

PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH PRODUKSI INDUSTRI ES KRIM DENGAN TEKNOLOGI *MOVING BED BIOFILM REACTOR*

SINTA VALENTINA HUTAGAOL



**TEKNIK DAN MANAJEMEN LINGKUNGAN
SEKOLAH VOKASI
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2025**

PERNYATAAN MENGENAI LAPORAN PROYEK AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa laporan proyek akhir dengan judul “Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Produksi Industri Es Krim dengan Teknologi *Moving Bed Biofilm Reactor*” 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 proyek akhir ini.

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

Bogor, Oktober 2025

Sinta Valentina Hutagaol
NIM. J0313211074

@Hak cipta milik IPB University

IPB University





ABSTRAK

SINTA VALENTINA HUTAGAOL, Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Produksi Industri Es Krim dengan Teknologi *Moving Bed Biofilm Reactor*. Dibimbing oleh SUPRIHATIN.

Industri pengolahan es krim menghasilkan air limbah dengan debit 165,33 m³/hari yang mengandung bahan organik, lemak, dan padatan tersuspensi tinggi sehingga berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak diolah dengan baik. Sistem yang ada saat ini berupa *pre-treatment*, yaitu *ground tank*, *static screen*, dan *bubble trap*, sehingga air limbah masih dialirkan ke IPAL eksternal dan menyebabkan biaya operasional tinggi. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi sistem pra-pengolahan serta merancang unit pengolahan lanjutan yang lebih efisien melalui proses kimia dan biologi menggunakan teknologi *moving bed biofilm reactor* (MBBR). Metode yang digunakan, analisis data sekunder, perancangan unit pengolahan berdasarkan standar teknis, dan penyusunan rencana anggaran biaya. Unit tambahan yang dirancang meliputi DAF, MBBR, bak pengendap, desinfeksi, bak efluen, *sludge holding tank*, dan *filter press*. Hasil perancangan menunjukkan efisiensi penurunan BOD, COD, dan TSS sebesar 85-92%, berdasarkan estimasi removal dari kajian literatur, efluen memenuhi baku mutu. Total biaya pembangunan sebesar Rp 409.656.715, dengan biaya operasional dan pemeliharaan sekitar Rp 471.646.636/tahun atau Rp 7.813/m³.

Kata kunci: anggaran biaya, MBBR, pengolahan air limbah

ABSTRACT

SINTA VALENTINA HUTAGAOL, *Planning for The Installation of Wastewater Treatment for Ice Cream Production Using Moving Bed Biofilm Reactor Technology*. Supervised by SUPRIHATIN.

The ice cream processing industry produces wastewater with a discharge of 165.33 m³/day containing high levels of organic matter, fat, and suspended solids, potentially polluting the environment if not properly treated. The current pre-treatment system, consisting of a ground tank, static screen, and bubble trap, results in wastewater still being channeled to an external wastewater treatment and results in high operational costs. This study aims to evaluate the pre-treatment system and design a more efficient advanced treatment unit through chemical and biological processes using moving bed biofilm reactor (MBBR) technology. The methods used include secondary data analysis, processing unit design based on technical standards, and preparation of a cost budget plan. Additional units designed include DAF, MBBR, settling basin, disinfection, sludge holding tank, and filter press. The design results show a reduction efficiency of BOD, COD, and TSS of 85-92%, so that based on removal estimates from the literature review, the effluent meets quality standards. The total construction cost is Rp 409,656,715, with operational and maintenance costs of approximately Rp 471,646,636/year or Rp 7,813/m³.

