

**ANALISIS KINERJA DAN ESTIMASI EMISI GRK DARI
SISTEM WASTEWATER TREATMENT PLANT (WWTP) DI PT. X
PURWAKARTA JAWA BARAT**

TUGAS AKHIR



ROSMA INDAH SINAGA

1242915010

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BAKRIE**

Jakarta

2026

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Tugas Akhir ini adalah karya saya sendiri dan
semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Rosma Indah Sinaga

NIM 1242915010

Tanda Tangan : 

Tanggal : 4 Februari 2026

HALAMAN PENGESAHAN

Proposal Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rosma Indah Sinaga

NIM : 1242915010

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer

Judul Proposal : Analisis Kinerja dan Estimasi Emisi GRK Dari Sistem *WasteWater Treatment Plant* (WWTP) di PT. X Purwakarta, Jawa Barat

Telah berhasil dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk Penelitian pada Program Studi teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing 1 : Sirin Fairus, S.TP., M.T

Penguji 1 : Diki Surya Irawan, ST., MSi., IPM., ASEAN Eng

Penguji 2 : Ir. Aqil Azizi., M.ApplSc., Ph.D., GP., IPM.

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal : Februari 2026

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

Sebagai civitas akademik Universitas Bakrie, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Rosma Indah Sinaga
NIM 1242915010
Program Studi : Teknik Lingkungan
Fakultas : Teknik dan Ilmu Komputer
Jenis Tugas Akhir : -

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

ANALISIS KINERA DAN ESTIMASI EMISI GRK DARI SISTEM WASTEWATER TREATMENT PLANT (WWTP) DI PT. X PURWAKARTA, JAWA BARAT

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non Eksklusif ini Universitas Bakrie berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta untuk kepenringan akademis.

Demikian pertanyaan ini saya buat dengan sebenarnya

Dibuat : Jakarta
Pada Tanggal : 4 Februari 2026

Yang menyatakan



Rosma Indah Sinaga

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat hidayah dan inayahnya yang telah dilimpahkan kepada penulis, sehingga walaupun dengan berbagai kendala, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini, dengan judul: **“Analisis Kinerja Dan Estimasi Emisi GRK Dari Sistem *WasteWater Treatment Plant* (WWTP) di PT. X Purwakarta, Jawa Barat”**.

Dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada pihak-pihak yang telah mendukung serta membantu, khususnya kepada:

1. Ibu saya Mastiur Hasibuan yang selalu memberikan doa dan dukungan moral maupun materi selama pengerjaan Tugas Akhir ini dan Alm ayah saya M. Rusli Sinaga yang selalu menjadi alasan saya terus berusaha untuk menjadi anak yang membanggakan.
2. Ibu Sirin Fairus, S.TP., M.T, selaku dosen pembimbing saya yang telah mendampingi, mengarahkan dan memberikan masukan yang sangat bermanfaat bagi penulis dalam menyelesaikan proses bimbingan
3. Bapak Diki Surya Irawan, ST., MSi ., IPM., ASEAN Eng selaku dosen penguji 1 saya yang memberikan masukan pada tugas akhir saya sehingga menjadikan tugas akhir saya lebih bermanfaat.
4. Bapak Ir. Aqil Azizi., M.ApplSc., Ph.D., GP., IPM selaku dosen penguji 2 saya yang banyak memberikan saran dan masukan dalam penyusunan tugas akhir ini.
5. Seluruh staff pengajar & sekretariat dan teman-teman angkatan 24 Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Bakrie
6. Karyawan-karyawan HSSE dan Energi Utility PT X yang telah banyak membantu saya pada penelitian ini
7. Kepada diri sendiri yang masih bertahan dan selalu semangat menyelesaikan tugas akhir
8. Kepada Semua pihak yang baik secara langsung maupun tidak langsung telah memberikan sumbangsih pemikiran, moril, materil maupun motivasi kepada penulis

Akhir kata, penulis sampaikan bahwa tak ada gading yang tak retak. Tidak ada kesempurnaan dalam setiap karya manusia, termasuk dalam penyusunan Tugas Akhir yang penulis susun ini. Untuk itu penulis mohon maaf yang sebesar-besarnya atas segala kekurangan tersebut.

