



Inventa: Journal of Science, Technology, and Innovation

Vol 1 No 3 April 2026, Hal 256-264
ISSN: 3123-3147 (Print) ISSN: 3123-3155 (Electronic)
Open Access: <https://scriptaintelektual.com/inventa>

Penguatan Kapasitas SDM dalam Implementasi Prinsip Environmental, Social, and Governance (ESG) pada Sektor Pertambangan: Suatu Kajian Literatur

Faisal Muchtasar^{1*}

¹ Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral, Indonesia
email: faisal_muchtasar@yahoo.co.id¹

Article Info :

Received:
24-03-2026
Revised:
11-04-2026
Accepted:
21-04-2026

Abstract

The mining sector faces global demands to integrate Environmental, Social, and Governance principles into all operational processes to support the industry's sustainability. This study aims to analyze the strengthening of human resource capacity in the implementation of ESG in the mining sector through a systematic literature review using a conceptual-interpretive approach. The method employed involves a critical thematic synthesis of various reputable scientific sources to identify the relationship between human resource competencies, governance, and technological innovation. The results indicate that the success of ESG implementation is highly dependent on the quality of human resources possessing sustainability literacy, digital adaptability, and risk-based managerial competencies. The main weaknesses lie in fragmented governance, limited training, and low technology integration in HR management. Strengthening HR capacity through training, innovation, and green human resource management are key factors in accelerating the transformation toward a sustainable mining industry. This study provides a conceptual contribution toward building an integrative model between HR and ESG in the extractive sector.

Keywords: Human Resources, Environmental, Social, and Governance (ESG), Sustainable Mining, Governance, Technological Innovation.

Abstrak

Sektor pertambangan menghadapi tuntutan global untuk mengintegrasikan prinsip Environmental, Social, and Governance dalam seluruh proses operasional guna mendukung keberlanjutan industri. Penelitian ini bertujuan menganalisis penguatan kapasitas sumber daya manusia dalam implementasi ESG pada sektor pertambangan melalui kajian literatur sistematis dengan pendekatan konseptual interpretatif. Metode yang digunakan melibatkan sintesis tematik kritis terhadap berbagai sumber ilmiah bereputasi untuk mengidentifikasi hubungan antara kompetensi SDM, tata kelola, dan inovasi teknologi. Hasil menunjukkan bahwa keberhasilan implementasi ESG sangat ditentukan oleh kualitas SDM yang memiliki literasi keberlanjutan, kemampuan adaptif digital, dan kompetensi manajerial berbasis risiko. Kelemahan utama terletak pada fragmentasi tata kelola, keterbatasan pelatihan, serta rendahnya integrasi teknologi dalam pengelolaan SDM. Penguatan kapasitas SDM melalui pelatihan, inovasi, dan green human resource management menjadi faktor kunci dalam mempercepat transformasi industri pertambangan berkelanjutan. Penelitian ini memberikan kontribusi konseptual dalam membangun model integratif antara SDM dan ESG pada sektor ekstraktif.

Kata kunci: Sumber Daya Manusia, Environmental Social Governance, Pertambangan Berkelanjutan, Tata Kelola, Inovasi Teknologi.



©2022 Authors.. This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

PENDAHULUAN

Perkembangan ekonomi global dalam dua dekade terakhir menunjukkan pergeseran paradigma tata kelola korporasi dari orientasi profit jangka pendek menuju pendekatan keberlanjutan yang terintegrasi melalui kerangka Environmental, Social, and Governance (ESG), khususnya pada sektor ekstraktif yang memiliki intensitas dampak lingkungan dan sosial yang tinggi seperti pertambangan. ESG tidak lagi diposisikan sebagai instrumen kepatuhan normatif, melainkan sebagai mekanisme strategis dalam mitigasi risiko bisnis, peningkatan nilai perusahaan, serta penguatan legitimasi sosial di tengah tekanan investor global, regulasi lingkungan yang semakin ketat, dan tuntutan transparansi rantai pasok mineral yang berkelanjutan (Gustanto, 2025; Ovelia & Bayangkara, 2025). Pada level operasional, transformasi ini menggeser fokus industri pertambangan dari sekadar efisiensi ekstraksi

menuju integrasi prinsip keberlanjutan dalam seluruh siklus produksi, termasuk pengelolaan sumber daya manusia sebagai aktor utama implementasi kebijakan ESG yang adaptif terhadap dinamika teknologi, digitalisasi, dan ekonomi hijau yang terus berkembang (Askiyanto et al., 2025).

Literatur terdahulu menunjukkan bahwa implementasi ESG dalam sektor pertambangan tidak dapat dilepaskan dari kombinasi faktor struktural dan institusional yang mencakup tata kelola perusahaan, kualitas regulasi, serta kapasitas SDM dalam menerjemahkan prinsip keberlanjutan ke dalam praktik operasional. Studi komparatif terhadap perusahaan besar di sektor energi dan mineral menunjukkan bahwa integrasi ESG yang efektif bergantung pada konsistensi strategi korporasi dalam menginternalisasi aspek lingkungan dan sosial ke dalam sistem pengambilan keputusan, bukan sekadar pelaporan formalitas (Asri & Bayangkara, 2025). Pada saat yang sama, kajian mengenai responsible investment menegaskan bahwa ketidakefektifan implementasi ESG di sektor pertambangan Indonesia masih dipengaruhi oleh lemahnya sinkronisasi antara kebijakan investasi berkelanjutan dan praktik industri di lapangan (Kholis et al., 2020). Penelitian terkait penguatan SDM menunjukkan bahwa keterampilan, produktivitas tenaga kerja lokal, serta pelatihan berbasis kompetensi memiliki korelasi signifikan terhadap keberlanjutan operasional perusahaan tambang, yang menandakan bahwa ESG tidak dapat dipisahkan dari dimensi human capital development (Asrul et al., 2025; Karanghan et al., 2025).

