

**ANALISIS RISIKO OPERASIONAL DALAM PENGOLAHAN
AIR LIMBAH MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE
EFFECT ANALYSIS* (FMEA)
(STUDI KASUS: PERUSAHAAN MANUFAKTUR OBAT)**

TESIS

Diajukan untuk memenuhi persyaratan akademik guna memperoleh gelar
Magister Manajemen (M.M) Pada Program Studi Magister Manajemen
Universitas Kristen Indonesia

Oleh:

**FLORENSIA KLARA KINHO TITIT
(2304190005)**



**PROGRAM STUDI MAGISTER MANAJEMEN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
JAKARTA
2025**



PERNYATAAN KEASLIAN KARYA TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Florensia Klara Kinho Titit

NIM : 230419005

Program Studi : Magister Manajemen

Fakultas : Program Pascasarjana

Dengan ini menyatakan bahwa karya tulis tugas akhir yang berjudul **“ANALISIS RISIKO OPERASIONAL DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS* (FMEA) (STUDI KASUS: PERUSAHAAN MANUFAKTUR OBAT) “** adalah :

1. Dibuat dan diselesaikan sendiri dengan menggunakan hasil kuliah, tinjauan lapangan, buku – buku dan jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada karya tugas akhir saya
2. Bukan merupakan duplikasi karya tulis yang sudah dipublikasi atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar sarjana di universitas lain, kecuali pada bagian – bagian sumber informasi yang dicantumkan dengan cara referensi yang semestinya.
3. Bukan merupakan karya terjemahan dari kumpulan buku atau jurnal acuan yang tertera di dalam referensi pada tugas

Kalau terbukti saya tidak memenuhi apa yang dinyatakan di atas, maka karya tugas akhir ini dianggap batal

Jakarta, 30 Juni 2025



(Florensia Klara Kinho Titit)



**UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA
PROGRAM PASCASARJANA**

PERSEJUTUAN DOSEN PEMBIMBING TUGAS AKHIR

**ANALISIS RISIKO OPERASIONAL DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH
MENGUNAKAN METODE *FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS* (FMEA)
(STUDI KASUS: PERUSAHAAN MANUFAKTUR OBAT)**

Oleh :

Nama : Florensia Klara Kinho Titit

NIM : 2304190005

Program Studi : Magister Manajemen

Telah diperiksa dan disetujui untuk diajukan dan dipertahankan dalam Sidang Tugas Akhir guna mencapai gelar Magister Manajemen pada Program Studi Magister Manajemen, Fakultas Program Pascasarjana, Universitas Kristen Indonesia,

Jakarta, 30 Juni 2025

Menyetujui,

Pembimbing I


(**Dr. M.L., Denny Tewu., SE., M.M.**)
NIP/NIDN : 121952/0311076306

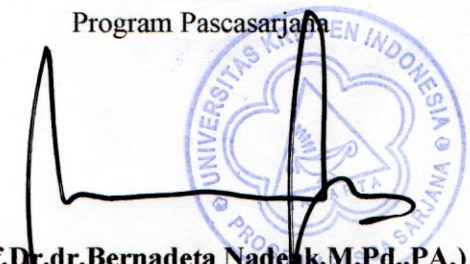
Pembimbing II


(**Dr. Indra Gunawan, S.T., M.E.**)
NIDN : 0307117403

Ketua
Program Studi Magister Manajemen


(**Dr. M.L., Denny Tewu., SE., M.M.**)
NIP/NIDN : 121952/0311076306

Direktur
Program Pascasarjana


(**Prof. Dr. dr. Bernadeta Nadek, M.Pd., PA.**)
NIP/NIDN : 001473/0320116402



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA PROGRAM PASCASARJANA

PERSETUJUAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Pada 30 Juni 2025 telah diselenggarakan Sidang Tugas Akhir untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik guna memperoleh gelar Magister Manajemen pada Program Studi Magister Manajemen, Fakultas Program Pascasarjana, Universitas Kristen Indonesia

