



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



**PENGEMBANGAN SISTEM PENILAIAN KINERJA
ENVIRONMENTAL, SOCIAL, AND GOVERNANCE (ESG)
BERBASIS K-MEANS CLUSTERING
DENGAN PENDEKATAN BEST-IN-CLASS**

SKRIPSI

**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**

Haidar Aditya Baran 2207411028

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



**PENGEMBANGAN SISTEM PENILAIAN KINERJA
ENVIRONMENTAL, SOCIAL, AND GOVERNANCE (ESG)
BERBASIS K-MEANS CLUSTERING
DENGAN PENDEKATAN BEST-IN-CLASS**

SKRIPSI

**Dibuat untuk Melengkapi Syarat-Syarat yang Diperlukan
untuk Memperoleh Diploma Empat Politeknik**

Haidar Aditya Baran

2207411028

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA
JURUSAN TEKNIK INFORMATIKA DAN KOMPUTER
POLITEKNIK NEGERI JAKARTA**

2025



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Haidar Aditya Baran

NIM : 2207411028

Jurusan/Program Studi: T.Informatika dan Komputer / Teknik Informatika

Judul skripsi : Pengembangan Sistem Penilaian Kinerja Environmental, Social, and Governance (ESG) Berbasis K-Means Clustering dengan Pendekatan Best-in-Class

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bebas dari peniruan terhadap karya dari orang lain. Kutipan pendapat dan tulisan orang lain ditunjuk sesuai dengan cara-cara penulisan karya ilmiah yang berlaku.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa dalam skripsi ini terkandung ciri-ciri plagiat dan bentuk-bentuk peniruan lain yang dianggap melanggar peraturan, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Depok, 10 Juni 2026

Yang membuat pernyataan,

Haidar Aditya Baran

NIM 2207411028



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

LEMBAR PENGESAHAN

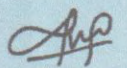
Skripsi diajukan oleh :

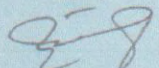
Nama : Haidar Aditya Baran
NIM : 2207411028
Program Studi : Teknik Informatika
Judul skripsi : Pengembangan Sistem Penilaian Kinerja Environmental, Social, and Governance (ESG) Berbasis K-Means Clustering dengan Pendekatan Best-in-Class

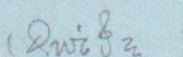
Telah diuji oleh tim penguji dalam Sidang Skripsi pada hari Jumrat Tanggal 26, Bulan Juni, Tahun 2026 dan dinyatakan LULUS.

Disahkan oleh

Pembimbing I : Dr. Dewi Yanti Liliana, S.Kom., M.Kom. ()

Penguji I : Asep Taufik Muharram, S.Kom., M.Kom. ()

Penguji II : Iklima Ermis Ismail, S.Kom., M.Kom. ()

Penguji III : Dwi Ermawati, MT ()

Mengetahui :

Jurusan Teknik Informatika dan Komputer



Ketua

Dr. Anita Hidayati, S.Kom., M.Kom.

NIP 197908032003122003



KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul "Pengembangan Sistem Penilaian Kinerja Environmental, Social, and Governance (ESG) Berbasis K-Means Clustering dengan Pendekatan Best-in-Class" sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Diploma Empat Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknik Informatika dan Komputer, Politeknik Negeri Jakarta.

Skripsi ini membahas pengembangan sistem penilaian ESG berbasis web bernama UNBEESG yang mengintegrasikan pembobotan Katadata ESG Index (KESGI) 2025 dengan K-Means Intra-Sector Clustering untuk menghasilkan klasifikasi best-in-class yang bebas dari bias sektoral. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan, khususnya di bidang analitik keberlanjutan dan sistem informasi berbasis web.

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Dewi Yanti Liliana, S.Kom., M.Kom., selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran dalam membimbing penyusunan skripsi ini.
2. Orang tua dan keluarga yang senantiasa memberikan doa dan dukungan moral maupun material.
3. Seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas bantuan dan dukungannya.

Penulis menyadari skripsi ini masih jauh dari sempurna. Kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan ke depan.

Depok, 10 Juni 2026

Haidar Aditya Baran



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

**SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Politeknik Negeri Jakarta, saya bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Haidar Aditya Baran

NIM : 2207411028

Jurusan/Program Studi : T.Informatika dan Komputer / Teknik Informatika

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Politeknik Negeri Jakarta Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah saya yang berjudul :

Pengembangan Sistem Penilaian Kinerja Environmental, Social, and Governance (ESG) Berbasis K-Means Clustering dengan Pendekatan Best-in-Class

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Politeknik Negeri Jakarta berhak menyimpan, mengalihmediakan/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya tanpa meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Depok, 10 Juni 2026

Yang Menyatakan,

Haidar Aditya Baran

NIM 2207411028



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Pengembangan Sistem Penilaian Kinerja Environmental, Social, and Governance (ESG) Berbasis K-Means Clustering dengan Pendekatan Best-in-Class

ABSTRAK

Evaluasi kinerja Environmental, Social, and Governance (ESG) lintas sektor menghadapi tantangan bias sektoral akibat perbedaan karakteristik operasional antar industri. Penelitian ini mengembangkan sistem penilaian ESG berbasis web bernama UNBEESG yang mengintegrasikan pembobotan Katadata ESG Index (KESGI) 2025 dengan K-Means Intra-Sector Clustering untuk menghasilkan klasifikasi best-in-class yang bebas dari bias sektoral. K-Means dipilih sebagai algoritma utama karena menempatkan setiap perusahaan tepat ke satu kluster tanpa tumpang tindih, menghasilkan hasil yang konsisten, dan mudah dijelaskan melalui centroid yang merepresentasikan rata-rata skor anggotanya. Nilai $k=3$ ditetapkan dengan mengambil referensi kelas dari pemeringkatan ESG internasional, yaitu MSCI ESG Ratings yang mengkategorikan perusahaan menjadi Leaders, Average, dan Laggards. Sistem dibangun menggunakan arsitektur Flask REST API dan Vue.js 3 dengan pipeline penskoran meliputi konversi kategorik, revenue normalization, normalisasi Min-Max, agregasi sub-aspek, dan pembobotan KESGI diferensial. Klusterisasi dilakukan secara terpisah per sektor dalam mode 1D per pilar dan 3D gabungan, dengan tiga algoritma pembanding (Agglomerative, DBSCAN, GMM) sebagai validasi. Interpretabilitas model dijamin melalui integrasi SHAP (SHapley Additive exPlanations). Pengujian validasi konsistensi penskoran menggunakan studi kasus PT Vale Indonesia Tbk 2024 menunjukkan kecocokan 100% dengan perhitungan manual Excel (skor KESGI 85,13 selisih 0,00). Evaluasi kualitas kluster menghasilkan Silhouette Score 0,47–0,74 yang mengindikasikan pemisahan kluster bermakna. Sistem berhasil mengklasifikasikan perusahaan ke dalam tiga kluster dengan persona korporat ESG dan dashboard interaktif.

Kata kunci: best-in-class, bias sektoral, ESG, K-Means Clustering, KESGI, SHAP, UNBEESG



DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIARISME	3
LEMBAR PENGESAHAN	4
KATA PENGANTAR	5
SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	5
ABSTRAK	7
DAFTAR ISI	8
DAFTAR TABEL	11
DAFTAR GAMBAR	12
BAB I	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Environmental, Social, and Governance (ESG)	9
2.2.2 Katadata ESG Index (KESGI) sebagai Standar Acuan	9
2.2.3 Daftar Indikator KESGI 2025	10
2.2.4 Dataset ESG Enterprise sebagai Populasi Referensi Normalisasi	16
2.2.5 Bias Sektoral dan Pendekatan Best-in-Class	17
2.2.6 Algoritma K-Means Clustering	17
2.2.7 Normalisasi Min-Max dan Pembobotan KESGI	18
2.2.8 Penanganan Data Pencilan dengan IQR Winsorization	19
2.2.9 SHapley Additive exPlanations (SHAP)	19
2.2.10 Persona Korporat ESG	20
2.2.11 Framework Flask dan Vue.js	20
BAB III	21
3.1 Rancangan Penelitian	21
3.2 Tahapan Penelitian	22
3.3 Teknik Pengumpulan Data	23
3.4 Teknik Analisis Data	24
BAB IV	29
4.1 Analisis Kebutuhan	29

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

4.1.1 Kebutuhan Data	29
4.1.2 Kebutuhan Model	30
4.1.3 Kebutuhan Fungsional Web	31
4.1.4 Kebutuhan Non-Fungsional	32
4.1.5 Kebutuhan Perangkat Keras	32
4.1.6 Kebutuhan Perangkat Lunak	33
4.2 Perancangan Sistem	34
4.2.1 Arsitektur Sistem	34
4.2.2 Use Case Diagram	35
4.2.3 Activity Diagram	36
4.2.3.1 Activity Diagram Penilaian ESG	37
4.2.3.2 Activity Diagram Login	38
4.2.3.3 Activity Diagram Registrasi Akun	39
4.2.3.4 Activity Diagram Melihat Riwayat Penilaian	40
4.2.3.5 Activity Diagram Melihat Hasil Penilaian	40
4.2.3.6 Activity Diagram Mengakses Overview Sektor	41
4.2.3.7 Activity Diagram Menyimpan Hasil Penilaian	42
4.2.4 Flowchart Sistem	44
4.2.5 Perancangan Basis Data	46
4.3 Implementasi Sistem	47
4.3.1 Implementasi Pipeline Penskoran	47
4.3.2 Implementasi Klasterisasi Intra-Sektor	47
4.3.3 Penentuan Persona Korporat	48
4.3.4 Pipeline Training pada Notebook	49
4.3.5 Implementasi REST API	49
4.3.6 Implementasi Antarmuka Web	50
4.3.6.1 Halaman Landing Page	50
4.3.6.2 Halaman Form Penilaian ESG	51
4.3.6.3 Halaman Hasil Penilaian (Dashboard Korporat)	52
4.3.6.4 Halaman Overview Sektor	55
4.4 Pengujian Sistem	56
4.4.1 Deskripsi Pengujian	56
4.4.2 Prosedur Pengujian	56
4.4.3 Data Hasil Pengujian	56
4.4.3.1 Validasi Konsistensi Penskoran	56
4.4.3.2 Evaluasi Kualitas Klaster	57
4.4.3.3 Analisis Interpretabilitas dengan SHAP	59
4.4.3.4 Black Box Testing	63
4.4.4 Analisis Data Pengujian dan Pembahasan	63
BAB V	66