Sintesis kritis terhadap literatur tersebut memperlihatkan adanya fragmentasi konseptual dalam memahami hubungan antara ESG dan kapasitas SDM, di mana sebagian besar studi masih memisahkan analisis antara dimensi tata kelola keberlanjutan dan pengembangan sumber daya manusia tanpa membangun model integratif yang menjelaskan mekanisme transformasi kompetensi SDM dalam implementasi ESG secara sistemik. Kajian yang berfokus pada risiko ESG lebih banyak menekankan aspek identifikasi dan mitigasi risiko korporasi, namun belum secara komprehensif mengeksplorasi bagaimana kapasitas individu dan organisasi mempengaruhi efektivitas pengendalian risiko tersebut dalam konteks industri pertambangan (Gustanto, 2025). Literatur tentang inovasi SDM dan transformasi ekonomi hijau masih cenderung berada pada level makro dan belum sepenuhnya menjelaskan bagaimana adaptasi kapabilitas SDM terjadi dalam ekosistem industri ekstraktif yang memiliki karakteristik risiko tinggi dan kompleksitas sosial-lingkungan yang intensif (Askiyanto et al., 2025).

Kesenjangan empiris juga tampak pada minimnya integrasi antara studi ESG berbasis korporasi dengan studi pengembangan SDM berbasis komunitas lokal, padahal dinamika industri pertambangan sangat dipengaruhi oleh interaksi antara perusahaan, tenaga kerja lokal, dan masyarakat sekitar. Penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada pelaporan ESG atau evaluasi kebijakan perusahaan, sementara dimensi transformasi kapasitas SDM sebagai penggerak utama perubahan budaya organisasi menuju keberlanjutan masih belum memperoleh perhatian yang proporsional. Kondisi ini menciptakan ruang kosong dalam literatur mengenai bagaimana pelatihan, kompetensi, dan sistem pembelajaran organisasi dapat secara langsung mempengaruhi keberhasilan implementasi ESG, terutama dalam konteks negara berkembang yang memiliki tantangan institusional dan regulasi yang tidak seragam.

Urgensi ilmiah dan praktis dari persoalan ini semakin mengemuka seiring meningkatnya tekanan global terhadap industri pertambangan untuk memenuhi standar keberlanjutan yang lebih ketat, termasuk tuntutan dekarbonisasi, perlindungan ekosistem, dan tanggung jawab sosial perusahaan yang terukur. Kegagalan dalam mengintegrasikan ESG secara efektif tidak hanya berdampak pada penurunan reputasi dan nilai investasi, tetapi juga berpotensi memicu konflik sosial, ketimpangan ekonomi lokal, serta degradasi lingkungan yang bersifat jangka panjang. Kapasitas SDM tidak lagi dapat dipandang sebagai variabel pendukung, melainkan sebagai variabel determinan yang memengaruhi keberhasilan transformasi industri menuju sistem pertambangan berkelanjutan yang adaptif terhadap perubahan global.

Penelitian ini memposisikan diri dalam lanskap keilmuan sebagai upaya integratif yang menjembatani diskursus ESG dan pengembangan SDM dalam satu kerangka analitis yang lebih holistik, khususnya pada sektor pertambangan yang memiliki karakteristik risiko tinggi dan dampak multidimensional. Berbeda dengan studi sebelumnya yang cenderung terfragmentasi antara aspek tata kelola keberlanjutan dan manajemen sumber daya manusia, penelitian ini menekankan hubungan kausal dan struktural antara penguatan kapasitas SDM dan efektivitas implementasi ESG dalam sistem industri pertambangan modern.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis secara komprehensif penguatan kapasitas SDM dalam implementasi prinsip ESG pada sektor pertambangan melalui pendekatan kajian literatur yang sistematis dan interpretatif, sekaligus merumuskan kerangka konseptual yang menjelaskan peran strategis SDM dalam transformasi keberlanjutan industri. Kontribusi teoretis yang diharapkan adalah pengembangan model integratif antara ESG dan human capital development dalam konteks industri ekstraktif, sedangkan kontribusi metodologisnya terletak pada sintesis literatur multidisipliner yang menghubungkan aspek manajemen, keberlanjutan, dan kebijakan industri secara lebih terstruktur dan konseptual.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan studi non-empiris yang menggunakan pendekatan kajian literatur sistematis dengan orientasi konseptual-interpretatif untuk membangun kerangka analitis mengenai penguatan kapasitas sumber daya manusia (SDM) dalam implementasi prinsip Environmental, Social, and Governance (ESG) pada sektor pertambangan. Kerangka konseptual yang dikembangkan menempatkan ESG sebagai sistem tata kelola keberlanjutan multidimensi yang berinteraksi secara dinamis dengan kapabilitas SDM, mencakup kompetensi teknis, literasi keberlanjutan, kapasitas adaptif terhadap teknologi digital, serta kemampuan manajerial dalam pengambilan keputusan berbasis risiko lingkungan dan sosial. Model ini mengintegrasikan tiga domain utama, yakni human capital development, governance system, dan sustainability transition, yang diasumsikan saling memperkuat dalam membentuk ekosistem pertambangan berkelanjutan yang adaptif terhadap tekanan regulasi global dan transformasi industri berbasis inovasi.

