

REDESIGN PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK KANTOR PUSAT PERTAMINA MENGGUNAKAN INTEGRATED FIXED FILM ACTIVATED SLUDGE

GERALDY DAVIANTARA PUTRA FACHRUDDIN



**TEKNIK DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa Proporal Proyek Akhir dengan judul “*Redesign Pengolahan Air Limbah Domestik Kantor Pusat Pertamina Menggunakan Integrated Fixed Film Activated Sludge*” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir laporan akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, 7 Juli 2026

Geraldly Daviantara Putra Fachruddin
J0413221138

ABSTRAK

GERALDY DAVIANTARA PUTRA FACHRUDDIN. *Redesign* Pengolahan Air Limbah Domestik Kantor Pusat Pertamina Menggunakan *Integrated Fixed Film Activated Sludge*. Dibimbing oleh SULISTIJORINI.

Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) domestik Kantor Pusat PT Pertamina (Persero) mengalami kondisi *underload* akibat penurunan aktivitas gedung sehingga debit air limbah yang diolah lebih rendah dibandingkan kapasitas desain. Kondisi tersebut menyebabkan beban hidrolis dan beban pencemar yang masuk ke beberapa unit pengolahan sehingga proses pengolahan tidak berlangsung secara optimal. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kondisi eksisting IPAL domestik serta menyusun *redesign* sistem pengolahan menggunakan pendekatan *Integrated Fixed Film Activated Sludge* (IFAS) yang menggabungkan pertumbuhan biomassa tersuspensi dan biomassa melekat untuk meningkatkan retensi biomassa. Penelitian dilakukan melalui observasi lapangan, pengumpulan data operasional, analisis kualitas air limbah, serta perhitungan desain berdasarkan debit aktual sebesar 18,6 m³/hari. Evaluasi dilakukan terhadap kondisi eksisting unit pengolahan, karakteristik air limbah, kapasitas unit, dan kesesuaian sistem terhadap kondisi *underload* sebagai dasar penyusunan *redesign*.

Kata kunci: IFAS, IPAL domestik, *redesign*, *retensi biomassa*,

ABSTRACT

GERALDY DAVIANTARA PUTRA FACHRUDDIN. *Redesign of Domestic Wastewater Treatment at the Pertamina Head Office Using Integrated Fixed Film Activated Sludge*. Supervised by SULISTIJORINI.

The domestic wastewater treatment plant (WWTP) at the Head Office of PT Pertamina (Persero) is experiencing an underload condition due to decreased building activity, resulting in a wastewater flow rate lower than the design capacity. This condition causes reduced hydraulic and pollutant loads entering several treatment units, resulting in suboptimal treatment performance. This study aims to evaluate the existing domestic WWTP and develop a redesign of the treatment system using the Integrated Fixed Film Activated Sludge (IFAS) approach, which combines suspended-growth and attached-growth biomass to increase biomass retention. The study was conducted through field observations, operational data collection, wastewater quality analysis, and design calculations based on an actual wastewater flow rate of 18.6 m³/day. The evaluation covered the existing treatment units, wastewater characteristics, unit capacities, and system suitability under underload conditions as the basis for the redesign..

Keywords: IFAS, domestic WWTP, *biomass retention*, *redesign*

REDESIGN PENGOLAHAN AIR LIMBAH DOMESTIK KANTOR PUSAT PERTAMINA MENGGUNAKAN INTEGRATED FIXED FILM ACTIVATED SLUDGE

GERALDY DAVIANTARA PUTRA FACHRUDDIN

Laporan Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Terapan pada
Program Studi Teknik dan Manajemen Lingkungan

**TEKNIK DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2026**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Penguji pada ujian laporan akhir: Luvy Dellarosa, S.T., M.T.

Judul Proyek akhir : *Redesign* Pengolahan Air Limbah Domestik Kantor Pusat
Pertamina Menggunakan *Integrated Fixed Film Activated
Sludge*.

Nama : Gerald Daviantara Putra Fachruddin
Nim : J0413221138

@Hak cipta milik IPB University

Pembimbing :
Dr. Ir. Sulistijorini M.Si.