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

5.1 Kesimpulan	66
5.2 Saran	67
DAFTAR PUSTAKA	69
Lampiran	72





DAFTAR TABEL

Tabel 1 Ringkasan Penelitian Terdahulu	7
Tabel 2 Daftar Indikator Aspek Lingkungan (Environment) KESGI 2025	10
Tabel 3 Daftar Indikator Aspek Ekonomi Hijau (Green Economy) – Khusus Perbankan	12
Tabel 5 Daftar Indikator Aspek Tata Kelola (Governance) KESGI 2025	15
Tabel 6 Distribusi Data Perusahaan per Sektor	23
Tabel 7 Konversi Nilai Kategorik ke Numerik sesuai KESGI 2025	27
Tabel 8 Formula Pembobotan KESGI per Klasifikasi Sektor	28
Tabel 9 Kebutuhan Data	29
Tabel 10 Kebutuhan Model Clustering	30
Tabel 11 Kebutuhan Fungsional Sistem UNBEESG	31
Tabel 12 Kebutuhan Non-Fungsional	32
Tabel 13 Kebutuhan Perangkat Keras Pengembangan Model	32
Tabel 14 Kebutuhan Perangkat Keras Pengembangan Web	33
Tabel 15 Kebutuhan Perangkat Lunak Pengembangan Model dan Backend	33
Tabel 16 Kebutuhan Perangkat Lunak Pengembangan Frontend	33
Tabel 17 Daftar Endpoint REST API UNBEESG	49
Tabel 17 Perhitungan Skor PT Vale Indonesia Tbk 2024 (INCO)	56
Tabel 18 Hasil Validasi Konsistensi Penskoran	57
Tabel 19 Penempatan Klaster 1D PT Vale	58
Tabel 20 Nilai SHAP Mean Absolute per Pilar (Sektor Pertambangan, Model 3D)	59

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Alur Rancangan Penelitian	24
Gambar 4.1 Arsitektur Sistem	37
Gambar 4.2 Use Case Diagram Sistem	38
Gambar 4.3 Activity Diagram Penilaian ESG	40
Gambar 4.4 Activity Diagram Login	41
Gambar 4.5 Activity Diagram Registrasi Akun	42
Gambar 4.6 Activity Diagram Melihat Riwayat Penilaian	43
Gambar 4.7 Activity Diagram Melihat Hasil Penilaian	44
Gambar 4.8 Activity Diagram Mengakses Overview Sektor	45
Gambar 4.9 Activity Diagram Menyimpan Hasil Penilaian	46
Gambar 4.10 Flowchart Pipeline Sistem UNBEESG	48
Gambar 4.11 Entity Relationship Diagram (ERD)	49
Gambar 4.12 Kutipan Fungsi <code>calculate_scores()</code> pada <code>scoring.py</code>	50
Gambar 4.13 Kutipan Fungsi <code>predict_cluster_3d()</code> pada <code>clustering.py</code>	51
Gambar 4.14 Kutipan Fungsi <code>get_persona()</code> pada <code>clustering.py</code>	52
Gambar 4.15 Kutipan Training dan SHAP pada Notebook	52
Gambar 4.16 landing page sistem UNBEESG	54
Gambar 4.17 tampilan form penilaian ESG	55
Gambar 4.18 Halaman Penilaian Personal Banner	56
Gambar 4.19 Visualisasi Radar Chart	57
Gambar 4.20 panel posisi klaster 1D	57
Gambar 4.21 halaman hasil penilaian	58
Gambar 4.22 Halaman Overview Sektor	59
Gambar 4.23 Rentang Skor Klaster (Laggard/Average/Leader) per Sektor	62
Gambar 4.24 SHAP Bar Chart Kontribusi Pilar ESG (Sektor Pertambangan, Model 3D)	65

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Dalam era kontemporer yang ditandai oleh volatilitas iklim, ketidakpastian ekonomi global, dan tuntutan transparansi sosial yang semakin tinggi, paradigma pengelolaan perusahaan telah mengalami transformasi fundamental. Konsep shareholder capitalism yang menempatkan keuntungan finansial sebagai tujuan tunggal kini dinilai tidak memadai untuk menjamin keberlangsungan jangka panjang. Sebagai gantinya, muncul paradigma stakeholder capitalism yang menuntut perusahaan untuk menciptakan nilai bagi seluruh pemangku kepentingan, termasuk karyawan, komunitas, dan lingkungan alam (World Economic Forum, 2020). Manifestasi operasional dari paradigma ini terangkum dalam kerangka kerja *Environmental, Social, and Governance* (ESG), yang kini menjadi metrik krusial penentu akses perusahaan terhadap modal, reputasi pasar, dan lisensi sosial untuk beroperasi.

Tuntutan keberlanjutan ini berakar pada *Sustainable Development Goals* (SDGs) atau Tujuan Pembangunan Berkelanjutan yang ditetapkan Perserikatan Bangsa-Bangsa pada tahun 2015, yakni 17 tujuan yang mencakup dimensi lingkungan, sosial, dan ekonomi. Indonesia mengadopsi agenda ini ke dalam kerangka hukum nasional melalui Peraturan Presiden Nomor 59 Tahun 2017 yang kemudian diperbarui dengan Peraturan Presiden Nomor 111 Tahun 2022 tentang Pelaksanaan Pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan. Pelaksanaannya dikoordinasikan oleh Kementerian PPN/Bappenas dan secara eksplisit menempatkan dunia usaha sebagai salah satu pelaksana utama di samping pemerintah, akademisi, dan masyarakat sipil (Bappenas, 2022). Dalam konteks korporasi Indonesia, kerangka ESG menjadi mekanisme operasional untuk menerjemahkan target SDGs nasional ke dalam praktik bisnis yang terukur: pilar Environmental berkontribusi pada tujuan iklim, energi bersih, dan pelestarian ekosistem (SDG 6, 7, 13, 15); pilar Social berkaitan dengan kesejahteraan, kesetaraan, dan ketenagakerjaan yang layak



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

(SDG 3, 5, 8, 10); sedangkan pilar Governance menopang institusi yang transparan dan akuntabel (SDG 16). Dengan demikian, penilaian kinerja ESG yang objektif bagi perusahaan di Indonesia menjadi prasyarat penting untuk mengukur sejauh mana perusahaan benar-benar berkontribusi terhadap pencapaian SDGs nasional, bukan sekadar memenuhi formalitas pelaporan.

Di Indonesia, adopsi prinsip ESG semakin didorong oleh kerangka regulasi dan inisiatif pasar modal. Otoritas Jasa Keuangan (OJK) melalui POJK No. 51/2017 dan Surat Edaran OJK No. 16/2021 telah mewajibkan perusahaan publik dan lembaga jasa keuangan untuk menyusun serta menerbitkan laporan keberlanjutan. Bursa Efek Indonesia (BEI) bekerja sama dengan Morningstar Sustainalytics dalam menyusun IDX ESG Leaders Index sebagai acuan investor (Indonesia Stock Exchange, 2023). Di sisi lain, Katadata Insight Center telah mengembangkan Katadata ESG Index (KESGI) sejak tahun 2022, yang menilai kinerja ESG perusahaan publik Indonesia secara berkala mencakup delapan sektor industri utama dengan metodologi terstandarisasi berbasis SEOJK No. 16/2021 (Katadata Insight Center, 2025). Keseluruhan ekosistem ini menunjukkan bahwa penilaian kinerja ESG telah menjadi agenda strategis nasional.

Namun demikian, evaluasi kinerja ESG lintas sektor menghadapi tantangan *metodologis fundamental* berupa bias sektoral (sector bias). Bias ini terjadi ketika sistem penilaian membandingkan seluruh perusahaan dari berbagai sektor industri dalam satu skala tunggal tanpa mempertimbangkan perbedaan karakteristik operasional dan profil risiko yang mendasar antar sektor. Akibatnya, perusahaan di sektor jasa keuangan yang secara alamiah tidak menghasilkan emisi karbon tinggi atau limbah industri secara langsung cenderung memperoleh skor lingkungan yang tinggi tanpa memerlukan upaya substansial. Sebaliknya, perusahaan di sektor riil seperti pertambangan atau perkebunan secara struktural akan memperoleh skor lingkungan yang lebih rendah karena sifat operasionalnya yang intensif terhadap sumber daya alam.

Fenomena bias sektoral ini dapat diidentifikasi secara empiris dalam data Katadata ESG Index. Berdasarkan laporan KESGI 2025, skor median aspek Lingkungan pada sektor Perbankan tercatat sebesar 59,41, lebih tinggi daripada sektor



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Transportasi dan Logistik (52,23) dan hampir setara dengan sektor Pertambangan (62,19). Padahal, sektor Perbankan memperoleh skor tersebut bukan karena mengelola dampak ekologis yang besar, melainkan karena indikator lingkungan yang relevan bagi sektor tersebut secara inheren lebih mudah dipenuhi. Sementara itu, sektor Perkebunan yang memiliki eksposur ekologis tertinggi mencatat skor 66,75 dan sektor Makanan dan Minuman hanya 57,50 (Katadata Insight Center, 2025). Data ini mengkonfirmasi bahwa perbandingan global tanpa konteks sektoral menghasilkan perbandingan yang menyesatkan.

KESGI telah mengakomodasi perbedaan antar sektor melalui diferensiasi formula pembobotan: sektor *non-finansial* menggunakan 50% Lingkungan + 30% Sosial + 20% Tata Kelola, sedangkan Perbankan menggunakan 20% Lingkungan + 30% Ekonomi Hijau + 30% Sosial + 20% Tata Kelola (Katadata Insight Center, 2025). Meskipun penting, diferensiasi bobot ini belum menjawab pertanyaan inti: perusahaan mana yang benar-benar menjadi perintis (*leader*), berada di rata-rata (*average*), atau tertinggal (*laggard*) di dalam sektornya sendiri?