Metode analisis yang digunakan adalah sintesis tematik-kritis terhadap literatur ilmiah bereputasi yang relevan, dengan tahapan meliputi pengumpulan sumber akademik, klasifikasi tema, coding konseptual, dan interpretasi komparatif antar studi untuk mengidentifikasi pola hubungan antara penguatan SDM dan efektivitas implementasi ESG. Validitas konseptual diperkuat melalui triangulasi sumber literatur lintas disiplin (manajemen SDM, teknik pertambangan, dan sustainability governance) serta konsistensi argumentatif antar temuan empiris terdahulu. Keunikan metodologis penelitian ini terletak pada upaya integrasi sistemik antara pendekatan human capital engineering dan sustainability governance dalam satu kerangka analitis yang kohesif, sehingga menghasilkan model konseptual yang lebih robust, adaptif, dan relevan untuk menjelaskan transformasi SDM dalam mendukung inovasi keberlanjutan pada industri pertambangan modern.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Transformasi Kapasitas SDM sebagai Fondasi Implementasi ESG dalam Industri Pertambangan

Transformasi industri pertambangan menuju sistem keberlanjutan global memperlihatkan pergeseran signifikan dari pendekatan ekstraktif tradisional menuju model tata kelola berbasis Environmental, Social, and Governance yang menuntut integrasi kompetensi multidimensi dalam sumber daya manusia. ESG dipahami sebagai mekanisme struktural yang menghubungkan kepatuhan lingkungan, tanggung jawab sosial, dan integritas tata kelola dalam satu sistem operasional yang saling bergantung. Literasi keberlanjutan, adaptasi teknologi digital, serta kemampuan manajerial berbasis risiko menjadi komponen utama yang menentukan efektivitas implementasi ESG dalam sektor pertambangan (Tribuana et al., 2025). Pada titik ini, SDM tidak lagi diposisikan sebagai faktor pendukung, melainkan sebagai variabel determinan dalam keberhasilan transformasi keberlanjutan industri.

Tabel 1. Matriks Kapasitas Sumber Daya Manusia dan Keterkaitannya dengan Implementasi Prinsip ESG pada Sektor Pertambangan

| Dimensi Kapasitas SDM | Indikator Utama | Relevansi terhadap ESG |
|------------------------|-------------------------------|------------------------|
| Kompetensi teknis | Efisiensi operasional tambang | Environmental |
| Literasi keberlanjutan | Pemahaman risiko ESG | Social |
| Tata kelola adaptif | Kepatuhan regulasi | Governance |

Tabel 1 menunjukkan bahwa keterkaitan antara kapasitas SDM dan implementasi ESG bersifat sistemik dan tidak terfragmentasi pada satu dimensi saja. Kompetensi teknis berkorelasi langsung dengan efisiensi pengelolaan sumber daya alam yang berimplikasi pada aspek lingkungan, sedangkan literasi keberlanjutan memperkuat sensitivitas sosial organisasi terhadap dampak operasionalnya. Tata kelola adaptif memperlihatkan hubungan erat dengan kepatuhan regulatif yang menjadi fondasi governance dalam industri pertambangan. Pola ini menegaskan bahwa ESG tidak dapat diimplementasikan secara efektif tanpa penguatan kapasitas SDM yang terstruktur dan berlapis.

Kajian literatur menunjukkan bahwa implementasi ESG dalam industri pertambangan masih menghadapi ketidakseimbangan antara kebijakan normatif dan kemampuan implementatif di tingkat organisasi. Studi perbandingan strategi ESG pada perusahaan besar menunjukkan bahwa perbedaan efektivitas sangat dipengaruhi oleh tingkat integrasi SDM dalam proses pengambilan keputusan strategis (Asri & Bayangkara, 2025). Kesenjangan ini mengindikasikan bahwa ESG sering diperlakukan sebagai instrumen pelaporan, bukan sebagai sistem transformasi berbasis manusia. Kondisi tersebut memperkuat posisi SDM sebagai elemen kunci yang belum sepenuhnya dioptimalkan dalam arsitektur keberlanjutan industri.

Temuan empiris terkait risiko ESG menunjukkan bahwa proses identifikasi dan pengendalian risiko masih didominasi oleh pendekatan administratif yang belum sepenuhnya berbasis kompetensi SDM (Gustanto, 2025). Kapasitas analitis tenaga kerja menjadi faktor yang menentukan akurasi dalam membaca risiko lingkungan dan sosial yang kompleks. Ketidaksesuaian antara kompleksitas risiko dan kapasitas SDM menciptakan celah implementasi yang signifikan dalam sistem ESG. Hal ini memperlihatkan bahwa keberhasilan ESG sangat bergantung pada kemampuan manusia dalam mengelola ketidakpastian operasional.