Nama : Florensia Klara Kinho Titit

NIM : 2304190005

Program Studi : Magister Manajemen

Fakultas : Program Pascasarjana

termasuk ujian Tugas Akhir yang berjudul “ANALISIS RISIKO OPERASIONAL DALAM PENGOLAHAN AIR LIMBAH MENGGUNAKAN METODE *FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS* (FMEA) (STUDI KASUS: PERUSAHAAN MANUFAKTUR OBAT)” oleh tim penguji yang terdiri dari :

No.	Nama Penguji	Jabatan dalam Tim Penguji	Tanda Tangan
1	Dr.Ir.Edison Siregar, M.M	Sebagai Ketua	
2	Dr.M.L.Denny Tewu, SE.,MM	Sebagai Anggota	
3	Dr.Indra Gunawan, S.T.,M.E.	Sebagai Anggota	

Jakarta, 30 Juni 2025



UNIVERSITAS KRISTEN INDONESIA PROGRAM PASCASARJANA

Pernyataan dan Persetujuan Publikasi Tugas Akhir

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Florensia Klara Kinho Titit
NIM : 2304190005
Fakultas : Program Pascasarjana
Program Studi : Magister Manajemen
Jenis Tugas Akhir : Tesis
Judul : ANALISIS RISIKO OPERASIONAL DALAM
PENGOLAHAN AIR LIMBAH MENGGUNAKAN
METODE *FAILURE MODE EFFECT ANALYSIS* (FMEA)
(STUDI KASUS: PERUSAHAAN MANUFAKTUR
OBAT)

Menyatakan bahwa :

1. Tugas akhir tersebut adalah benar karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan bukan merupakan duplikasi karya tulis yang dipublikasikan atau yang pernah dipakai untuk mendapatkan gelar akademik di perguruan tinggi mana pun ;
2. Tugas akhir tersebut bukan merupakan plagiat dari hasil karya pihak lain, dan apabila saya/kami mengutip karya orang lain maka akan dicantumkan sebagai referensi sesuai dengan ketentuan yang berlaku;
3. Saya memberikan Hak Non eksklusif Tanpa Royalti kepada Universitas Kristen Indonesia yang berhak menyimpan, mengalih pindah/format-kan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilih hak cipta

Apabila dikemudian hari ditemukan pelanggaran Hak Cipta dan Kekayaan Intelektual atau Peraturan Perundangan – undangan Republik Indonesia lainnya dan integritas akademik dalam karya saya tersebut, maka saya bersedia menanggung secara pribadi segala bentuk tuntutan hukum dan sanksi akademis yang timbul serta membebaskan Universitas Kristen Indonesia dari segala tuntutan hukum yang berlaku.

Dibuat di Jakarta
Pada Tanggal 30 Juni 2025



Florensia Klara Kinho Titit

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kepada Tuhan Yang Maha atas berkat, rahmat dan perlindungan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul “ Analisis Risiko Operasional Dalam Pengolahan Air Limbah Menggunakan Metode *Failure Mode Effect Analysis* (FMEA) (Studi Kasus : Perusahaan Manufaktur Obat) sebagai tugas akhir penulis guna mengikuti Sidang Ujian Pascasarjana serta untuk memperoleh gelas Magister Manajemen (MM) pada Program Studi Magister Manajemen Universitas Kristen Indonesia.