Untuk menjawab pertanyaan tersebut, penelitian ini mengusulkan pendekatan *best-in-class* yang dioperasionalkan melalui algoritma K-Means Clustering secara terpisah di dalam masing-masing sektor (*intra-sector clustering*). Setiap perusahaan dinilai relatif terhadap centroid sektornya sendiri, menghasilkan klasifikasi yang adil dan bebas dari distorsi lintas sektor. K-Means dipilih karena tidak memerlukan label awal (*unsupervised*), memiliki kompleksitas komputasi rendah untuk aplikasi web interaktif, dan menghasilkan centroid yang mudah diinterpretasikan sebagai profil rata-rata setiap kluster. Sebagai validasi, tiga algoritma pembanding (Agglomerative Clustering, DBSCAN, dan Gaussian Mixture Model) turut dievaluasi; K-Means dipertahankan sebagai default selama selisih Silhouette Score-nya tidak melebihi 0,02 dari algoritma terbaik.

Agar hasil klusterisasi dapat dipahami alasannya, penelitian ini mengintegrasikan Explainable Artificial Intelligence (XAI) menggunakan SHapley Additive exPlanations (SHAP) untuk menjelaskan kontribusi tiap pilar ESG terhadap penempatan kluster (Lundberg dan Lee, 2017). Secara keseluruhan, penelitian ini mengembangkan sistem penilaian kinerja ESG berbasis web bernama UNBEESG



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

(UNBIAS-ESG) yang mengintegrasikan pembobotan KESGI dengan K-Means *Intra-Sector Clustering* dan interpretasi SHAP, sehingga menghasilkan klasifikasi *best-in-class* yang bebas dari bias sektoral.

Sistem UNBEESG ditujukan bagi pihak internal perusahaan, seperti manajemen, divisi keberlanjutan, dan hubungan investor, yang ingin melakukan self-assessment kinerja ESG perusahaannya secara mandiri. Penilaian mandiri ini berfungsi sebagai gambaran awal untuk mengenali posisi dan area risiko ESG perusahaan sebelum menghadapi penilaian ESG yang sebenarnya oleh lembaga pemeringkat eksternal, sehingga perusahaan dapat mempersiapkan diri dan memperbaiki aspek yang masih lemah secara proaktif.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan sistem evaluasi kinerja ESG yang mampu mengklasifikasikan peringkat perusahaan secara objektif dan bebas dari bias karakteristik operasional antar-sektor industri?
2. Bagaimana menyelaraskan dan menormalisasi berbagai indikator data keberlanjutan yang beragam agar dapat diperbandingkan secara adil sesuai dengan profil risiko masing-masing industri?
3. Bagaimana meningkatkan transparansi pada model pengelompokan data otomatis agar pemangku kepentingan dapat memahami alasan di balik penetapan peringkat suatu perusahaan?

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini menetapkan batasan-batasan sebagai berikut:

1. Standar pembobotan merujuk pada metodologi KESGI 2024 dan 2025 dengan formula diferensial: *non-finansial* (50%E + 30%S + 20%G) dan Perbankan (20%E + 30%GE + 30%S + 20%G).
2. Algoritma klasterisasi utama menggunakan K-Means dengan $k=3$ (*leader/average/laggard*), dilakukan secara *intra-sector* dalam mode 1D per pilar maupun mode 3D gabungan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

3. Data bersifat sekunder: (a) dataset KESGI 2023–2025 sebagai acuan metodologi; (b) dataset Kaggle Public Company ESG Ratings sebagai populasi referensi; (c) laporan keberlanjutan perusahaan untuk validasi.
4. Aplikasi dikembangkan berbasis web: Python Flask (*backend*), scikit-learn dan SHAP (ML), SQLite (*database*), Vue.js + Chart.js (*frontend*).
5. Hasil klasterisasi merupakan alat analisis internal, bukan rating ESG resmi. Cakupan sektor mengikuti klasifikasi KESGI (8 sektor).
6. Klasterisasi hanya dieksekusi untuk sektor dengan minimal 10 perusahaan. Normalisasi Min-Max dilakukan pada tingkat pilar agregat karena data komparatif per indikator tidak tersedia secara publik.
7. Demonstrasi keluaran sistem menggunakan studi kasus PT Vale Indonesia Tbk yang tergolong sektor Pertambangan pada klasifikasi KESGI. Data ESG-nya dimasukkan sebagai melalui alur *self-assessment* untuk mengilustrasikan penskoran KESGI, PT Vale berperan sebagai objek uji tunggal, bukan sebagai populasi data referensi, sedangkan populasi referensi untuk klasterisasi adalah dataset ESG Enterprise.

1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengembangkan sistem penilaian kinerja ESG berbasis web yang mengimplementasikan K-Means Intra-Sector Clustering dengan pembobotan KESGI untuk menghasilkan klasifikasi yang menilai perusahaan relatif terhadap perusahaan lain di dalam sektornya sendiri sehingga bebas dari bias sektoral, disertai validasi terhadap tiga algoritma pembandingan.
2. Merancang pipeline pengolahan data ESG yang sistematis meliputi konversi skala proporsional, normalisasi berbasis pendapatan, normalisasi Min-Max, agregasi, dan pembobotan diferensial per sektor.
3. Mengintegrasikan hasil interpretasi SHAP untuk menjelaskan kontribusi setiap pilar ESG terhadap penempatan kluster secara transparan, serta



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

memvisualisasikan hasil penilaian dan klasterisasi dalam dashboard interaktif.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan alat analisis yang terjangkau dan transparan bagi perusahaan untuk mengevaluasi posisi kinerja ESG-nya relatif terhadap kompetitor di dalam sektornya sendiri.
2. Meningkatkan kesiapan perusahaan dalam memenuhi kriteria indeks keberlanjutan di pasar modal seperti KESGI dan IDX ESG Leaders.
3. Mengurangi ketergantungan pada layanan rating ESG premium yang bersifat tertutup dan berbiaya tinggi, dengan menyediakan alternatif berbasis metodologi terbuka.
4. Menjadi referensi teknis bagi pengembangan alat analisis ESG lokal yang mendukung inklusi keuangan berkelanjutan di Indonesia.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan skripsi ini disusun sebagai berikut:

1. BAB I Pendahuluan: Menjelaskan latar belakang, perumusan masalah, batasan, tujuan, manfaat, dan sistematika penulisan.
2. BAB II Tinjauan Pustaka: Menyajikan landasan teori mencakup ESG, KESGI, bias sektoral, K-Means Clustering dan algoritma pembandingan (Agglomerative, DBSCAN, GMM), SHAP, dan penelitian terdahulu.
3. BAB III Metode Penelitian: Menjelaskan rancangan penelitian, sumber data, teknik pengumpulan dan analisis data.
4. BAB IV Hasil dan Pembahasan: Memaparkan analisis kebutuhan, implementasi pipeline, dan pengujian sistem.
5. BAB V Penutup: Menyajikan simpulan dan saran untuk pengembangan lanjutan.

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, seluruh tujuan penelitian dinyatakan tercapai. Sesuai tujuan pertama, sistem penilaian kinerja ESG berbasis web (UNBEESG) berhasil dikembangkan menggunakan arsitektur Flask REST API dan Vue.js 3 dengan basis data SQLite, serta mengimplementasikan K-Means Intra-Sector Clustering yang melakukan klasterisasi secara terpisah untuk setiap sektor industri. Pendekatan ini menghasilkan klasifikasi yang menilai perusahaan relatif terhadap perusahaan lain di dalam sektornya sendiri sehingga bebas dari bias sektoral, dengan K-Means konsisten dipertahankan sebagai algoritma utama dibandingkan tiga algoritma pembanding, yaitu Agglomerative Clustering, DBSCAN, dan Gaussian Mixture Model, berdasarkan Silhouette Score.

Sesuai tujuan kedua, pipeline pengolahan data ESG dirancang secara sistematis mulai dari konversi kategorik ke numerik, normalisasi berbasis pendapatan, normalisasi Min-Max per sektor, agregasi per pilar, hingga pembobotan diferensial sesuai formula KESGI 2025. Validasi menggunakan studi kasus PT Vale Indonesia Tbk menunjukkan kesesuaian 100% antara perhitungan otomatis sistem dan perhitungan manual, dengan skor ESG 98,53 dan selisih 0,00.

Sesuai tujuan ketiga, interpretasi SHAP diintegrasikan pada model klasterisasi 3D untuk memberikan transparansi pada tingkat agregat maupun individual, misalnya dengan mengidentifikasi pilar Sosial sebagai penentu utama penempatan klaster di sektor Pertambangan dengan mean nilai SHAP absolut 0,1333. Hasil klasterisasi dan interpretasinya divisualisasikan dalam dashboard interaktif berupa radar chart, cluster position chart, dan SHAP bar chart.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Secara keseluruhan, pengujian sistem menunjukkan hasil yang memadai, yaitu konsistensi penskoran 100%, nilai Silhouette Score 0,60 hingga 0,83 pada mode 1D per pilar dan 0,32 hingga 0,60 pada mode 3D gabungan yang mengindikasikan pemisahan kluster bermakna secara statistik, serta black box testing dengan pass rate 100% pada seluruh 13 skenario endpoint REST API termasuk mekanisme *graceful degradation*.