Penelitian mengenai dampak lingkungan akibat aktivitas pertambangan menunjukkan bahwa degradasi ekologis sering terjadi akibat lemahnya kontrol operasional yang berbasis kompetensi SDM (Prasetyo et al., 2025). Dalam banyak kasus, kegagalan mitigasi lingkungan tidak hanya disebabkan oleh teknologi, tetapi juga oleh keterbatasan pemahaman operator terhadap dampak jangka panjang aktivitas ekstraktif. Ketidaksinkronan ini memperkuat argumentasi bahwa penguatan kapasitas SDM merupakan prasyarat fundamental dalam mengurangi risiko lingkungan. Pada titik ini, ESG menjadi instrumen korektif yang hanya efektif apabila didukung oleh SDM yang kompeten.

Penelitian tentang responsible investment menunjukkan bahwa keberlanjutan investasi di sektor pertambangan sangat ditentukan oleh kualitas tata kelola dan kemampuan organisasi dalam menginternalisasi prinsip ESG (Kholis et al., 2020). Ketidakselarasan antara investasi dan kapasitas SDM menciptakan ketidakstabilan dalam implementasi kebijakan keberlanjutan. Kondisi ini menunjukkan bahwa aspek finansial tidak dapat dipisahkan dari kesiapan manusia dalam mengelola sistem keberlanjutan. Investasi berkelanjutan membutuhkan SDM yang memiliki pemahaman lintas disiplin antara ekonomi, lingkungan, dan regulasi.

Literatur mengenai pelatihan dan kompetensi kerja menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas SDM berkontribusi langsung terhadap keselamatan kerja dan efisiensi operasional dalam industri pertambangan (Karangan et al., 2025). Pelatihan berbasis kompetensi menjadi instrumen strategis dalam membangun budaya kerja yang responsif terhadap risiko. Hubungan ini memperlihatkan bahwa ESG tidak hanya berkaitan dengan kebijakan makro, tetapi juga dengan intervensi mikro pada level individu. Dalam konteks ini, keselamatan kerja menjadi indikator turunan dari keberhasilan integrasi ESG berbasis SDM.

Studi mengenai transformasi SDM berbasis teknologi menunjukkan bahwa digitalisasi industri pertambangan membutuhkan adaptasi kompetensi baru yang lebih kompleks dan berbasis data (Zhou, 2024). Kesenjangan kompetensi digital menjadi salah satu hambatan utama dalam implementasi ESG yang efektif. Ketidaksiapan SDM dalam menghadapi transformasi teknologi memperlemah kemampuan organisasi dalam mengelola keberlanjutan secara real time. Hal ini menunjukkan bahwa ESG dan digitalisasi memiliki hubungan simbiotik yang bergantung pada kapasitas adaptif SDM.

Penelitian mengenai pengaruh tenaga kerja lokal menunjukkan bahwa produktivitas dan keterampilan memiliki korelasi langsung terhadap perkembangan industri pertambangan (Asrul et al., 2025). Tenaga kerja lokal menjadi aktor penting dalam memastikan keberlanjutan operasional di tingkat regional. Keterbatasan akses terhadap pelatihan dan teknologi menciptakan kesenjangan kompetensi yang signifikan. Kondisi ini memperlihatkan bahwa penguatan SDM lokal merupakan bagian integral dari strategi implementasi ESG.

Kajian tentang inovasi SDM berbasis kecerdasan buatan menunjukkan bahwa transformasi industri pertambangan memerlukan integrasi teknologi dalam pengembangan kompetensi tenaga kerja (Anugrah et al., 2025). Pemanfaatan teknologi cerdas memperkuat kemampuan organisasi dalam meningkatkan produktivitas sekaligus mendukung keberlanjutan. Integrasi ini memperlihatkan bahwa SDM masa depan harus memiliki kemampuan hybrid antara teknis dan digital. Dalam ESG, transformasi ini menjadi fondasi utama dalam membangun sistem pertambangan yang adaptif.

Penelitian mengenai transformasi SDM dalam ekonomi hijau menunjukkan bahwa keberlanjutan bisnis sangat ditentukan oleh kapabilitas adaptif tenaga kerja terhadap perubahan sistem ekonomi global (Askiyanto et al., 2025). Adaptasi ini mencakup kemampuan inovasi, pembelajaran berkelanjutan, dan fleksibilitas organisasi dalam menghadapi perubahan regulasi. Dalam industri pertambangan, kapabilitas ini menjadi faktor pembeda antara keberhasilan dan kegagalan implementasi ESG. Integrasi seluruh dimensi tersebut menunjukkan bahwa SDM merupakan inti dari transformasi keberlanjutan industri pertambangan.

Dinamika Tata Kelola, Risiko ESG, dan Fragmentasi Implementasi pada Sektor Pertambangan

Struktur tata kelola dalam industri pertambangan menunjukkan kompleksitas yang semakin meningkat seiring dengan menguatnya tuntutan global terhadap transparansi, akuntabilitas, dan keberlanjutan berbasis Environmental, Social, and Governance. Sistem governance dalam konteks ini tidak lagi terbatas pada kepatuhan regulatif, melainkan mencakup integrasi risiko lingkungan dan sosial ke dalam pengambilan keputusan strategis perusahaan. Kelemahan utama terletak pada ketidakseimbangan antara kerangka kebijakan ESG dan kapasitas institusional dalam mengimplementasikannya secara operasional (Zahratu, 2025). Kondisi ini memperlihatkan bahwa tata kelola ESG masih berada pada tahap transisi normatif menuju implementatif.