Selama penyusunan tesis ini, terdapat banyak kendala dan halangan dihadapi penulis. Dan juga penulis menyadari tesis ini masih jauh dari kata sempurna, namun berkat bantuan, dukungan dan motivasi dari berbagai pihak maka tesis ini dapat diselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Karena itu, pada kesempatan ini dengan segala rasa hormat dan kerendahan hati penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar – besar nya kepada :

1. Bapak tercinta : Bapak Radboud Kinho. Kakak Huberta Kinho, Merry C Bame dan Genoveva Kinho serta pasangan, teman dan sahabat terkasih Adolof Gefilem ST atas dukungan secara material, moril maupun spiritual yang telah diberikan selama proses penyusunan hingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik dan lancar.
2. Pembimbing 1 saya Dr.M.L.Denny Tewu, SE.,MM yang telah memberikan bimbingan, saran dan masukan dengan sangat baik selama proses penyusunan Tesis ini hingga selesai.
3. Pembimbing 2 saya Dr.Indra Gunawan, S.T.,M.E. yang telah banyak memberikan masukan, saran dan bimbingan dengan sangat baik selama proses penyusunan Tesis ini hingga Tesis selesai.
4. Dr.Ir.Edison Siregar, M.M selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan dan saran selama Ujian Tesis untuk perbaikan Tesis menjadi lebih baik.
5. Seluruh dosen Program Studi Magister Manajemen dan seluruh staf Program Studi Magister Manajemen Universitas Kristen Indonesia.
6. Manajemen PT Kimia Farma Plant Jakarta beserta jajaran dan karyawan yang

telah membantu saya dalam melaksanakan penelitian sampai Tesis ini telah selesai.

7. Teman – teman Magister Manajemen angkatan 2022 atas kerja sama dan dukungan selama menempuh studi
8. Semua pihak yang tidak dapat saya sebut satu persatu, yang telah banyak membantu dalam penulisan Tesis ini hingga selesai.

Kiranya hasil penelitian ini dapat bermanfaat, serta memberikan ilmu baru bagi pembaca. Akhirnya dengan segala hormat dan rasa syukur penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak. Tuhan memberkati selalu.

Jakarta, 30 Juni 2025



(Florensia Klara Kinho Titit)

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN	i
HALAMAN PERSETUJUAN DOSEN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
ABSTRAK	xv
<i>ABSTRACT</i>	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	4
1.4.2 Bagi Praktis	4
BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	5
2.1.Kajian Teori.....	5
2.1.1 Pengenalan PT X	5
2.1.2 Pencemaran Lingkungan	6
2.1.3 Sumber Air Limbah	6
2.1.4 Beban Pencemaran Air Limbah PT X	7
2.1.5 Baku Mutu Pencemaran Air Limbah.....	9
2.1.6 Risiko.....	10
2.1.7 Risiko Operasional	11

2.1.8 Manajemen Risiko	11
2.2 Penelitian Terdahulu	18
2.3 Kerangka Konseptual	21
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	22
3.1 Jenis Penelitian	22
3.2 Pendekatan Penelitian	22
3.3 Teknik Pengumpulan Data	22
3.4 Teknik Analisa Data	23
3.5 Kerangka Penelitian	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) PT X	25
4.1.1 Proses <i>Pre – Treatment</i> Pengolahan Air Limbah	25
4.1.2 Pengolahan Air Limbah IPAL Induk	28
4.1.3 Pengaruh Proses Pengolahan Terhadap Beban Pencemar	34
4.2 Identifikasi Risiko Operasional IPAL PT X	36
4.2.1 Risiko Proses <i>Pre- Treatment</i> pada IPAL ARV, Laundry & Rifampicin	36
4.2.2 Risiko Proses Pengolahan (<i>treatment</i>) Air Limbah pada IPAL Utama (Induk)	40
4.3 Analisis Risiko Operasional dengan Metode FMEA	46
4.3.1 Analisis Risiko Operasional Proses <i>Pre – Treatment</i> Air Limbah dengan Metode FMEA	46
4.3.2 Analisis Risiko Operasional Proses Pengolahan (<i>Treatment</i>) Air Limbah dengan Metode FMEA	51
4.4 Evaluasi Risiko Operasional	58
4.4.1 Perengkingan Tingkat Risiko Proses <i>Pre – Treatment</i> Air Limbah	58
4.4.2 Perengkingan Tingkat Risiko Proses Pengolahan (<i>Treatment</i>) Air Limbah	

