan yang harus memiliki kapasitas besar minimal 10 kali dari *inlet* kenapa harus memiliki kapasitas yang besar karena di bak *outlet* ini air yang sudah di proses tidak bisa langsung di alurkan ke badan sungai harus menunggu hasil dari lab yang menyatakan bahwa air limbah ini tidak berbahaya dan memenuhi standar parameter limbah farmasi.

3. Berdasarkan hasil uji laboratorium menunjukan bahwa pengolahan limbah cair industri farmasi menggunakan desain infrastruktur yang diusulkan dalam penelitian ini, dengan membubuhkan zat kimia NaOH, *poly aluminium chloride* (PAC), *polimer polymer flokulasi anion anionic*, mampu meningkatkan mutu air limbah ditunjukan dengan nilai pH 7,08 berada diantara 6.0-9.0 mengandung arti memenuhi standar baku mutu air limbah. Nilai BOD8 <150 mengandung arti memenuhi standar baku mutu air limbah. Nilai BOD5 2 <100 mengandung arti memenuhi standar baku mutu air limbah, seperti dijelaskan secara keseluruhan air limbah industri farmasi setelah dilakukan pengolahan menggunakan desain infrastruktur dan penambahan zat kimia yang diusulkan dalam penelitian ini, memenuhi standar baku mutu air limbah, sehingga tidak mencemari lingkungan.

5.2 Saran

Hasil penelitian ini diharapkan dapat diterapkan pada industri-industri yang produksinya menimbulkan limbah cair membahayakan. Selanjutnya diharapkan kepada pemangku kebijakan agar menerapkan standar pengolahan limbah cair industri. Penelitian ini perlu dilanjutkan untuk mengetahui biaya yang dibutuhkan untuk pembangunan infrastruktur pengolahan limbah industri.

DAFTAR PUSTAKA

[1] S. Susanto and A. S. Amal, “Evaluasi Sistem Perhitungan Instalasi Pengolahan Air Limbah Gedung Utama Pabrik Tuban,” in *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur*, 2021. [10.22219/skpsppi.v2i1.4401](https://doi.org/10.22219/skpsppi.v2i1.4401)

[2] M. L. H. R. Indonesia, “Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah,” *Kementeri. Lingkung. Hidup Republik Indonesia*. Jakarta, 2014. [10.22219/skpsppi.v2i1.4401](https://doi.org/10.22219/skpsppi.v2i1.4401)

[3] D. Rimantho and A. Athiyah, “Analisis Kapabilitas Proses untuk Pengendalian Kualitas Air Limbah di Industri Farmasi,” *J. Teknol.*, vol. 11, no. 1, pp. 1–8, 2019. [scholargoogle](#)

[4] A. M. S. Hertika and R. B. D. S. Putra, *Ekotoksikologi untuk Lingkungan Perairan*. Universitas Brawijaya Press, 2019. [scholar google](#)

[5] P. S. RAGAWIDYA, “Penilaian Tingkat Keberlanjutan Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Domestik Komunal Tegalsari Semarang, Ipal Komunal Pedalangan Semarang, Dan Ipal Komunal Podorejo Semarang,” 2023. [scholar google](#)

[6] I. Apriliyani, M. Ainuri, and A. Suyantohadi, “Analisis Kinerja Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Industri Gudeg Kaleng di PT RD, Yogyakarta,” *agriTECH*, vol. 43, no. 1, pp. 74–84. [10.22146/agritech.71076](https://doi.org/10.22146/agritech.71076)

[7] A. H. Jauharoh, A. Nurmiyanto, and A. Yulianto, “Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) pada Kegiatan Pelapisan Logam (Elektroplating) Skala Kecil dan Menengah (IKM X) di Daerah Istimewa Yogyakarta,” *J. Sains Teknol. Lingkung.*, vol. 12, no. 1, 2020. [10.20885/jstl.vol12.iss1.art3](https://doi.org/10.20885/jstl.vol12.iss1.art3)

[8] A. Arifudin, S. Setiyono, F. E. Priyanto, and S. Sulistia, “Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Pengolahan Makanan,” *J. Air Indones.*, vol. 11, no. 1, 2019. [10.29122/jai.v11i1.3935](https://doi.org/10.29122/jai.v11i1.3935)