5.2 Saran

Berdasarkan keterbatasan yang telah diidentifikasi dan potensi pengembangan yang terlihat dari hasil penelitian, berikut adalah beberapa saran untuk pengembangan lanjutan:

1. Normalisasi tingkat indikator individual Penelitian ini melakukan normalisasi Min-Max pada tingkat pilar agregat karena data komparatif per indikator antar perusahaan tidak tersedia secara publik. Jika di masa mendatang Katadata Insight Center atau OJK mempublikasikan dataset indikator granular per perusahaan, normalisasi dapat dilakukan pada tingkat indikator individual sesuai metodologi KESGI yang sesungguhnya, sehingga presisi penskoran meningkat signifikan.
2. Penggantian dataset referensi dengan data perusahaan Indonesia Dataset ESG Enterprise yang digunakan sebagai referensi normalisasi mencakup perusahaan global yang didominasi perusahaan Amerika Serikat. Pengembangan lanjutan disarankan untuk mengganti atau melengkapinya dengan dataset perusahaan BEI Indonesia agar distribusi Min-Max yang dihasilkan lebih kontekstual dan mencerminkan karakteristik industri domestik.
3. Mekanisme re-training model secara berkala Model clustering saat ini bersifat statis dan hanya di-train sekali dari data seed. Seiring bertambahnya data penilaian dari pengguna sistem, distribusi skor dalam setiap sektor dapat bergeser. Pengembangan lanjutan disarankan untuk merancang mekanisme re-training terjadwal (misalnya setiap kuartal) agar centroid kluster tetap representatif terhadap kondisi kinerja ESG terkini.
4. Analisis tren multi-tahun Data KESGI tersedia untuk tahun 2023, 2024, dan 2025. Pengembangan lanjutan dapat memanfaatkan data multi-tahun untuk



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

menampilkan tren pergerakan skor dan perpindahan klaster suatu perusahaan dari tahun ke tahun, memberikan gambaran longitudinal tentang kemajuan keberlanjutan yang jauh lebih informatif dibandingkan penilaian satu titik waktu.

5. Perluasan ke sektor Perkebunan Sektor Perkebunan tidak dapat diproses dalam penelitian ini karena dataset ESG Enterprise tidak memiliki perusahaan yang terklasifikasi di sektor tersebut (0 perusahaan). Pengembangan lanjutan disarankan untuk mengumpulkan data perusahaan perkebunan Indonesia dari laporan keberlanjutan BEI secara manual agar sektor ini dapat diakomodasi, mengingat relevansinya yang tinggi terhadap isu lingkungan di Indonesia.
6. Pengujian dengan pengguna nyata (*User Acceptance Testing*) Penelitian ini membatasi pengujian pada validasi teknis (black box testing dan Silhouette Score). Pengembangan lanjutan disarankan untuk melakukan *User Acceptance Testing* (UAT) dengan melibatkan praktisi *sustainability* dari perusahaan publik dan analisis ESG sebagai responden, guna mengevaluasi kegunaan (*usability*) dan relevansi output sistem dari perspektif pengguna akhir.
7. Penambahan fitur ekspor dan impor laporan Pengembangan lanjutan disarankan untuk menambahkan fitur ekspor hasil penilaian ESG dan analisis klasterisasi dalam format PDF dan Excel yang kompatibel dengan format pelaporan keberlanjutan standar, sehingga *output* sistem dapat langsung diintegrasikan ke dalam proses pelaporan perusahaan.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR PUSTAKA

- Arthur, D. dan Vassilvitskii, S. 2007. "k-means++: The Advantages of Careful Seeding". Proceedings of the Eighteenth Annual ACM-SIAM Symposium on Discrete Algorithms (SODA '07), pp. 1027–1035.
- Drempetic, S., Klein, C. dan Zwergel, B. 2020. "The Influence of Firm Size on the ESG Score: Corporate Sustainability Ratings Under Review". Journal of Business Ethics, 167(2), pp. 333–360.
- Eccles, R.G., Ioannou, I. dan Serafeim, G. 2014. "The Impact of Corporate Sustainability on Organizational Processes and Performance". Management Science, 60(11), pp. 2835–2857.
- ESG Enterprise. 2024. ESG Enterprise Methodology and Scoring Framework. ESG Enterprise Inc.
- Friede, G., Busch, T. dan Bassen, A. 2015. "ESG and Financial Performance: Aggregated Evidence from More than 2000 Empirical Studies". Journal of Sustainable Finance & Investment, 5(4), pp. 210–233.
- Grinberg, M. 2018. Flask Web Development: Developing Web Applications with Python. 2nd ed. Sebastopol: O'Reilly Media.
- Jain, A.K. 2010. "Data Clustering: 50 Years Beyond K-Means". Pattern Recognition Letters, 31(8), pp. 651–666.
- Katadata Insight Center. 2024. Metodologi Katadata ESG Index (KESGI) 2024. Jakarta: Katadata.
- Katadata Insight Center. 2025. Metodologi Katadata ESG Index (KESGI) 2025. Jakarta: Katadata. Tersedia di: <https://kesgi.katadata.co.id/> [Diakses 15 Mei 2025].
- King, J. 2024. Public Company ESG Ratings Dataset. Kaggle. Tersedia di: <https://www.kaggle.com/datasets/jakeking/public-company-esg-ratings-dataset> [Diakses 10 Maret 2025].



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lipton, Z.C. 2018. "The Mythos of Model Interpretability". Queue, 16(3), pp. 31–57.

Lundberg, S.M. dan Lee, S.I. 2017. "A Unified Approach to Interpreting Model Predictions". Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NeurIPS 2017), pp. 4765–4774.

Otoritas Jasa Keuangan. 2017. Peraturan Otoritas Jasa Keuangan Nomor 51/POJK.03/2017 tentang Penerapan Keuangan Berkelanjutan bagi Lembaga Jasa Keuangan, Emiten, dan Perusahaan Publik. Jakarta: OJK.

Otoritas Jasa Keuangan. 2021. Surat Edaran Otoritas Jasa Keuangan Nomor 16/SEOJK.04/2021 tentang Bentuk dan Isi Laporan Tahunan Emiten atau Perusahaan Publik. Jakarta: OJK.

PT Vale Indonesia Tbk. 2025. Laporan Keberlanjutan PT Vale Indonesia Tbk 2024. Jakarta: PT Vale Indonesia Tbk.

Rigobon, R. 2022. "Aggregate Confusion: The Divergence of ESG Ratings". Review of Finance, 26(6), pp. 1315–1344.

Rousseeuw, P.J. 1987. "Silhouettes: A Graphical Aid to the Interpretation and Validation of Cluster Analysis". Journal of Computational and Applied Mathematics, 20, pp. 53–65.



Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PENULIS



Penulis bernama Haidar Aditya Baran. Saat ini penulis berusia 22 tahun dan tinggal di Tangerang. Penulis sedang menjalani pendidikan di Politeknik Negeri Jakarta, Program Studi Teknik Informatika dengan NIM 2207411028.



**POLITEKNIK
NEGERI
JAKARTA**



LAMPIRAN

Lampiran 1 Black Box Testing

Kode	Skenario	Input	Harapan
BB-1-1	Registrasi akun baru	name, email belum terdaftar, password valid	HTTP 201 + access_token + data user
BB-1-2	Registrasi email duplikat	email yang sudah terdaftar	HTTP 400 + error 'Email sudah terdaftar'
BB-2-1	Login kredensial valid	email dan password benar	HTTP 200 + access_token
BB-2-2	Login password salah	email benar, password salah	HTTP 401 + error 'Email atau password salah'
BB-3-1	Penilaian ESG (guest), semua indikator terisi	47 indikator, sektor valid, tanpa JWT	HTTP 200 + skor + klaster, assessment_id = null
BB-3-2	Penilaian ESG (login), semua indikator terisi	47 indikator, sektor valid, dengan JWT valid	HTTP 200 + skor + klaster, assessment_id = integer
BB-3-3	Penilaian ESG, ada indikator kosong	5 indikator tidak diisi (null)	HTTP 400 + incomplete_answers + daftar indikator yang kurang
BB-3-4	Penilaian ESG, model 1D tidak ada	Sektor valid, model .joblib tidak tersedia	HTTP 503 + model_not_available + filepath
BB-3-5	Penilaian ESG, model 3D tidak ada	Sektor valid, model 3D tidak ada	HTTP 200 + cluster_3d=null, shap=null, persona=null (graceful)
BB-4-1	Akses riwayat penilaian	JWT valid, user punya 3 assessment	HTTP 200 + array 3 assessment
BB-4-2	Akses detail assessment milik user lain	JWT valid user A, assessment_id milik user B	HTTP 403 Forbidden
BB-5-1	Akses sektor valid	GET /api/company/sector/Pertambangan	HTTP 200 + daftar perusahaan sektor Pertambangan
BB-5-2	Akses sektor tidak valid	GET /api/company/sector/Teknologi	HTTP 400 + error sektor tidak valid