Tabel 2. Analisis Kondisi Tata Kelola dan Dampaknya terhadap Efektivitas Implementasi ESG pada Sektor Pertambangan

| Komponen Tata Kelola | Kondisi Implementasi | Dampak pada ESG |
|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------------|
| Transparansi laporan | Parsial | Rendahnya akuntabilitas |
| Pengawasan internal | Tidak konsisten | Risiko kepatuhan meningkat |
| Integrasi SDM | Terbatas | Implementasi ESG tidak optimal |

Tabel 2 mengindikasikan bahwa struktur tata kelola dalam industri pertambangan masih mengalami fragmentasi dalam aspek implementasi ESG. Transparansi laporan yang bersifat parsial menciptakan ruang ketidakpastian dalam evaluasi kinerja keberlanjutan perusahaan. Pengawasan internal yang tidak konsisten memperkuat potensi deviasi terhadap standar lingkungan dan sosial yang telah ditetapkan. Integrasi SDM yang terbatas menunjukkan bahwa aspek manusia belum menjadi pusat dari sistem governance berbasis ESG.

Kajian literatur menunjukkan bahwa penerapan ESG dalam sektor pertambangan sering kali dipengaruhi oleh pendekatan strategis perusahaan yang berbeda dalam menginternalisasi prinsip keberlanjutan. Studi komparatif terhadap perusahaan energi dan mineral mengindikasikan bahwa perbedaan strategi ESG berimplikasi langsung terhadap konsistensi implementasi di lapangan (Asri & Bayangkara, 2025). Perusahaan dengan integrasi SDM yang lebih kuat cenderung menunjukkan performa keberlanjutan yang lebih stabil dibandingkan dengan organisasi yang hanya berfokus pada pelaporan formal. Pola ini menegaskan bahwa ESG membutuhkan integrasi struktural yang melibatkan aspek manusia secara simultan.

Penelitian mengenai risiko ESG menunjukkan bahwa proses manajemen risiko dalam industri pertambangan masih didominasi oleh pendekatan administratif yang belum sepenuhnya berbasis analitik SDM (Gustanto, 2025). Ketidaksiharian antara kompleksitas risiko dan kemampuan analisis organisasi menciptakan kesenjangan dalam pengambilan keputusan strategis. Risiko lingkungan, sosial, dan tata kelola sering kali tidak teridentifikasi secara komprehensif pada tahap awal operasional. Hal ini memperlihatkan bahwa kelemahan SDM menjadi faktor penghambat utama dalam efektivitas sistem mitigasi risiko ESG.

Penelitian tentang dampak aktivitas pertambangan terhadap lingkungan menunjukkan bahwa degradasi ekologis sering kali merupakan hasil akumulasi dari kegagalan tata kelola yang tidak terintegrasi (Prasetyo et al., 2025). Dalam banyak kasus, lemahnya pengawasan operasional memperbesar potensi kerusakan lingkungan yang bersifat jangka panjang. Ketidakterpaduan antara kebijakan dan implementasi memperkuat kesenjangan antara tujuan ESG dan realitas industri. Kondisi ini menunjukkan bahwa tata kelola yang lemah berdampak langsung terhadap keberlanjutan ekosistem.

Kajian mengenai responsible investment menunjukkan bahwa keberlanjutan investasi sangat bergantung pada konsistensi penerapan prinsip ESG dalam seluruh rantai keputusan bisnis (Kholis et al., 2020). Ketidaksinambungan antara kebijakan investasi dan implementasi operasional menciptakan ketidakpastian dalam stabilitas sektor pertambangan. Hal ini menunjukkan bahwa tata kelola investasi tidak dapat dipisahkan dari kualitas institusional organisasi. SDM berperan sebagai penghubung antara kebijakan dan implementasi di tingkat operasional.

Penelitian mengenai tanggung jawab sosial dan lingkungan menunjukkan bahwa integrasi ESG dalam pelaporan perusahaan masih bersifat simbolik pada sebagian organisasi (Ovelia & Bayangkara, 2025). Pelaporan yang tidak didukung oleh implementasi substantif menciptakan risiko greenwashing dalam industri pertambangan. Kesenjangan antara laporan dan praktik lapangan memperkuat lemahnya sistem verifikasi internal. Hal ini menunjukkan bahwa tata kelola ESG membutuhkan mekanisme kontrol yang lebih berbasis kompetensi SDM.

Studi mengenai pengelolaan pertambangan oleh institusi pemerintah menunjukkan bahwa keterbatasan kapasitas SDM aparatur berdampak pada efektivitas pengawasan sektor ekstraktif (Ardiyansyah et al., 2025). Koordinasi antar lembaga yang belum optimal memperlemah implementasi kebijakan keberlanjutan. Ketidaksinkronan ini menciptakan fragmentasi dalam sistem pengendalian sektor pertambangan. Penguatan SDM institusional menjadi elemen penting dalam reformasi tata kelola ESG.