Disetujui oleh



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Dr. Ir. Beata Ratnawati S.T, M.Si.
NPI 2018 1119880625 1001



Dekan Sekolah Vokasi:
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M.T
NIP 196607171992031003

Tanggal Ujian:
(17 Juli 2026)

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan dengan baik. Proses penyusunan tugas akhir ini bukanlah perjalanan yang singkat dan mudah, namun menjadi pengalaman yang sangat berharga bagi penulis dalam belajar, bertahan, dan berkembang. Oleh karena itu, penyelesaian karya ilmiah ini menjadi suatu kebanggaan tersendiri karena dapat melewati setiap proses, tantangan, serta pembelajaran yang menyertai.

Dalam proses penyusunan karya ilmiah ini, penulis memperoleh banyak bantuan, dukungan, doa, serta motivasi dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Dr. Ir. Sulistijorini, M.Si. Selaku dosen pembimbing yang telah memberikah arahan, ilmu, masukan, serta kesabaran dalam membimbing penulis selama proses penyusunan tugas akhir.
2. Dr. Beata Ratnawati, S.T., M.Si. selaku Ketua Program Studi Teknik dan Manajemen Lingkungan yang telah memberikan dukungan dan arahan selama proses perkuliahan dan penyusunan karya ilmiah.
3. I Made Dwi Darmaputra, S. selaku Manager HSSE PT Pertamina (Persero) yang telah memberikan dukungan, arahan, serta kesempatan kepada penulis selama melaksanakan kegiatan penelitian di PT Pertamina (Persero).
4. Robert Andrew. Selaku pembimbing lapangan yang telah banyak membantu, memberi arahan, pengalaman, serta dukungan selama kegiatan penelitian berlangsung di PT Pertamina (Persero).
5. Kedua orang tua penulis yang memberikan doa, kasih sayang, dukungan, pengorbanan, serta menjadi alasan terbesar penulis untuk terus berjuang dan menyelesaikan pendidikan ini.
6. Gembira Ramve Sinaga, selaku teman magang yang telah menjadi rekan selama proses pengumpulan data, memberikan bantuan, dukungan, serta semangat dalam menyelesaikan setiap tahapan kegiatan penelitian ini.
7. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan karya ilmiah ini.

Penulis menyadari bahwa karya ilmiah ini masih memiliki kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi perbaikan di masa mendatang. Semoga karya ilmiah ini dapat memberikan manfaat dan menjadi kontribusi positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang pengelolaan lingkungan dan pengolahan air limbah domestik.

Bogor, 1 Juni 2026

Geraldly Daviantara Putra Fachruddin



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	vii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) perkantoran	4
2.2 Unit <i>Screening</i>	4
2.3 Unit Ekualisasi	4
2.4 Sistem <i>Activated Sludge</i>	5
2.5 Proses Aerasi	5
2.6 <i>Biofilter</i>	6
2.7 Unit Sedimentasi	6
2.8 Unit Desinfeksi	6
2.9 Kondisi <i>Underload</i> pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik	7
2.10 Sistem <i>Integrated Fixed Film Activated Sludge</i> (IFAS)	7
2.11 Pembentukan <i>Biofilm</i> pada Sistem <i>Integrated Fixed Film Activated Sludge</i> (IFAS)	8
2.12 Penelitian Terdahulu	8
METODE	10
3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian	10
3.2 Metode Kerja	10
3.3 Jenis dan Sumber Data	11
3.4 Teknik Pengumpulan Data dan Analisis Data	11
3.5 Analisis Data	12
HASIL DAN PEMBAHASAN	42
4.1 Analisis Penggunaan Air Bersih dan Timbulan Air Limbah	42
4.2 Evaluasi Kinerja IPAL <i>Eksisting</i>	43
4.3 Perencanaan ulang IPAL domestik	46
4.4 Profil Hidrolis	75
4.5 Neraca Air	91
4.6 Neraca Massa	92
4.7 Analisis Kebutuhan Lahan IPAL Hasil Perancangan	93
4.8 Evaluasi Hasil Perencanaan IPAL	94
KESIMPULAN	96
5.1 Kesimpulan	96
5.2 Saran	96
DAFTAR PUSTAKA	97