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

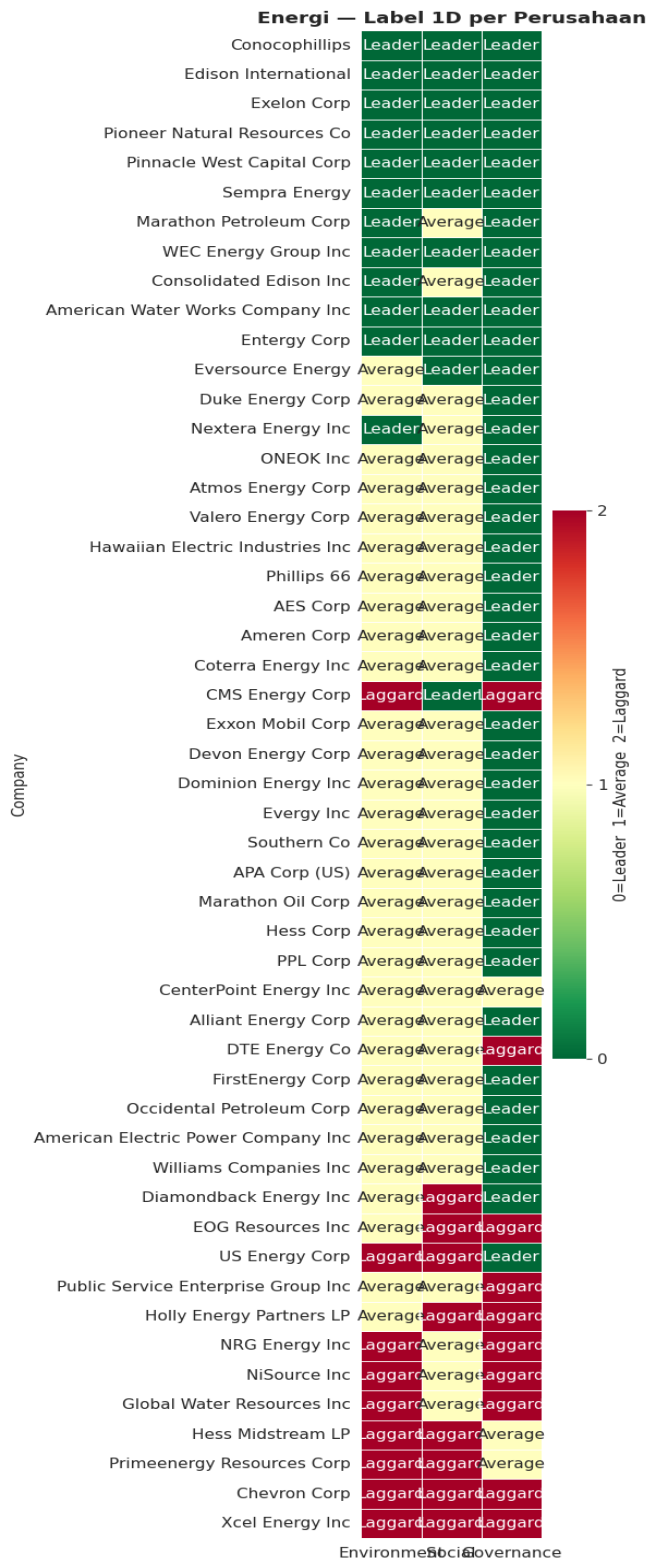
Kode	Harapan	Hasil Pengamatan	Status
BB-1-1	HTTP 201 + access_token + data user	HTTP 201 + access_token + data user	Sesuai
BB-1-2	HTTP 400 + error 'Email sudah terdaftar'	HTTP 400 + error 'Email sudah terdaftar'	Sesuai
BB-2-1	HTTP 200 + access_token	HTTP 200 + access_token	Sesuai
BB-2-2	HTTP 401 + error 'Email atau password salah'	HTTP 401 + error 'Email atau password salah'	Sesuai
BB-3-1	HTTP 200 + skor + klaster, assessment_id = null	HTTP 200 + skor + klaster, assessment_id = null	Sesuai
BB-3-2	HTTP 200 + skor + klaster, assessment_id = integer	HTTP 200 + skor + klaster, assessment_id = integer	Sesuai
BB-3-3	HTTP 400 + incomplete_answers + daftar indikator kurang	HTTP 400 + incomplete_answers + 5 indikator kurang	Sesuai
BB-3-4	HTTP 503 + model_not_available + filepath	HTTP 503 + model_not_available + filepath	Sesuai
BB-3-5	HTTP 200 + cluster_3d=null, shap=null, persona=null	HTTP 200 + cluster_3d=null, shap=null, persona=null	Sesuai
BB-4-1	HTTP 200 + array 3 assessment	HTTP 200 + array 3 assessment	Sesuai
BB-4-2	HTTP 403 Forbidden	HTTP 403 Forbidden	Sesuai
BB-5-1	HTTP 200 + daftar perusahaan sektor Pertambangan	HTTP 200 + 10 perusahaan sektor Pertambangan	Sesuai
BB-5-2	HTTP 400 + error sektor tidak valid	HTTP 400 + error sektor tidak valid	Sesuai



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lampiran 2 Distribusi Klaster

- Hak Cipta :**
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
 2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



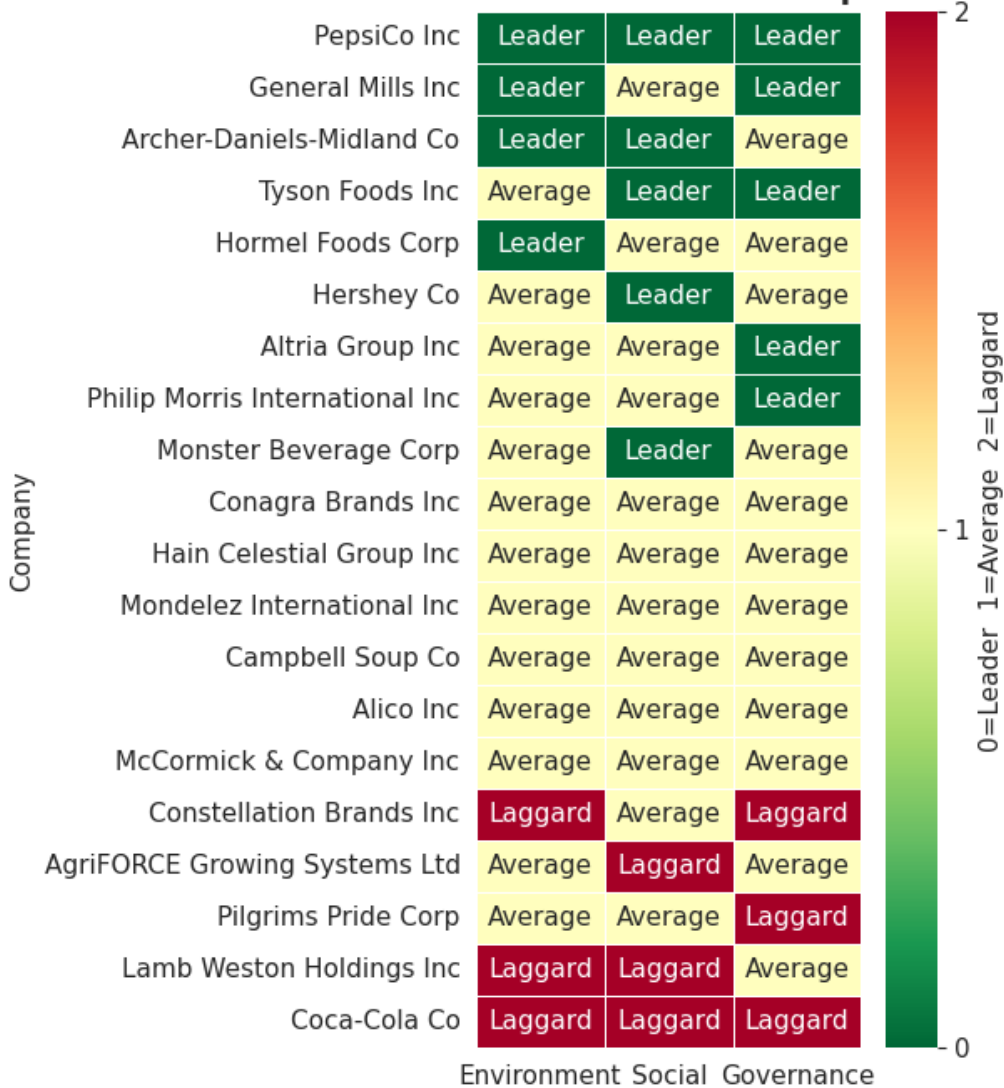


© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Makanan dan Minuman — Label 1D per Perusahaan