.....	59
4.5 Analisa Penanganan Risiko	60
4.5.1 Proses Pre _ treatment Air Limbah.....	60
4.5.2 Proses Pengolahan (<i>Treatment</i>) Air Limbah	63
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	65
5.1 Kesimpulan	65
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA.....	76



DAFTAR GAMBAR

Gambar 4. 1 Tangki Proses IPAL ARV.....	26
Gambar 4. 2 Bak Penampungan IPAL ARV	26
Gambar 4. 3 Bak Penampungan IPAL Rifampicin.....	27
Gambar 4. 4 Tangki Proses IPAL Rifampicin	27
Gambar 4. 5 Bak Penampungan IPAL Laundry	28
Gambar 4. 6 Proses Penampungan Air Limbah Laundry	28
Gambar 4. 7 Bak Ekualisasi	29
Gambar 4. 8 Pengukuran pH Air Limbah	29
Gambar 4. 9 Proses Netralisasi	29
Gambar 4. 10 Bak Penampungan Anerob.....	30
Gambar 4. 11 Proses Pengolahan Air Secara Aerob.....	31
Gambar 4. 12 Inlet Proses Aerob	31
Gambar 4. 13 Bak Pengendapan II	32
Gambar 4. 14 Bak Pengendapan I.....	32
Gambar 4. 15 Keran Bak Pengendapan.....	34
Gambar 4. 16 Bak Kontrol Proses Filtrasi	33
Gambar 4. 17 Tangki Filtrasi	33
Gambar 4. 18 Proses UV Filtrasi	34

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Baku Mutu Air Limbah.....	10
Tabel 2. 2 Tingkat Severity FMEA.....	14
Tabel 2. 3 Tingkat Occurence FMEA	15
Tabel 2. 4 Tingkat Detection FMEA.....	16
Tabel 2. 5 Deskripsi Penelitian Terdahulu	18
Tabel 4. 1 Pengaruh Proses Terhadap Beban Pencemar	34
Tabel 4. 2 Identifikasi Risiko Proses Pre - Treatment Air Limbah.....	40
Tabel 4. 3 Identifikasi Risiko Proses Pengolahan Air Limbah	44
Tabel 4. 4 Analisis Risiko Proses Pre - Treatment Air Limbah dengan Metode FMEA.....	46
Tabel 4. 5 Analisis Risiko Operasional Proses Pengolahan Air Limbah dengan Metode FMEA	51
Tabel 4. 6 Ranking Risiko Proses Pre - Treatment Air Limbah	58
Tabel 4. 7 Ranking Risiko Proses Pengolahan Air Limbah.....	59
Tabel 4. 8 Penanganan Risiko Proses Pre - Treatment Pengolahan Air Limbah...	60
Tabel 4. 9 Penanganan Risiko Proses Pengolahan Air Limbah	63

DAFTAR DIAGRAM

Diagram 2. 1 Bisnis Proses PT X.....	5
Diagram 2. 2 Proses Produksi Obat Tablet	6
Diagram 2. 3 Proses Manajemen Risiko	12
Diagram 2. 4 Fish Bone Diagram Kegagalan Operasional Pengolahan Air Limbah	21
Diagram 3. 1 Kerangka Penelitian	24
Diagram 4. 1 Diagram Alur Proses Pengolahan Air Limbah.....	35