Jakarta, Februari 2026

ANALISIS KINERJA DAN ESTIMASI EMISI GRK DARI SISTEM WASTEWATER TREATMENT PLANT (WWTP) DI PT. X PURWAKARTA JAWA BARAT

Rosma Indah Sinaga

ABSTRAK

Pengolahan air limbah industri merupakan bagian penting dalam pengendalian pencemaran lingkungan, terutama pada industri rayon yang menghasilkan limbah dengan kandungan bahan organik dan senyawa kimia. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kualitas *effluent*, efisiensi penyisihan polutan, serta potensi emisi gas rumah kaca (GRK) pada WWTP 1 dan WWTP 2 PT X berdasarkan data monitoring periode Januari–Juli 2025 dengan metode analisis deskriptif terhadap parameter pH, COD, BOD, TSS, Zn, dan sulfida. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa nilai parameter *effluent* berada di bawah baku mutu yang berlaku dengan pH 7–8, COD 60–68 mg/L, BOD 3–6 mg/L, TSS 20–30 mg/L, Zn 0,033–0,134 mg/L, dan sulfida 0,01 mg/L, serta efisiensi penyisihan berturut-turut sebesar 96–97% untuk COD, 97–99% BOD, 94–96% TSS, 99,7–99,8% Zn, dan 99% sulfida. Berdasarkan pendekatan perhitungan yang digunakan, pengelolaan energi dan lumpur menunjukkan potensi emisi GRK yang relatif rendah sebesar, sehingga secara umum WWTP PT X dapat dikatakan beroperasi dengan kinerja yang baik dalam menurunkan beban pencemar dan mendukung upaya pengendalian emisi.

Kata Kunci: WWTP, *effluent*, efisiensi pengolahan, emisi gas rumah kaca, limbah cair industri.

**PERFORMANCE ANALYSIS AND GHG EMISSION ESTIMATION
FROM THE WASTEWATER TREATMENT PLANT (WWTP) SYSTEM
AT PT. X PURWAKARTA, WEST JAVA**

Rosma Indah Sinaga

ABSTRACT

Industrial wastewater treatment plays an important role in controlling environmental pollution, particularly in the rayon industry, which generates wastewater containing organic matter and chemical compounds. This study aims to evaluate effluent quality, pollutant removal efficiency, and potential greenhouse gas (GHG) emissions from WWTP 1 and WWTP 2 at PT X based on monitoring data from January to July 2025 using a descriptive analysis method for pH, COD, BOD, TSS, Zn, and sulfide parameters. The results indicate that all effluent parameters comply with applicable discharge standards, with pH values of 7–8, COD of 60–68 mg/L, BOD of 3–6 mg/L, TSS of 20–30 mg/L, Zn of 0.033–0.134 mg/L, and sulfide of 0.01 mg/L, while the removal efficiencies reached 96–97% for COD, 97–99% for BOD, 94–96% for TSS, 99.7–99.8% for Zn, and 99% for sulfide. Based on the applied calculation approach, energy and sludge management indicate relatively low GHG emission potential; therefore, the WWTP at PT X can generally be considered to operate with good performance in reducing pollutant loads and supporting greenhouse gas emission control efforts.

Keywords: WWTP, effluent, treatment efficiency, greenhouse gas emissions, industrial wastewater.

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Profil Perusahaan PT. X.....	5
2.2 Limbah Cair.....	6
2.2.1 Pengertian Limbah Cair.....	6
2.2.2 Jenis – Jenis Limbah Cair.....	6
2.2.3 Teknik Pengolahan Limbah Cair.....	7
2.3 Sistem <i>Wastewater Treatment Plant</i> (WWTP)	9

2.3.1 Prinsip Dasar Pengolahan Air Limbah.....	9
2.3.2 Pengolahan dengan aerob dan anaerob	10
2.3.3 Tahapan Proses WWTP.....	13
2.3.4 Unit Proses Pengolahan Air Limbah di PT. X	15
2.4 Desain dan Unit Proses Pengolahan Limbah Pada PT. X.....	18
2.5 Parameter Kualitas <i>Effluent</i>	22
2.5.1 Penjelasan Masing – Masing Parameter Fisika dan Kimia	22
2.5.2 Standar Baku Mutu Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup.	24
2.5.3 Indutri Rayon.....	26
2.5.4 Pengaruh Proses Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) terhadap Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)	28
2.5.5 Penelitian Sebelumnya.....	30
BAB III.....	33
METODOLOGI PENELITIAN	33
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian	33
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	33
3.2.1 Tempat Penelitian	33
3.2.2 Waktu Penelitian	34
3.3 Diagram Alir.....	34
3.4 Data Penelitian.....	35
3.5 Teknik Pengumpulan Data.....	37
3.6 Teknik Analisis Data.....	38
3.7 Pengolahan Data.....	38
3.8 Desain Penelitian.....	40
BAB IV	43
HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1 Data Hasil Monitoring.....	43