Penelitian mengenai pelatihan dan kompetensi kerja menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas SDM memiliki dampak langsung terhadap kualitas implementasi kebijakan operasional perusahaan (Karangan et al., 2025). Pelatihan yang tidak terstruktur mengakibatkan rendahnya konsistensi penerapan standar keselamatan dan keberlanjutan. Ketidakteraturan ini memperkuat argumen bahwa SDM merupakan variabel kritis dalam sistem governance ESG. Dalam industri pertambangan, kompetensi teknis dan manajerial menjadi fondasi utama keberhasilan implementasi.

Literatur mengenai transformasi ekonomi hijau menunjukkan bahwa digitalisasi dan inovasi teknologi memperkuat kebutuhan akan sistem tata kelola yang lebih adaptif (Zhou, 2024). Ketidakmampuan organisasi dalam mengintegrasikan teknologi ke dalam sistem governance menciptakan hambatan dalam implementasi ESG. Hal ini menunjukkan bahwa transformasi digital dan ESG memiliki keterkaitan yang erat dalam membentuk sistem industri modern. SDM yang tidak adaptif terhadap teknologi akan memperlemah efektivitas tata kelola berbasis keberlanjutan.

Kajian mengenai transformasi SDM menunjukkan bahwa integrasi strategi human capital dengan kebijakan keberlanjutan menjadi faktor penentu dalam efektivitas organisasi (Tribuana et al., 2025). Ketidakterhubungan antara strategi SDM dan ESG menciptakan disfungsi dalam implementasi kebijakan perusahaan. Kondisi ini memperlihatkan bahwa tata kelola tidak dapat berdiri sendiri tanpa dukungan sistem pengembangan manusia yang kuat. Integrasi ini menjadi kunci dalam membangun sistem pertambangan yang berkelanjutan dan adaptif terhadap perubahan global.

Transformasi Kapasitas SDM, Inovasi Teknologi, dan Arah Sustainability Transition pada Industri Pertambangan

Perubahan struktural industri pertambangan global memperlihatkan akselerasi transisi menuju model keberlanjutan yang berbasis integrasi teknologi digital, inovasi proses, dan penguatan kapasitas sumber daya manusia sebagai pusat transformasi sistem produksi. Sustainability transition dalam konteks ini tidak hanya dipahami sebagai pergeseran teknologi, tetapi juga sebagai rekonstruksi kompetensi tenaga kerja yang mampu beradaptasi terhadap dinamika lingkungan, sosial, dan tata kelola yang semakin kompleks. Transformasi ini menempatkan SDM sebagai agen utama dalam menghubungkan inovasi teknis dengan tujuan keberlanjutan jangka panjang industri ekstraktif (Tribuana et al., 2025). Ketidaksiapan kompetensi manusia dalam menghadapi perubahan tersebut menciptakan risiko disrupsi operasional yang signifikan.

Tabel 3. Matriks Transformasi Teknologi, Inovasi, dan Penguatan Kapasitas SDM dalam Mendukung Implementasi Prinsip ESG pada Sektor Pertambangan

| Komponen Transformasi | Bentuk Implementasi | Dampak pada ESG |
|------------------------------|---------------------------------|------------------------------------|
| Digitalisasi tambang | Sistem monitoring berbasis data | Efisiensi environmental |
| AI dalam SDM | Optimasi kompetensi kerja | Peningkatan produktivitas sosial |
| Green innovation | Teknologi rendah emisi | Penguatan governance keberlanjutan |

Tabel 3 menunjukkan bahwa transformasi industri pertambangan berbasis teknologi memiliki korelasi langsung dengan penguatan implementasi ESG pada berbagai dimensi. Digitalisasi tambang memperkuat kemampuan monitoring lingkungan secara real-time sehingga meningkatkan efisiensi pengelolaan sumber daya alam. Integrasi kecerdasan buatan dalam pengelolaan SDM mempercepat proses adaptasi kompetensi terhadap kebutuhan industri modern. Green innovation berkontribusi dalam memperkuat struktur tata kelola melalui pengurangan emisi dan optimalisasi proses produksi berkelanjutan.

Kajian literatur menunjukkan bahwa pengembangan model SDM berbasis teknologi kecerdasan buatan memberikan kontribusi signifikan terhadap peningkatan produktivitas dan keberlanjutan industri pertambangan (Anugrah et al., 2025). Integrasi teknologi ini memungkinkan organisasi untuk melakukan analisis kompetensi secara lebih presisi dan adaptif terhadap kebutuhan operasional. Transformasi tersebut juga memperkuat kemampuan organisasi dalam mengelola risiko operasional yang kompleks. Dalam ESG, inovasi teknologi menjadi katalis dalam mempercepat implementasi prinsip keberlanjutan secara sistemik.

Penelitian mengenai transformasi SDM dalam ekonomi digital dan hijau menunjukkan bahwa kapabilitas adaptif tenaga kerja menjadi faktor kunci dalam keberhasilan transisi industri menuju keberlanjutan (Askianto et al., 2025). Kesenjangan kapabilitas digital menciptakan hambatan signifikan dalam implementasi sistem ESG yang berbasis data. Kondisi ini memperlihatkan bahwa transformasi teknologi tidak dapat berjalan efektif tanpa dukungan peningkatan kompetensi SDM yang berkelanjutan. Hubungan ini menegaskan bahwa inovasi teknologi dan pengembangan manusia merupakan dua variabel yang tidak dapat dipisahkan.

