

**KAJIAN KESEIMBANGAN KARBON (*CARBON BALANCE*)
PADA KEGIATAN REKLAMASI
LAHAN PASCATAMBANG**

TUGAS AKHIR



**RIFAEL
1242915011**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BARIE
JAKARTA
2026**

**KAJIAN KESEIMBANGAN KARBON (*CARBON BALANCE*)
PADA KEGIATAN REKLAMASI
LAHAN PASCATAMBANG**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik Lingkungan**



**RIFAEL
1242915011**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS BARIE
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 : Rifael
NIM : 1242915011
Tanda Tangan : 
Tanggal : 11 Februari 2026

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Rifael
NIM : 1242915011
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul Skripsi : Kajian Keseimbangan Karbon (*Carbon Balance*) pada Kegiatan Reklamasi Lahan Pascatambang

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bakrie.

Dewan Penguji

Pembimbing 1	: Dr. Kun Nasython, S.T., M.Si	()
Penguji 1	: Dr. Eng. Ir. M. Candra Nugraha D.	()
Penguji 2	: Prof. Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr., Ph.D., IPM., ASEAN Eng.	()

Ditetapkan di : Jakarta
Tanggal : 11 Februari 2026

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI

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

Nama : Rifael
NIM : 1242915011
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 :

KAJIAN KESEIMBANGAN KARBON (*CARBON BALANCE*) PADA KEGIATAN REKLAMASI LAHAN PASCATAMBANG

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 : 11 Februari 2026

Yang menyatakan



Rifael

**KAJIAN KESEIMBANGAN KARBON (*CARBON BALANCE*)
PADA KEGIATAN REKLAMASI
LAHAN PASCATAMBANG**

Rifael

ABSTRAK

PT X merupakan perusahaan tambang mineral terkemuka di Indonesia yang fokus pada eksplorasi, penambangan, serta pengolahan bijih tembaga, emas, dan perak. Menurut UU No 4 Tahun 2009 pemegang Izin Usaha Pertambangan wajib melaksanakan reklamasi lahan pascatambang. Sejak 2018 hingga 2024 PT X telah melakukan upaya reklamasi pascatambang seluas 438 Ha dengan vegetasi *Deschampsia klossii* yang berpotensi menyerap karbon melalui biomassa vegetasi, namun aktivitas reklamasi pascatambang menghasilkan emisi karbon dari penggunaan alat berat berbahan bakar fosil. Penelitian ini difokuskan pada area *Highland Reclamation Project* dan menghitung keseimbangan karbon menggunakan pedoman dari IPCC 2006 tier 1. Data primer dikumpulkan dari *database* PT X yaitu konsumsi bahan bakar alat berat (solar) lalu dihitung emisi CO₂e dengan rumus $\text{Emisi} = \text{Data Aktivitas (TJ)} \times \text{Faktor Emisi (ton/TJ)}$. Data sekunder didapatkan dari penelitian cadangan karbon dengan menggunakan model *hybrid remote sensing* dan *machine learning*. Keseimbangan karbon dapat dihitung dengan mengurangi nilai cadangan karbon dengan nilai emisi karbon. Analisis dilakukan untuk periode 2022-2024 pada luas reklamasi 40-65 Ha/tahun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa didapatkan hasil emisi karbon ekuivalen sebesar 53,62 ton/tahun pada 2022, 44,45 ton/tahun pada 2023, 48,99 ton/tahun pada 2024, dengan rata-rata 49,02 ton/tahun. Analisa cadangan karbon didapatkan sebesar 42,56 ton/tahun pada 2022, 37,25 ton/tahun pada 2023, 69,16 ton/tahun pada 2024, dan rata-rata 49,65 ton/tahun. Keseimbangan karbon diperoleh sebesar -11,06 ton/tahun pada 2022, -7,21 ton/tahun pada 2023, 20,17 ton/tahun pada 2024, serta rata-rata 0,63 ton/tahun. Nilai positif rata-rata ini menandakan bahwa reklamasi lahan mampu menyeimbangi emisi karbon dari penggunaan bahan bakar (*net sink*). Oleh karena itu, PT X disarankan memanfaatkan hasil perhitungan untuk strategi pengelolaan emisi.

Kata Kunci: Cadangan Karbon, Emisi Karbon, Highland Reclamation, IPCC 2006, Keseimbangan Karbon, Reklamasi Pascatambang.