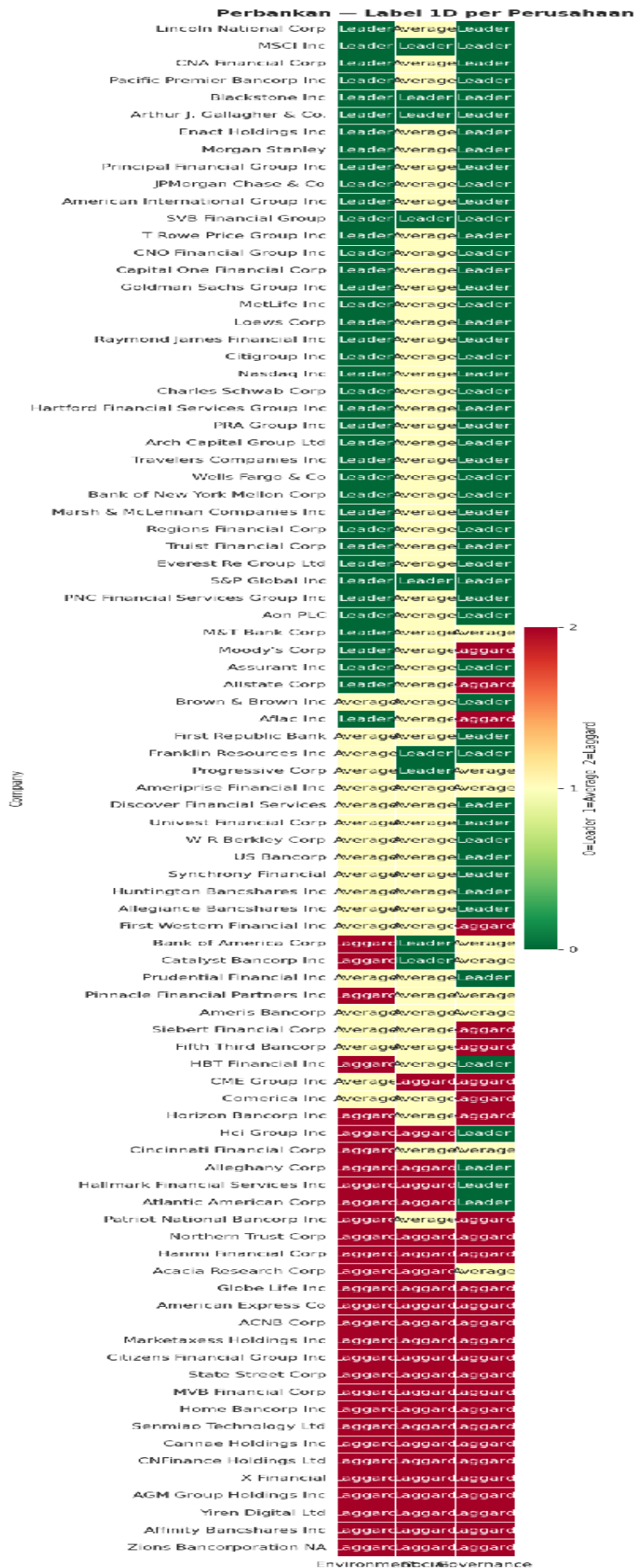
JAKARTA



Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

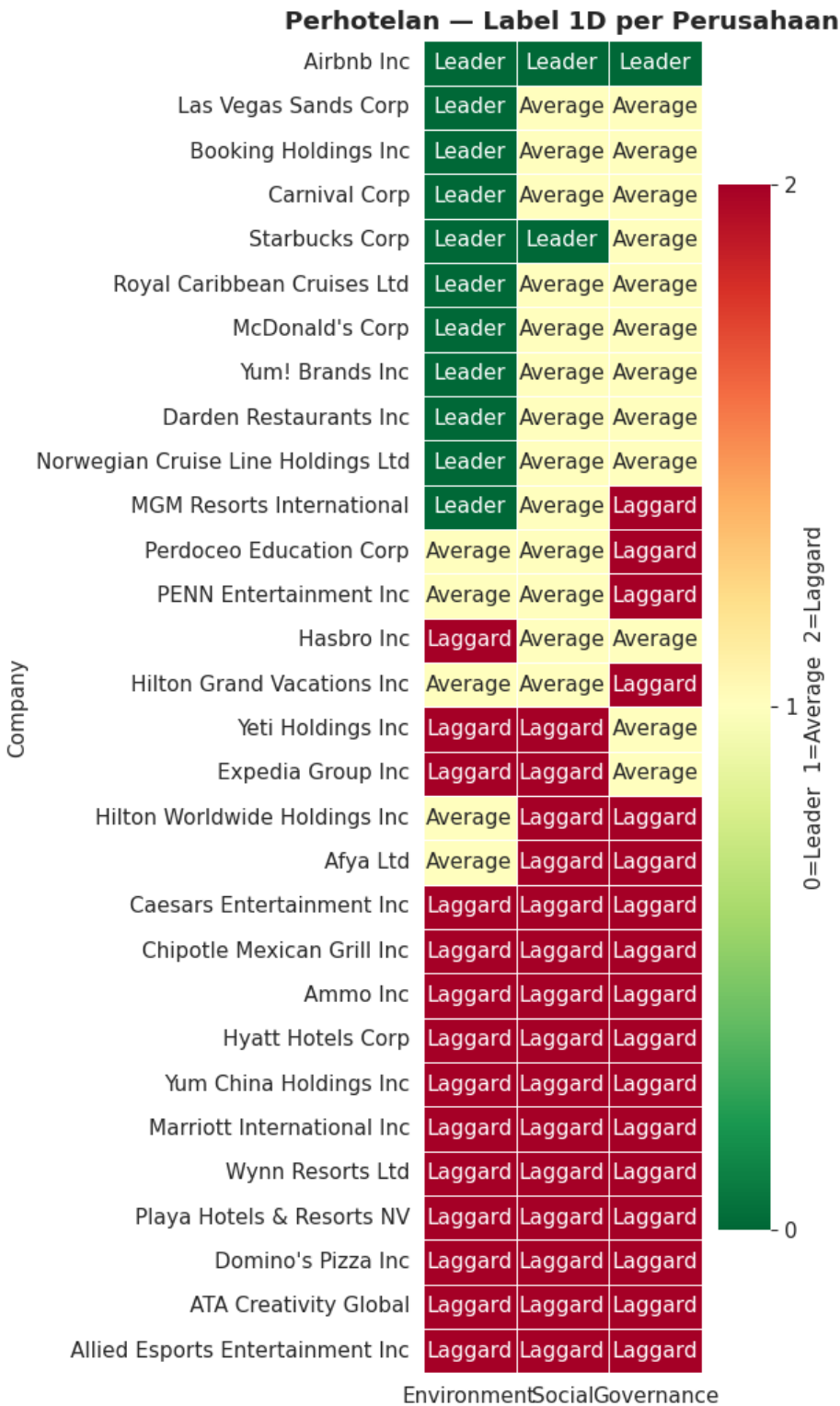




© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

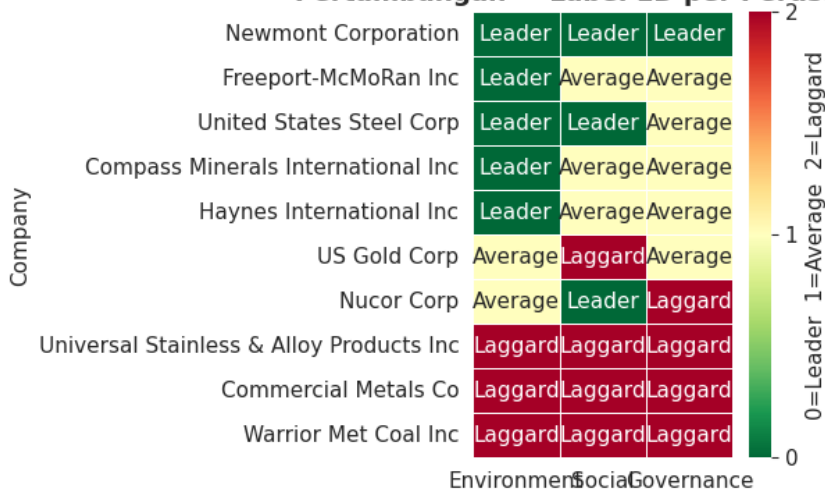
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta



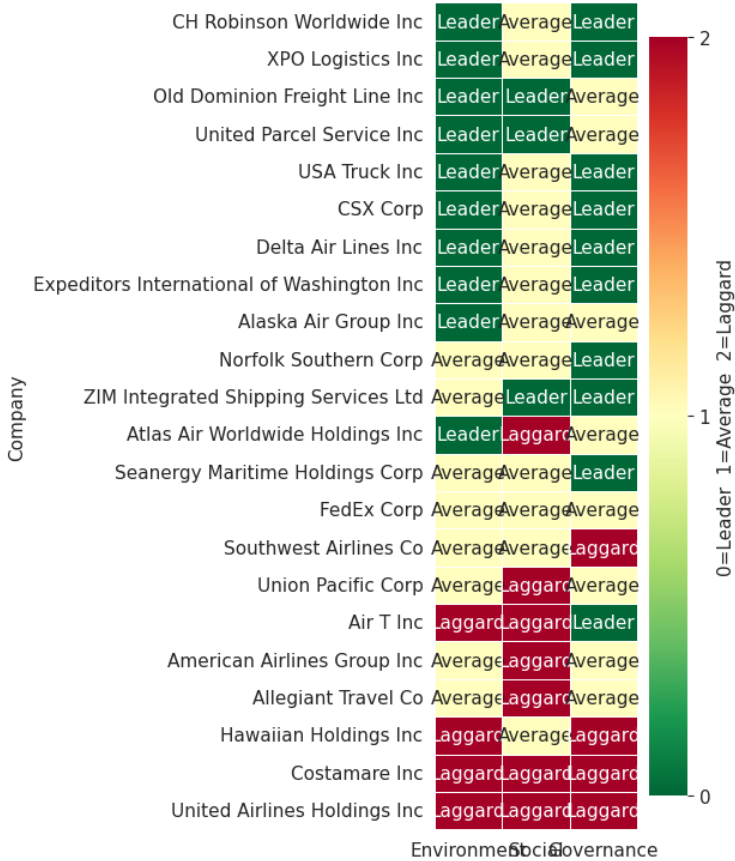
Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Pertambangan — Label 1D per Perusahaan



Transportasi dan Logistik — Label 1D per Perusahaan

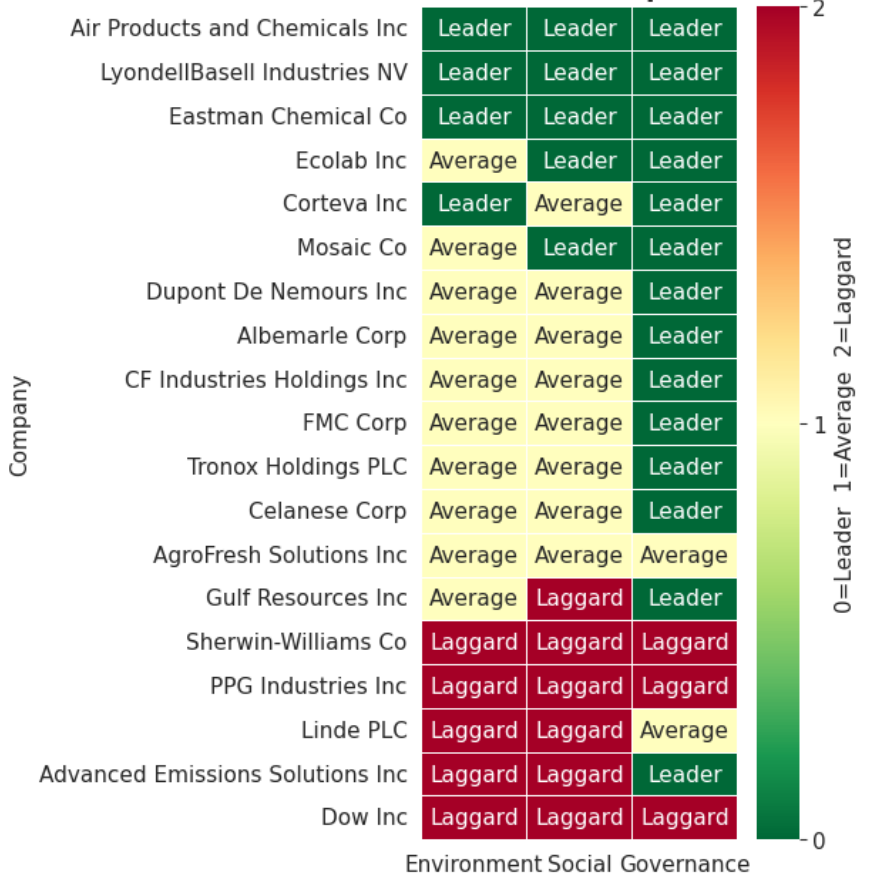




Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Bahan Kimia — Label 1D per Perusahaan