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran A. Jadwal Penelitian

Lampiran B. Hasil Pemeriksaan Air limbah PT X

Lampiran C. Daftar Pernyataan Wawancara Penelitian

Lampiran D. *Layout* Proses Pengolahan IPAL

Lampiran E. Foto Penelitian



Abstract

PT X is a company engaged in the manufacture of drugs, so the Utilization of Hazardous Chemicals (BKB) is part of the drug manufacturing process. This necessitates appropriate environmental impact management measures, including wastewater treatment. Failure in wastewater treatment can cause pollution to the surrounding environment. Therefore, this study aims to conduct an operational risk analysis in the wastewater treatment process using the FMEA method within the risk management framework according to ISO 31000:2018. In this study, the identification of operational risks in wastewater treatment was carried out considering 5 factors such as Manpower, Method, Machine/equipment, Material and Environment. After conducting an operational risk analysis on the pre-treatment and treatment (processing) of wastewater, several operational risks with high RPN were found, namely for the pre-treatment process consisting of (a) Retention time for the sedimentation process with an RPN of 392, (b) Operators not implementing the correct SOPs, Automatic system failure, not installing filters (strainers) and Pump damage with an RPN of 384. Meanwhile, for the wastewater treatment (processing) process, the operational risks with high RPN are 384 for risks such as not implementing the correct SOPs, Aerator, pump not functioning and dirty filter resin. A high RPN indicates that special and serious attention is needed to suppress or mitigate operational risks because these operational risks can threaten the smooth running of the wastewater treatment process. Appropriate risk mitigation steps include providing training and socialization, enforcing discipline, implementing automatic systems, carrying out maintenance, providing equipment/machine back-ups, installing protection and using equipment with appropriate specifications.

(Keywords: Hazardous Chemicals, IPAL, FMEA, RPN)

Abstrak

PT X adalah perusahaan yang bergerak dibidang manufaktur obat sehingga penggunaan Bahan Kimia Berbahaya (BKB) menjadi bagian dalam proses pembuatan obat. Hal ini menyebabkan diperlukan langkah pengelolaan dampak lingkungan yang tepat termasuk langkah pengolahan air limbah yang dihasilkan. Kegagalan (*failure*) dalam melakukan pengolahan air limbah dapat menyebabkan kerugian finansial, kerusakan lingkungan hingga pelanggaran hukum. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk melakukan analisis risiko operasional dalam proses pengolahan air limbah dengan menggunakan metode FMEA dalam kerangka manajemen risiko menurut ISO 31000:2018. Pada penelitian ini identifikasi risiko operasional dalam proses pengolahan air limbah dilakukan dengan mempertimbangkan 5 faktor seperti Manusia, Metode, Mesin/peralatan, Material dan Lingkungan. Setelah dilakukan analisis risiko operasional pada kedua tahapan pengolahan air limbah yaitu proses *pre – treatment* dan *treatment* (pengolahan) air limbah, ditemukan beberapa risiko operasional dengan RPN tinggi yaitu untuk proses *pre – treatment* terdiri dari (a) Waktu retensi untuk proses sedimentasi dengan RPN sebesar 392, (b) Operator tidak menerapkan SOP yang tepat, Kegagalan sistem otomatis, tidak memasang filter (*strainer*) dan Kerusakan Pompa dengan RPN sebesar 384. Sedangkan untuk proses *treatment* (pengolahan) air limbah risiko – risiko operasional dengan RPN tinggi yaitu sebesar 384 untuk risiko – risiko seperti tidak menerapkan SOP yang tepat, aerator dan pompa tidak berfungsi serta resin filter kotor. RPN yang tinggi menandakan diperlukan perhatian khusus dan serius untuk menekan atau memitigasi risiko – risiko operasional karena dapat mengancam kelancaran proses pengolahan air limbah. Langkah mitigasi risiko yang tepat seperti memberikan pelatihan dan sosialisasi, penegakan kedisiplinan, penerapan sistem otomatis, melakukan perawatan dan pemeliharaan, menyediakan *back up* peralatan/mesin, pemasangan proteksi serta penggunaan peralatan dengan spesifikasi yang sesuai.

(Kata Kunci : Bahan Kimia Berbahaya (BKB), IPAL, Identifikasi Risiko FMEA, RPN)