**KAJIAN KESEIMBANGAN KARBON (*CARBON BALANCE*)
PADA KEGIATAN REKLAMASI
LAHAN PASCATAMBANG**

Rifael

ABSTRACT

*PT X is a leading mineral mining company in Indonesia, focusing on the exploration, mining, and processing of copper, gold, and silver ores. According to Law No. 4 of 2009, holders of Mining Business Licenses (IUP) are required to carry out post-mining land reclamation. From 2018 to 2024, PT X has conducted post-mining reclamation efforts covering 438 Ha using *Deschampsia klossii* vegetation, which has the potential to sequester carbon through vegetation biomass; however, reclamation activities generate carbon emissions from the use of heavy equipment fueled by fossil fuels. This study focuses on the Highland Reclamation Project area and calculates carbon balance using IPCC 2006 Tier 1 guidelines. Primary data were collected from PT X's database on heavy equipment fuel consumption (diesel), with CO₂e emissions calculated using the formula $\text{Emissions} = \text{Activity Data (TJ)} \times \text{Emission Factor (ton/TJ)}$. Secondary data on carbon stocks were obtained from studies using a hybrid remote sensing and machine learning model. Carbon balance is computed by subtracting carbon emissions from carbon stocks. Analysis covers the 2022-2024 period for reclamation areas of 40-65 Ha/year. Results show carbon equivalent emissions of 53.62 ton/year in 2022, 44.45 ton/year in 2023, 48.99 ton/year in 2024, with an average of 49.02 ton/year. Carbon stock analysis yields 42.56 ton/year in 2022, 37.25 ton/year in 2023, 69.16 ton/year in 2024, and an average of 49.65 ton/year. Carbon balance is -11.06 ton/year in 2022, -7.21 ton/year in 2023, 20.17 ton/year in 2024, and an average of 0.63 ton/year. This positive average indicates that land reclamation can offset carbon emissions from fuel use (net sink). Therefore, PT X is advised to utilize these calculations as a basis for emission management strategies.*

Keywords: *Carbon Balance, Carbon Emissions, Carbon Stock, Highland Reclamation, IPCC 2006, Post-Mining Reclamation.*

UNGKAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan yang senantiasa memberikan kekuatan, hikmat, dan berkat sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal Tugas Akhir yang berjudul “Kajian Keseimbangan Karbon (*Carbon Balance*) pada Kegiatan Reklamasi Lahan Pascatambang” dengan baik sebagai syarat kelulusan dari program studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie dan mencapai gelar Sarjana dengan tepat waktu.

Dengan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang ikut serta menyumbang buah pikiran, memberi semangat, dan memanjatkan doa, terutama kepada :

1. **Bapak Dr. Kun Nasython, S.T., M.Si.**, sebagai dosen pembimbing yang telah memberi bimbingan, arahan, serta saran selama penyusunan tugas akhir ini.
2. **Bapak Aqil Azizi, S.Pi., M.Appl.Sc., Ph.D.**, sebagai Kepala Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Bakrie yang telah memberikan arahan.
3. **Bapak Dr. Eng. Ir. M. Candra Nugraha D.**, selaku Penguji I yang memberikan arahan dan evaluasi terkait proses pengerjaan tugas akhir.
4. **Ibu Prof. Deffi Ayu Puspito Sari, S.TP., M.Agr., Ph.D.**, selaku Penguji II yang memberikan arahan dan evaluasi terkait proses pengerjaan tugas akhir.
5. **Seluruh Keluarga** yang telah memberi doa tulus yang menyertai selama penyusunan tugas akhir ini.
6. **Teman Program Studi Teknik Lingkungan Angkatan 22** yang telah mengisi warna-warni di dunia perkuliahan.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh sebab itu kritik dan saran yang bersifat membangun senantiasa sangat diharapkan. Semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membutuhkan dan yang membaca.