Lampiran 3 Data Validasi PT VALE 2024

ASPEK LINGKUNGAN								
1	Lingkungan	Pelaporan biaya lingkungan hidup	Biaya lingkungan hidup yang dikeluarkan	Mata Uang	N	AS\$ 67.340.642 (≈Rp 1,07 T)	50.00	Absolut dgn data → proxy 50
2	Lingkungan	Pelaporan material ramah lingkungan	Penggunaan Produk Ramah Lingkungan	Ada/Tidak	K	Ada	100.00	Kategorik: Ada=100
3	Lingkungan	Pelaporan material ramah lingkungan	Penggunaan Bahan Bakar Ramah Lingkungan	Ada/Tidak	K	Ada	100.00	Kategorik: Ada=100
4	Lingkungan	Pelaporan energi	Konsumsi Energi*	GJ	R	31.785.655 GJ	50.00	Reverse absolut dgn data → proxy 50
5	Lingkungan	Pelaporan energi	Efisiensi energi*	GJ/Ton Ni	R	445,73 GJ/Ton Ni	50.00	Reverse absolut dgn data → proxy 50
6	Lingkungan	Pelaporan energi	Persentase Konsumsi EBT	%	N	30,6%	30.60	Normal %: nilai langsung



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

7	Lingkungan	Pelaporan energi	Upaya efisiensi energi	Ada/Tidak	K	Ada	100.00	Kategorik: Ada=100
8	Lingkungan	Pelaporan keanekaragaman hayati	Luas Kawasan Konservasi Nilai Karbon Tinggi	Ha	N	14.740 Ha	50.00	Absolut dgn data → proxy 50
9	Lingkungan	Pelaporan keanekaragaman hayati	Perlindungan Flora & Fauna	Skor 1-5	N	Skor 5	100.00	$(5/5) \times 100 = 100$
10	Lingkungan	Pelaporan keanekaragaman hayati	Perlindungan/Penanganan Gambut	Ada/Tidak	K	Tidak ada data	0.00	Tidak ada data → 0
11	Lingkungan	Pelaporan keanekaragaman hayati	Penanganan Kebakaran Hutan	Ada/Tidak	K	Tidak ada data	0.00	Tidak ada data → 0
12	Lingkungan	Pelaporan keanekaragaman hayati	Perlindungan Lahan & Masyarakat Adat	Ada/Tidak	K	Ada	100.00	Kategorik: Ada=100
13	Lingkungan	Pelaporan Emisi (Cakupan 1,2,3)	Total Emisi GRK Yang Dihasilkan*	TonCO ₂ e	R	2.135.742 TonCO ₂ eq	50.00	Reverse absolut dgn data → proxy 50
14	Lingkungan	Pelaporan Emisi (Cakupan 1,2,3)	Upaya Pengurangan Emisi	Ada/Tidak	K	Ada	100.00	Kategorik: Ada=100
15	Lingkungan	Pelaporan Emisi (Cakupan 1,2,3)	Pengurangan Emisi GRK*	TonCO ₂ e	R	33.285 TonCO ₂ eq	50.00	Absolut dgn data → proxy 50
16	Lingkungan	Pelaporan Limbah dan Efluen	Total Limbah yang Dihasilkan*	Ton	R	2.696,6 Ton (B3)	50.00	Reverse absolut dgn data → proxy 50
17	Lingkungan	Pelaporan Limbah dan Efluen	Pengurangan Limbah*	Ton	R	1.111 Ton	50.00	Absolut dgn data → proxy 50
18	Lingkungan	Pelaporan Limbah dan Efluen	Upaya Pengelolaan Limbah	Ada/Tidak	K	Ada	100.00	Kategorik: Ada=100
19	Lingkungan	Pelaporan Limbah dan Efluen	Total Limbah Yang Didaur Ulang	Ton	N	379.417 Ton	50.00	Absolut dgn data → proxy 50
20	Lingkungan	Pelaporan Pengaduan Lingkungan	Jumlah Pengaduan Lingkungan Hidup*	Jumlah	R	Tidak ada data	0.00	Tidak ada data → 0
21	Lingkungan	Pelaporan Pengaduan Lingkungan	Persentase Pengaduan Lingkungan Yang Diselesaikan	%	N	83,7%	83.70	Normal %: nilai langsung



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

22	Lingkungan	Pelaporan Air	Konsumsi Air*	m ³	R	8.498.939 m ³	50.00	Reverse absolut dgn data → proxy 50
23	Lingkungan	Pelaporan Air	Upaya Efisiensi Air	Ada/Tidak	K	Ada	100.00	Kategorik: Ada=100
24	Lingkungan	Pelaporan Air	Efisiensi Konsumsi Air*	m ³ /Ton Ni	R	118,35 m ³ /Ton Ni	50.00	Reverse absolut dgn data → proxy 50
25	Lingkungan	Supply chain	Penerapan ESG oleh pemasok	Ada/Tidak	K	Ada	100.00	Kategorik: Ada=100

ASPEK SOSIAL								
29	Sosial	Aspek Ketenagakerjaan	Persentase Karyawan Perempuan	%	N	11,6%	11.60	Normal %: nilai langsung
30	Sosial	Aspek Ketenagakerjaan	Persentase Karyawan Lokal	%	N	83%	83.00	Normal %: nilai langsung
31	Sosial	Aspek Masyarakat	Dana CSR/Filantropi	Rupiah	N	AS\$ 4.000.198	50.00	Absolut dgn data → proxy 50
32	Sosial	Aspek Masyarakat	Investasi Sosial	%	N	Tidak ada data	0.00	Tidak ada data → 0
33	Sosial	Aspek Masyarakat	Program Pembinaan Masyarakat Dalam Value Chain	Ada/Tidak	K	Ada	100.00	Kategorik: Ada=100
34	Sosial	Aspek Masyarakat	Jumlah Pengaduan Konsumen Dalam 1 Tahun*	Jumlah	R	Tidak ada data	0.00	Tidak ada data → 0
35	Sosial	Aspek Masyarakat	Persentase Pengaduan Konsumen Yang Diselesaikan	%	N	Tidak ada data	0.00	Tidak ada data → 0 (model B2B)
36	Sosial	Tanggung Jawab Pengembangan Produk	Kepuasan Konsumen	%	N	Tidak ada data	0.00	Tidak ada data → 0 (model B2B)
37	Sosial	Pemasok	Jumlah Pemasok Lokal	Jumlah	N	151 pemasok lokal	50.00	Absolut dgn data → proxy 50
38	Sosial	Pemasok	Pelatihan untuk pemasok	Ada/Tidak	K	Ada	100.00	Kategorik: Ada=100
39	Sosial	Community awareness	Upaya mengajak customer untuk hemat energi	Ada/Tidak	K	Tidak ada data	0.00	Tidak ada data → 0 (tidak relevan B2B)
40	Sosial	Akuntabilitas kesetaraan gender di tempat kerja	Kebijakan mencegah diskriminasi & kesempatan kerja setara	Ada/Tidak	K	Ada	100	Kategorik: Ada=100
41	Sosial	Pengaturan Kerja yang Fleksibel	Kebijakan atau strategi mendukung kerja fleksibel	Ada/Tidak	K	Tidak ada data	0	Tidak ada data → 0
42	Sosial	Pengembangan Profesional, Pendampingan, dan Sponsor	Program pengembangan kemampuan terstruktur bagi karyawan	Ada/Tidak	K	Ada	100	Kategorik: Ada=100



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

ASPEK TATA KELOLA								
43	Tata Kelola	Sertifikat	ISO (9001/14001/27001/37001/45001/50001)	Ada/Tidak	K	Ada	100.00	Kategorik: Ada=100
44	Tata Kelola	Sertifikat	PROPER	Emas/Hijau/Biru/Merah/Hitam	K	PROPER Emas (Skor 5)	100.00	PROPER Emas: (5/5)×100=100
45	Tata Kelola	Sertifikat	ISPO	Ada/Tidak	K	DIKECUALIKAN	—	DIKECUALIKAN — hanya sektor Perkebunan (sesuai KESGI 2025)
46	Tata Kelola	Sertifikat	RSPO	Ada/Tidak	K	DIKECUALIKAN	—	DIKECUALIKAN — hanya sektor Perkebunan (sesuai KESGI 2025)
47	Tata Kelola	Sertifikat	Sistem Manajemen K3	Ada/Tidak	K	Ada	100.00	Kategorik: Ada=100
48	Tata Kelola	Sertifikat	Sertifikasi Green Building	Ada/Tidak	K	Tidak ada data	0.00	Tidak ada data → 0
49	Tata Kelola	Keberagaman Dewan Direksi	Keterlibatan Perempuan Pada BOD/C Level (%)	%	N	23,53%	23.53	Normal %: nilai langsung
50	Tata Kelola	Keberagaman Dewan Direksi	Keterlibatan Langsung BOD/C Level Pada Pengawasan ESG	Ada/Tidak	K	Ada	100.00	Kategorik: Ada=100
51	Tata Kelola	Kesetaraan Upah Berdasarkan Gender	Kebijakan gaji adil laki-laki dan perempuan	Ada/Tidak	K	Ada	100	Kategorik: Ada=100
52	Tata Kelola	Pencegahan & Mengatasi Pelecehan & Diskriminasi	Kebijakan resmi mencegah pelecehan, diskriminasi, perundungan	Ada/Tidak	K	Ada	100	Kategorik: Ada=100

AGREGASI SKOR — SUB-ASPEK → ASPEK (Rata-Rata Sederhana, Metode KESGI)

Aspek	Sub-Aspek	No. Indikator	Skor Tiap Indikator	Jumlah Indikator	Skor Sub-Aspek
Lingkungan	Pelaporan biaya lingkungan hidup	No. 1	50	1	50.00
Lingkungan	Pelaporan material ramah lingkungan	No. 2–3	100 100	2	100.00
Lingkungan	Pelaporan energi	No. 4–7	50 50 30.6 100	4	57.65