4.2 Analisis Kinerja Teknis WWTP	47
4.3 Faktor Operasional Yang Mempengaruhi Kinerja	49
4.4 Perbandingan dengan Penelitian Sebelumnya	50
4.5 Skenario dan Evaluasi Emisi Gas Rumah Kaca (GRK) dari Kegiatan Pengolahan Limbah	51
4.5.1 Skenario Emisi GRK	51
4.5.2 Evaluasi Emisi GRK	52
4.5.3 Upaya Reduksi dan Optimalisasi GRK	55
BAB V	56
KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 Kesimpulan	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Kelebihan dan Kekurangan Sistem Semi Aerob	13
Tabel 2. 2 Baku Mutu Industri Rayon	25
Tabel 2. 3 Penelitian Sebelumnya	30
Tabel 3.2 Efisiensi Target Pengolahan Air Limbah	39
Tabel 3.3 Desain Penelitian	42
Tabel 4.1 Ringkasan Statistik Parameter Effluent WWTP	43
Tabel 4.2 Perhitungan Efisiensi Penyisihan WWTP PT. X (Jan-Jul 2025)	47
Tabel 4.3 Ringkasan Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja WWTP	49
Tabel 4.4 Estimasi Emisi dan Reduksi GRK dari WWTP PT. X	52
Tabel 4.5 Upaya Reduksi dan Optimalisasi GRK di WWTP 1 dan 2 PT.X	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Rake Bar Screen</i>	18
Gambar 2.2 <i>Grit Chamber</i>	19
Gambar 2.3 <i>Flocculation</i>	19
Gambar 2.4 <i>Primary Clarifier</i>	20
Gambar 2.5 <i>Aeration Tank</i>	20
Gambar 2.6 <i>Secondary Clarifier</i>	21
Gambar 2.7 Filtrasi	21
Gambar 3.1 Titik Lokasi Pengambilan <i>Sampling (Google Earth)</i>	33
Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.....	33
Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Pengolahan Limbah WWTP 1 dan 2 PT.X	36
Gambar 4.1 Parameter pH Januari – Juli 2025 WWTP 1.....	44
Gambar 4.2 Parameter Januari – Juli WWTP 1.....	44
Gambar 4.3 Parameter pH Januari – Juli 2025 WWTP 2.....	45
Gambar 4.4 Parameter Januari – Juli 2025 WWTP 2	45
Gambar 4.5 Unit Proses Penyumbang Emisi Gas Rumah Kaca (GRK)	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Bulan Januari Parameter Pada WWTP 1 dan WWTP 2	60
Lampiran 2 Data Bulan Februari Parameter Pada WWTP 1 dan WWTP 2.....	61
Lampiran 3 Data Bulan Maret Parameter Pada WWTP 1 dan WWTP 2.....	62
Lampiran 4 Data Bulan April Parameter Pada WWTP 1 dan WWTP 2.....	63
Lampiran 5 Data Bulan Mei Parameter Pada WWTP 1 dan WWTP 2.....	64
Lampiran 6 Data Bulan Juni Parameter Pada WWTP 1 dan WWTP 2	65
Lampiran 7 Data Bulan Juli Parameter Pada WWTP 1 dan WWTP 2	66
Lampiran 8 Proses Kegiatan Sampling	67
Lampiran 9 Alat Yang Digunakan Untuk Menampung Sampling	67
Lampiran 10 Alat Yang Digunakan Untuk Mengambil Sampling.....	68
Lampiran 11 Jar Yang Digunakan Untuk Penyimpanan Sampling.....	68
Lampiran 12 Alat Untuk Melakukan Pengecekan Konsentrasi Parameter	69
Lampiran 13 Pengecekan Parameter di <i>Effluent</i>	69
Lampiran 14 Diagram Alir WWTP 1.....	70
Lampiran 15 Diagram Alir WWTP 2.....	71
Lampiran 16 <i>Logsheet</i> WWTP By Operator	72
Lampiran 17 Perhitungan Estimasi GRK di PT. X	73