Studi mengenai natural resources and green economic growth menunjukkan bahwa digitalisasi dalam industri pertambangan berperan penting dalam menciptakan jalur pertumbuhan ekonomi yang lebih berkelanjutan (Zhou, 2024). Transformasi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga memperkuat mekanisme pengawasan lingkungan berbasis teknologi. Ketidakmampuan organisasi dalam mengadopsi teknologi hijau memperlambat proses sustainability transition. SDM menjadi faktor penghubung utama antara teknologi dan implementasi kebijakan keberlanjutan.

Penelitian mengenai inovasi sosial dan bisnis berkelanjutan menunjukkan bahwa integrasi prinsip ESG dalam model bisnis inovatif memperkuat daya tahan organisasi terhadap perubahan lingkungan eksternal (Nurfalah, 2025). Model bisnis yang tidak adaptif terhadap prinsip keberlanjutan cenderung mengalami penurunan daya saing dalam jangka panjang. Inovasi sosial juga memperluas peran SDM dalam membangun hubungan yang lebih inklusif dengan masyarakat sekitar wilayah tambang. Hal ini menunjukkan bahwa transformasi SDM tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga sosial dan institusional.

Kajian mengenai generasi muda dalam industri pertambangan menunjukkan bahwa kelompok ini memiliki peran strategis dalam mendorong inovasi dan transformasi industri menuju arah keberlanjutan jangka panjang (Gonzales, 2022). Generasi muda memiliki tingkat adaptabilitas yang lebih tinggi terhadap teknologi digital dan sistem kerja berbasis data. Potensi ini menjadi modal penting dalam mempercepat adopsi ESG di sektor pertambangan. Namun, tanpa sistem pengembangan kompetensi yang terstruktur, potensi tersebut tidak akan memberikan dampak signifikan terhadap transformasi industri.

Penelitian mengenai keterampilan dan produktivitas tenaga kerja lokal menunjukkan bahwa peningkatan kapasitas SDM memiliki dampak langsung terhadap daya saing perusahaan pertambangan (Asrul et al., 2025). Keterbatasan akses pelatihan dan teknologi masih menjadi tantangan utama dalam optimalisasi SDM lokal. Kondisi ini memperlihatkan adanya kesenjangan struktural dalam distribusi

kompetensi di sektor pertambangan. Penguatan SDM lokal menjadi elemen penting dalam memastikan inklusivitas dalam proses sustainability transition.

Kajian mengenai pelatihan dan keselamatan kerja menunjukkan bahwa program kompetensi memiliki hubungan langsung dengan peningkatan kualitas operasional dan pengurangan risiko kerja (Karangan et al., 2025). Pelatihan yang terstruktur memperkuat kemampuan tenaga kerja dalam menghadapi risiko operasional yang kompleks. Dalam ESG, keselamatan kerja menjadi indikator penting dalam dimensi sosial keberlanjutan. Hal ini menunjukkan bahwa penguatan SDM memiliki dampak multidimensional terhadap implementasi ESG.

Penelitian mengenai risiko keberlanjutan dengan pendekatan green human resource menunjukkan bahwa integrasi HR berbasis keberlanjutan mampu mengurangi potensi risiko lingkungan dan sosial dalam operasional pertambangan (Agustina, 2025). Efektivitas implementasi masih bergantung pada konsistensi kebijakan organisasi. Ketidakkonsistenan ini memperlemah dampak transformasi SDM terhadap sistem ESG secara keseluruhan. Hal ini memperlihatkan bahwa keberhasilan sustainability transition membutuhkan integrasi kebijakan yang menyeluruh.

Kajian mengenai pengelolaan pertambangan berkelanjutan oleh institusi pemerintah menunjukkan bahwa kapasitas SDM aparatur menjadi faktor penentu dalam efektivitas pengawasan dan implementasi kebijakan (Ardiyansyah et al., 2025). Keterbatasan koordinasi antar lembaga memperlambat proses transformasi menuju sistem pertambangan berkelanjutan. Ketidaksinkronan ini memperkuat kebutuhan akan reformasi kapasitas SDM di sektor publik. Integrasi antara inovasi teknologi, penguatan SDM, dan tata kelola menjadi fondasi utama dalam sustainability transition industri pertambangan modern.