Jakarta, Februari 2026



Rifael

1242915011

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
UNGKAPAN TERIMA KASIH	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	3
1.4. Ruang Lingkup Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Profil Perusahaan.....	5
2.2. Reklamasi Pascatambang	5
2.2.1. Regulasi Reklamasi Pascatambang	6
2.2.2. Tujuan Reklamasi Pascatambang	7
2.2.3. Fungsi Reklamasi Pascatambang	8
2.3. Emisi dari Pembakaran Bahan Bakar	8
2.4. Emisi Karbon dari Proses Reklamasi	9
2.5. Serapan Karbon Setelah Proses Reklamasi	11
2.5.1. Faktor yang Memengaruhi Besar Serapan Karbon	11
2.5.2. Studi Empiris Serapan Karbon di Lahan Reklamasi	12
2.6. Konsep Keseimbangan Karbon (<i>Carbon Balance</i>)	13
2.7. Perbandingan Emisi Proses Reklamasi dan Serapan Karbon Pascareklamasi	14
2.8. Metode Penilaian Neraca Karbon Reklamasi.....	16

2.8.1. Pengukuran Emisi Berbasis Data	17
2.8.2. Pengukuran Cadangan Karbon	17
2.8.3. Perhitungan Neraca Karbon Kumulatif.....	17
2.9. Letak Geografis Area Reklamasi.....	18
2.10. Vegetasi Reklamasi	18
2.11. Studi Empiris Terdahulu dan Kesenjangan Penelitian	19
2.12. Penelitian Terdahulu.....	21
BAB III. METODE PENELITIAN	26
3.1. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	26
3.2. Subjek Penelitian.....	26
3.3. Variabel Penelitian	27
3.4. Metode Pengumpulan Data	27
3.4.1. Data Primer	27
3.4.2. Data sekunder.....	28
3.5. Metode Perhitungan.....	28
3.5.1. Perhitungan Jejak Karbon	29
3.5.2. Analisis Cadangan karbon	30
3.5.3. Perhitungan Keseimbangan Carbon.....	31
3.6. Alur Penelitian.....	32
BAB IV. PEMBAHASAN.....	34
4.1. Tahapan Proses Reklamasi pada PT X.....	34
4.2. Perhitungan Jejak Karbon.....	36
4.3. Analisis Cadangan Karbon	44
4.4. Perhitungan Keseimbangan Carbon	48
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	50
5.1. Kesimpulan.....	50
5.2. Saran	50
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN	53

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.2. Hubungan Jangka Pendek atau Fase Awal Reklamasi	14
Gambar 2.3. Visualisasi Grafik Hubungan Jangka Pendek	15
Gambar 2.4. Hubungan Jangka Panjang atau Fase Akhir Reklamasi	15
Gambar 2.5. Visualisasi Grafik Hubungan Jangka Panjang	16
Gambar 2.6. Gambar Deschampsia klossii	19
Gambar 3.1. Peta Distribusi Serapan Karbon	31
Gambar 3.2. Skema Tahapan Penelitian	33
Gambar 4.1. Tahapan Proses dan Sumber Emisi Reklamasi Pascatambang	34
Gambar 4.2. Grafik Perbandingan Konsumsi Bahan Bakar	38

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Hasil Prediksi Biomassa dan Cadangan Karbon	45
Tabel 2.2. Daftar Penelitian Sebelumnya	21
Tabel 3.1. Timeline Penelitian	26
Tabel 3.2. Jenis Variabel	27
Tabel 3.3. Data Primer Penelitian	28
Tabel 3.4. Data Sekunder Penelitian	28
Tabel 3.5. Tabel Faktor Emisi Berdasarkan Bahan Bakar	30
Tabel 4.1. Konsumsi Bahan Bakar dari Alat Berat	37
Tabel 4.2. Faktor Emisi Solar.....	40
Tabel 4.3. Nilai untuk Konversi ke CO ₂	41
Tabel 4.4. Nilai Faktor Emisi CO ₂	42
Tabel 4.5. Emisi CO ₂ pada area Highland Reclamation PT X.....	44
Tabel 4.6. Hasil Prediksi Biomassa dan Cadangan Karbon	45
Tabel 4.7. Distribusi biomassa dan karbon pada areal reklamasi Highland	46
Tabel 4.8. Cadangan Karbon pada area Highland Reclamation PT X.....	48
Tabel 4.9. Hasil Perhitungan Keseimbangan Karbon	48

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Hasil Perhitungan Emisi Karbon	51
Lampiran 2. Hasil Prediksi Biomassa dan Cadangan Karbon	52
Lampiran 3. Distribusi biomassa dan karbon pada areal reklamasi Highland	55