Keywords: budget, MBBR, wastewater treatment



- 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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2025
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



PERENCANAAN INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH PRODUKSI INDUSTRI ES KRIM DENGAN TEKNOLOGI *MOVING BED BIOFILM REACTOR*

SNTA VALENTINA HUTAGAOL

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
2025**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University

Penguji pada ujian Laporan Akhir: Dr. Beata Ratnawati, ST. M.Si

- 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 menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Laporan Akhir : Perencanaan Instalasi Pengolahan Air Limbah Produksi Industri Es Krim dengan Teknologi *Moving Bed Biofilm Reactor*

Nama : Sinta Valentina Hutagaol
NIM : J0313211074

Disetujui oleh

Pembimbing :

Prof. Dr. Ir Suprihatin

Diketahui oleh

Ketua Program Studi :
Dr. Beata Ratnawati S.T., M.Si.
NPL 201811198806252001

Dekan Sekolah Vokasi
Dr. Ir. Aceng Hidayat, M. T
NIP. 1966071719922031003

Tanggal Ujian:
31 Oktober 2025

Tanggal Lulus:

ht

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	2
1.4.1 Manfaat Bagi Perusahaan	2
1.4.2 Manfaat Bagi Penulis	3
1.4.3 Manfaat Bagi Pembaca	3
1.5 Ruang Lingkup	3
II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Industri Es Krim	4
2.2 Karakteristik Air Limbah Produksi Es Krim	4
2.3 Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL)	5
2.4 Sistem Pengolahan Air Limbah	5
2.4.1 Proses Pengolahan Secara Fisika	6
2.4.2 Proses Pengolahan Secara Kimia	6
2.4.3 Proses Pengolahan Secara Biologi	6
2.5 Parameter Pengolahan Air Limbah	6
2.5.1 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) dan <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD)	7
2.5.2 <i>Total Suspended Solids</i> (TSS)	7
2.5.3 Amonia	7
2.5.4 Minyak dan Lemak	7
2.6 <i>Moving Bed Biofilm Reactor</i> (MBBR)	8
2.7 <i>Detail Engineering Design</i> (DED)	9
III METODE	10
3.1 Lokasi dan Waktu	10
3.2 Teknik Pengumpulan Data	10
3.3 Analisis Data	10



3.3.1 Karakteristik Air Limbah	11
3.3.2 Penetapan Unit Pengolahan	11
3.3.3 Kriteria dan Perhitungan Desain	13
3.3.4 Perancangan Gambar Teknik	13
3.3.5 RAB Pembangunan	13
3.4 Prosedur Kerja	14
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Kualitas dan Kuantitas Limbah Cair Industri Es Krim	15
4.1.1 Kualitas Air Limbah Industri Es Krim	15
4.1.2 Sumber dan Kuantitas Air Limbah Industri Es Krim	16
4.2 Alternatif Pengolahan	17
4.3 Penetapan Unit Pengelolaan	19
4.4 Perencanaan dan Perhitungan DED IPAL Industri Es Krim	21
4.4.1 <i>Pre-treatment</i>	21
4.4.2 <i>Dissolved air flotation</i> (DAF)	23
4.4.3 <i>Moving Bed Biofilm Reactor</i> (MBBR)	32
4.4.4 Bak Pengendap	41
4.4.5 Desinfektan	43
4.4.6 Unit Pengolahan Lumpur	45
4.4.7 Bak Efluen	48
4.5 Rencana Anggaran Biaya (RAB)	49
DAFTAR PUSTAKA	55
LAMPIRAN	59



DAFTAR GAMBAR

1	Skematik proses MBBR	8
2	Diagram alir penelitian	14
3	Alur proses pengolahan air limbah produksi	20
4	Spesifikasi <i>static mixer</i>	27
5	Besarnya head loss (psi) terhadap debit (gpm)	29
6	Perbandingan volume air dalam tangki tekan (%)	30
7	<i>Scum box</i> DAF	31
8	Pengaruh pH terhadap persentase NH_3 dan NH_4^+ di dalam air	33
9	<i>Contracted rectangular weir</i>	40
10	<i>Rectangular weir</i> tanpa kontraksi	45



DAFTAR LAMPIRAN

1	<i>Layout IPAL</i>	60
2	Denah <i>ground tank</i>	61
3	Denah <i>static screen</i>	62
4	<i>Bubble trap</i>	63
5	<i>Bak chemical</i>	64
6	Detail bak <i>chemical</i>	65
7	Denah DAF	66
8	Denah MBBR	67
9	Potongan A-A MBBR	68
10	Denah bak pengendap	69
11	Denah Desinfektan	70
12	Denah <i>sludge holding tank</i>	71
13	<i>Filter press</i>	72
14	Denah bak efluen	73