[9] R. Miller, “Review essay: The Third Way,” *Polit. Sci.*, vol. 52, no. 2, pp. 174–180, 2000. [003231870005200207](https://doi.org/10.2307/20005200207)

[10] A. Izaak and F. Wijaya, “Analisis Pengaruh Jenis dan Ukuran Pasir *Filter* Pada Pengolahan Kualitas Air,” *SKRIPSI Fak. Tek.*, pp. 1–58, 2020. [scholar google](#)

[11] M. Safriani and C. S. Silvia, “Desain IPAL Komunal untuk Mengatasi Permasalahan Sanitasi Di Desa Luengbaro, Kabupaten Nagan Raya, Aceh,” *Pros. Konf. Nas. Tek. Sipil*, vol. 11, 2017. [scholar google](#)

[12] M. S. Fanggi, S. Utomo, and I. M. Udiana, “Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga Komunal pada Daerah Pesisir di Kelurahan Metina Kecamatan Lobalain Kabupaten Rote-Ndao,” *J. Tek. Sipil*, vol. 4, no. 2, pp. 159–166, 2015. [scholar google](#)

[13] N. F. Mustofa, “Efektivitas Kebijakan Pengadaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Dalam Rangka Meningkatkan Sanitasi Di Kota Pekanbaru.” Universitas Islam Riau, 2021. [scholar google](#)

[14] E. Widjajanti, “Penanganan limbah laboratorium kimia,” *Yogyakarta FMIPA UNY*, 2009. [scholar google](#)

[15] S. Wahyuni and S. Sugito, “Pengaruh Penggunaan Koagulan Pada Biofilter Anaerobik Aerobik Dalam Menurunkan Cod (Chemical Oxygen Demand) Dan Bod (Biological Oxygen Demand) Limbah Cair Industri Farmasi,” *WAKTU J. Tek. UNIPA*, vol. 13, no. 1, pp. 54–62, 2015. [10.36456/waktu.v13i1.25](https://doi.org/10.36456/waktu.v13i1.25)

[16] I. SETYANI, M. A. Budihardjo, and F. Muhammad, “Evaluasi Kinerja Dan Persepsi Masyarakat Terhadap Instalasi Pengolahan Air Limbah (Ipal) Pt Z, Kabupaten Magelang.” School Of Postgraduate Studies, 2020. [scholar.google](#)

[17] F. U. Rohana and S. Zulaeha, “Desain Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Menggunakan Proses Biofilter ‘Up flow’ di Rumah Sakit Pendidikan Unismuh Makassar”. [scholar google](#)

[18] P. R. Wulandari, “Perencanaan Pengolahan Air Limbah Sistem Terpusat (Studi Kasus di Perumahan PT. Pertamina Unit Pelayanan III Plaju-Sumatera Selatan),” *J. Tek. Sipil dan Lingkung.*, vol. 2, no. 3, pp. 499–509, 2014. [scholar google](#)

[19] P. Sucipto, “Sistem Penyaluran Air Limbah Rumah Tangga Di Kawasan Komplek Perumahan Anugerah Lestari (Studi Kasus).” 2013. [scholar google](#)

[20] A. Ba'diatul, “Perencanaan Air Limbah Komunal Dengan Model Pengelolaan An-Aerobic System Di Desa Mereje Timur Kabupaten Lombok Barat.” Universitas Muhammadiyah Mataram, 2020. [scholar google](#)

[21] A. C. Sirait, I. Apriani, and S. Pramadita, “Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Pada Industri Pembuatan Tahu Skala Kecil,” *J. Teknol. Lingkung. Lahan Basah*, vol. 11, no. 1, pp. 155–163, 2023. [10.26418/jtllb.v11i1.60598](https://doi.org/10.26418/jtllb.v11i1.60598)

[22] G. H. Cahyana, G. Gumilar, and T. Mulyani, “Pengolahan Air Limbah Betalaktam Menggunakan Reagen Kaporit, PAC, dan Alum Sulfat,” *J. Serambi Eng.*, vol. 6, no. 3, 2021. [10.32672/jse.v6i3.3118](https://doi.org/10.32672/jse.v6i3.3118)