DAFTAR TABEL

1	Penelitian terdahulu	8
2	Jenis, sumber dan metode pengumpulan data	11
3	Kriteria MLSS pada sistem lumpur aktif	15
4	Kriteria desain parameter IPAL	16
5	Kriteria desain unit <i>screening</i>	17
6	Kriteria desain unit ekualisasi	21
7	Unit aerasi IFAS (<i>Integrated Fixed Film Activated Sludge</i>)	24
8	Kriteria Mixed Liquor Suspended Solids (MLSS)	25
9	Kriteria <i>Food to Microorganism Ratio</i> (F/M)	25
10	Kriteria <i>Hydraulic Retention Time</i> (HRT)	26
11	Kriteria dimensi reaktor IFAS	27
12	Kriteria perhitungan kebutuhan oksigen	28
13	Kriteria parameter kebutuhan oksigen	29
14	Kriteria perencanaan blower	30
15	Kriteria media biofilm IFAS	31
16	Kriteria desain unit sedimentasi	32
17	Kriteria desain unit disinfeksi	37
18	Kriteria desain unit saluran <i>outlet</i>	40
19	Perhitungan kebutuhan air bersih	42
20	Perhitungan timbulan air limbah domestik	43
21	Evaluasi Kapasitas IPAL <i>Eksisting</i>	44
22	Efisiensi penyisihan parameter IPAL <i>eksisting</i>	44
23	Interpretasi Rasio BOD/COD	45
24	Perbandingan alternatif teknologi <i>redesign</i> IPAL	46
25	Paramater dasar perencanaan ulang IPAL	47
26	Hasil perencanaan unit <i>screening</i>	48
27	Hasil perencanaan unit ekualisasi	51
28	Hasil perencanaan unit aerasi sistem <i>integrated fixed film activated sludge</i> (IFAS)	59
29	Hasil perencanaan unit sedimentasi (<i>clarifier</i>)	65
30	Kriteria desain unit disinfeksi	67
31	Hasil perencanaan unit disinfeksi	71
32	Perencanaan saluran <i>outlet</i>	74
33	Neraca air sistem IPAL hasil perancangan	91
34	Perbandingan karakteristik air limbah dan target efluen hasil perancangan	93
35	Perbandingan kondisi IPAL eksisting dan hasil perancangan	94
36	Perbandingan kondisi IPAL eksisting dan hasil redesign	95

DAFTAR GAMBAR

1	Diagram alir penelitian	10
---	-------------------------	----



DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Layout</i> denah IPAL tampak atas	10
2	<i>Layout</i> denah IPAL tampak samping	44
3	<i>Layout inlet</i> IPAL	45
4	<i>Layout</i> ekualisasi tampak atas	46
5	<i>Layout</i> unit ekualisasi tampak samping	47
6	<i>Layout</i> unit ekualisasi potongan B-B	48
7	<i>Layout</i> unit aerasi (IFAS) tampak atas	49
8	<i>Layout</i> unit aerasi (IFAS) tampak samping	50
9	<i>Layout</i> unit aerasi (IFAS) potongan B-B	51
10	<i>Layout</i> unit sedimentasi tampak atas	52
11	<i>Layout</i> unit sedimentasi tampak samping	53
12	<i>Layout</i> unit sedimentasi potongan B-B	54
13	<i>Layout</i> unit disinfeksi tampak atas	55
14	<i>Layout</i> unit disinfeksi tampak samping	56
15	<i>Layout</i> unit disinfeksi potongan B-B	57
16	<i>Layout outlet</i> IPAL	58
17	Neraca Air	60
18	Neraca Massa	61
19	Hasil <i>Inlet</i> LHU Maret 2027	62
20	Hasil <i>Outlet</i> LHU Maret 2027	62