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumpulkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Lingkungan	Pelaporan keanekaragaman hayati	No. 8–12	50 100 0 0 100	5	50.00
Lingkungan	Pelaporan Emisi (Cakupan 1,2,3)	No. 13–15	50 100 50	3	66.67
Lingkungan	Pelaporan Limbah dan Efluen	No. 16–19	50 50 100 50	4	62.50
Lingkungan	Pelaporan Pengaduan Lingkungan	No. 20–21	0 83.7	2	41.85
Lingkungan	Pelaporan Air	No. 22–24	50 100 50	3	66.67
Lingkungan	Supply chain	No. 25	100	1	100.00
Sosial	Aspek Ketenagakerjaan	No. 29–30	11.6 83.0	2	47.30
Sosial	Aspek Masyarakat	No. 31–35	50 0 100 0 0	5	30.00
Sosial	Tanggung Jawab Pengembangan Produk	No. 36	0	1	0.00
Sosial	Pemasok	No. 37–38	50 100	2	75.00
Sosial	Community awareness	No. 39	0	1	0.00
Sosial	Akuntabilitas kesetaraan gender di tempat kerja	No. 40	100	1	100
Sosial	Pengaturan Kerja yang Fleksibel	No. 42	0	1	0
Sosial	Pengembangan Profesional, Pendampingan, dan Sponsor	No. 45	100	1	100
Tata Kelola	Sertifikat	No. 57–58, 61–62	100 100 100 0	4	75
Tata Kelola	Keberagaman Dewan Direksi	No. 64–65	23.53 100	2	61.77
Tata Kelola	Kesetaraan Upah Berdasarkan Gender	No. 66	100	1	100
Tata Kelola	Pencegahan & Mengatasi Pelecehan & Diskriminasi	No. 69	100	1	100
RINGKASAN SKOR ASPEK (MENTAH)					
Aspek	Jml Sub-Aspek	Skor Tiap Sub-Aspek	Skor Aspek (Mentah)	Formula	
Lingkungan (E)	9	50 + 100 + 57.65 + 50 + 66.67 +	66.15	$595.34 \div 9 = 66.15$	



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengumukan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

		62.5 + 41.85 + 66.67 + 100 = 595.34			
Sosial (S)	8	47.3 + 30.0 + 0.0 + 75.0 + 0.0 + 100.0 + 0.0 + 100.0 = 352.30	44.04	352.30 ÷ 8 = 44.04	
Tata Kelola (G)	4	75.0 + 61.77 + 100.0 + 100.0 = 336.77	84.19	336.77 ÷ 4 = 84.19	

NORMALISASI MIN-MAX & KALKULASI SKOR KESGI AKHIR

Formula Normalisasi: $\text{Skor_Norm} = (\text{Skor_Mentah} - \text{Min}) / (\text{Max} - \text{Min}) \times 100$ | Batas: $0 \leq \text{Skor_Norm} \leq 100$

DATASET REFERENSI: ESG Enterprise (DS1) — 10 Perusahaan Sektor Pertambangan Global (Skala 0–100 setelah ÷10)

Ticker	Nama Perusahaan	Skor E (÷10)	Skor S (÷10)	Skor G (÷10)	ESG Total (÷10)			
NEM	Newmont Corporation	67.50	38.90	35.50	141.90			
FCX	Freeport-McMoRan Inc	60.80	31.30	30.50	122.60			
X	United States Steel Corp	53.50	36.40	30.00	119.90			
CMP	Compass Minerals International	50.50	30.20	32.00	112.70			
HAYN	Haynes International Inc	50.00	30.10	30.00	110.10			
USAU	US Gold Corp	40.00	24.00	30.00	94.00			
NUE	Nucor Corp	37.40	34.00	22.50	93.90			
USAP	Universal Stainless & Alloy Prod	23.80	23.10	20.00	66.90			
CMC	Commercial Metals Co	22.30	21.20	20.00	63.50			
HCC	Warrior Met Coal Inc	21.50	20.00	20.00	61.50			
MIN Referensi	E = 21.5	S = 20.0	G = 20.0					



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

MAX Referensi	E = 67.5	S = 38.9	G = 35.5					
RANGE (Max–Min)	E = 46.0	S = 18.9	G = 15.5					
TABEL NORMALISASI DAN PERHITUNGAN SKOR AKHIR								
Aspek	Bobot KESGI	Skor Mentah (0–100)	Min Referensi	Max Referensi	Range (Max–Min)	Selisih (Mentah–Min)	Skor Ternormalisasi (0–100)	Kontribusi (Skor×Bobot)
Lingkungan (E)	50%	66.15	21.50	67.50	46.00	44.65	97.06	48.53
→ $(66,15-21,50) \div 46,00 \times 100 = 97,07 \rightarrow$ tidak di-cap (≤ 100)								
Sosial (S)	30%	44.04	20.00	38.90	18.90	24.04	100.00	30.00
→ $(44,04-20,00) \div 18,90 \times 100 = 127,2 \rightarrow$ di-cap 100 (melebihi max referensi)								
Tata Kelola (G)	20%	84.19	20.00	35.50	15.50	64.19	100.00	20.00
→ $(84,19-20,00) \div 15,50 \times 100 = 414,13 \rightarrow$ di-cap 100 (melebihi max referensi)								
SKOR KESGI AKHIR = 50%×E + 30%×S + 20%×G							98.53	98.53

Lampiran 4 Head Contoh Dataset

Ticker	Company	Industry (Original)	Sektor Kata data	Env Grade	Env Score	Social Grade	Social Score	Gov Grade	Gov Score	Total Grade	Total Score
Perbankan (89 perusahaan)											
LNC	Lincoln National Corp	Insurance	Perbankan	AA	700	BB	300	BB	300	A	1300
MSCI	MSCI Inc	Financial Services	Perbankan	A	580	BB	347	BB	335	A	1262
CNA	CNA Financial Corp	Insurance	Perbankan	A	540	BB	329	BB	340	A	1209
PPBI	Pacific Premier Bancorp Inc	Banking	Perbankan	A	565	BB	328	BB	315	A	1208
BX	Blackstone Inc	Financial Services	Perbankan	A	534	BB	343	BB	320	BBB	1197

Pertambahan (10 perusahaan)



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

NEM	Newmont Corporation	Metals and Mining	Pertambangan	AA	675	BB	389	BB	355	A	1419
FCX	Freeport-McMoRan Inc	Metals and Mining	Pertambangan	AA	608	BB	313	BB	305	A	1226
X	United States Steel Corp	Metals and Mining	Pertambangan	A	535	BB	364	BB	300	BBB	1199
CMP	Compass Minerals International Inc	Metals and Mining	Pertambangan	A	505	BB	302	BB	320	BBB	1127
HAYN	Haynes International Inc	Metals and Mining	Pertambangan	A	500	BB	301	BB	300	BBB	1101

Makanan dan Minuman (20 perusahaan)

PEP	PepsiCo Inc	Beverages	Makanan dan Minuman	AA	719	BB	340	BB	358	A	1417
GIS	General Mills Inc	Food Products	Makanan dan Minuman	A	585	BB	326	BB	365	A	1276
ADM	Archer-Daniels-Midland Co	Food Products	Makanan dan Minuman	A	587	BB	353	BB	305	A	1245
TSN	Tyson Foods Inc	Food Products	Makanan dan Minuman	A	530	BB	374	BB	340	A	1244
HRL	Hormel Foods Corp	Food Products	Makanan dan Minuman	A	570	BB	322	BB	300	BBB	1192

Transportasi dan Logistik (22 perusahaan)

CHR	CH	Logistics	Trans	A	575	BB	330	BB	338	A	1243
-----	----	-----------	-------	---	-----	----	-----	----	-----	---	------



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

W	Robinson Worldwide Inc	and Transportation	portasi dan Logistik								
XPO	XPO Logistics Inc	Road and Rail	Trans portasi dan Logistik	A	560	BB	318	BB	300	BBB	1178
ODFL	Old Dominion Freight Line Inc	Road and Rail	Trans portasi dan Logistik	BBB	467	BBB	423	B	280	BBB	1170
UPS	United Parcel Service Inc	Logistics and Transporta tion	Trans portasi dan Logistik	A	540	BB	374	B	245	BBB	1159
USAK	USA Truck Inc	Road and Rail	Trans portasi dan Logistik	A	532	BB	311	BB	303	BBB	1146

Bahan Kimia (19 perusahaan)

APD	Air Products and Chemicals Inc	Chemicals	Bahan Kimia	AA	700	BBB	442	BB	300	A	1442
LYB	LyondellBa sell Industries NV	Chemicals	Bahan Kimia	A	587	BB	352	BB	330	A	1269
EMN	Eastman Chemical Co	Chemicals	Bahan Kimia	A	583	BB	365	BB	310	A	1258
ECL	Ecolab Inc	Chemicals	Bahan Kimia	A	547	BB	373	BB	325	A	1245
CTVA	Corteva Inc	Chemicals	Bahan Kimia	AA	610	BB	312	BB	320	A	1242

Energi (51 perusahaan)

COP	Conocophil lips	Energy	Energi	AA	687	A	544	BB	305	A	1536
-----	-----------------	--------	--------	----	-----	---	-----	----	-----	---	------



© Hak Cipta milik Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

Hak Cipta :

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian , penulisan karya ilmiah, penulisan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Politeknik Negeri Jakarta
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin dari Jurusan TIK Politeknik Negeri Jakarta

EIX	Edison International	Utilities	Energi	AA	700	A	513	BB	315	A	1528
EXC	Exelon Corp	Utilities	Energi	AA	694	BBB	403	BB	316	A	1413
PXD	Pioneer Natural Resources Co	Energy	Energi	AA	700	BBB	412	BB	300	A	1412
PNW	Pinnacle West Capital Corp	Utilities	Energi	AA	629	BBB	479	BB	300	A	1408

Perhotelan (30 perusahaan)

ABNB	Airbnb Inc	Hotels Restaurants and Leisure	Perhotelan	A	505	A	570	BBB	400	A	1475
LVS	Las Vegas Sands Corp	Hotels Restaurants and Leisure	Perhotelan	A	547	BB	318	BB	313	BBB	1178
BKNG	Booking Holdings Inc	Hotels Restaurants and Leisure	Perhotelan	A	558	BB	306	BB	310	BBB	1174
CCL	Carnival Corp	Hotels Restaurants and Leisure	Perhotelan	A	515	BB	326	BB	320	BBB	1161
SBUX	Starbucks Corp	Hotels Restaurants and Leisure	Perhotelan	BBB	475	BB	385	B	295	BBB	1155