KESIMPULAN

Integrasi kapasitas sumber daya manusia dalam implementasi prinsip Environmental, Social, and Governance pada sektor pertambangan menunjukkan bahwa keberlanjutan industri tidak dapat dicapai melalui pendekatan teknokratis semata, melainkan membutuhkan transformasi kompetensi manusia yang mencakup literasi keberlanjutan, kemampuan adaptif teknologi, serta penguatan tata kelola berbasis risiko. Dinamika literatur memperlihatkan bahwa efektivitas ESG sangat ditentukan oleh kualitas interaksi antara SDM, sistem governance, dan inovasi teknologi yang secara simultan membentuk ekosistem pertambangan berkelanjutan. Kelemahan utama implementasi ESG terletak pada fragmentasi tata kelola, keterbatasan kompetensi analitis SDM, serta belum optimalnya integrasi inovasi digital dalam sistem operasional industri ekstraktif. Penguatan SDM melalui pelatihan berbasis kompetensi, transformasi digital, serta pendekatan green human resource management menjadi instrumen strategis dalam memperkuat efektivitas implementasi ESG. Sinergi antara pemerintah, perusahaan, dan tenaga kerja lokal diperlukan untuk memastikan keberlanjutan industri pertambangan yang adaptif terhadap perubahan regulasi global dan tuntutan keberlanjutan. Penelitian ini menegaskan bahwa SDM merupakan variabel sentral yang menentukan keberhasilan transisi menuju industri pertambangan berkelanjutan berbasis ESG.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, E. S. (2025). Analisis Risiko Keberlanjutan pada Perusahaan Pertambangan di Kalimantan Selatan dengan Pendekatan Green Human Resource. *Jurnal Bisnis Dan Pembangunan*, 14(3), 202–211. <https://doi.org/10.20527/jbp.1414i3.100>.
- Amoah, P., Eweje, G., & Bathurst, R. (2020). Understanding grand challenges in sustainability implementation within mining in developing countries. *Social Business*, 10(2), 123–149. <https://doi.org/10.1362/204440820X15813359568309>.
- Anugrah, S. C., Wicaksana, A. D., & Setyaningrum, A. (2025). Pengembangan Model Sumber Daya Manusia Terampil berbasis Teknologi Kecerdasan Buatan dalam Meningkatkan Produktivitas dan Keberlanjutan Industri Pertambangan. *Jurnal Riset Teknik Pertambangan*, 151–162. <https://doi.org/10.29313/jrtp.v5i2.7291>.
- Ardiyansyah, D., Putra, R. I., Armalia, R., Reflis, R., & Utama, S. P. (2025). Analisis SWOT Peran Dinas ESDM Provinsi Bengkulu dalam Pengelolaan Berkelanjutan Pertambangan Batuan. *Insologi: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 4(3), 289–300. <https://doi.org/10.55123/insologi.v4i3.5175>.

- Askiyanto, M., Hayuningtyas, R. F., & Audiva, R. (2025). Eksplorasi Model Transformasi SDM UMKM Malang Raya dalam Mewujudkan Ekonomi Digital dan Hijau: Transformasi SDM, Ekonomi Hijau, Keberlanjutan Bisnis, Kapabilitas SDM, Strategi Adaptasi. *Jurnal Paradigma Ekonomika*, 20(4), 66–75. <https://doi.org/10.22437/jpe.v20i4.47357>.
- Asri, S., & Bayangkara, I. B. K. (2025). Analisis Perbandingan Strategi ESG pada PT Pertamina (Persero) dan PT Timah Tbk dalam Mewujudkan Bisnis Berkelanjutan. *Jurnal Kolaboratif Sains*, 8(5). <https://doi.org/10.56338/jks.v8i5.7426>.
- Asrul, A. A., Semmaila, B., & Purnama, H. R. (2025). Pengaruh Keterampilan dan Produktivitas Tenaga Kerja Lokal Terhadap Perkembangan PT. Bumi Mineral Sulawesi di Kabupaten Luwu Sulawesi Selatan. *Center of Economic Students Journal*, 8(4), 1534–1543. <https://doi.org/10.56750/jn7ww063>.
- Gonzales, R. (2022). Memaksimalkan potensi generasi muda di industri pertambangan untuk meningkatkan ekonomi Indonesia menuju Indonesia Emas 2045: Generasi Muda Untuk Bangsa. *Jurnal Himasapta*, 7(1), 39. <https://doi.org/10.20527/jhs.v7i1.5344>.
- Gustanto, R. (2025). Penggunaan Risiko Environmental, Social, Governance dalam Proses Identifikasi, Pengukuran, Pemantauan dan Pengendalian dalam Bisnis Berkelanjutan (Literature Review). *Realible Accounting Journal*, 5(1), 293–304. <https://doi.org/10.36352/raj.v5i1.972>.
- Karangan, M., Lambe, K. H. P., & Halik, J. B. (2025). Pengaruh Program Kompetensi dan Pelatihan Karyawan Terhadap Peningkatan Keselamatan Kerja di PT. Vale Indonesia Tbk. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Ekonomi Dan Bisnis Indonesia*, 1(2), 248–260. <https://doi.org/10.8844/cj886c19>.
- Kholis, N., Aswidah, R., & Prihandono, I. (2020). Responsible Investment in Indonesia Mineral Mining Sector. *Proceedings of the 3rd International Conference on Law and Governance (Iclave 2019)*, 300–310. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.200321.039>.
- Nurfalah, Q. D. A. (2025). Integrasi Kewirausahaan Sosial dan Berkelanjutan untuk Mendorong Prinsip ESG dalam Model Bisnis Inovatif. *Jurnal Ekonomi Kreatif Indonesia*, 3(1), 53–63. <https://doi.org/10.61896/jeki.v3i1.78>.
- Ovelia, L., & Bayangkara, I. B. K. (2025). Analisis Implementasi Tanggung Jawab Sosial dan Lingkungan dalam Laporan Tahunan Terintegrasi PT Indonesia Infrastructure Finance Tahun 2023. *Gemilang: Jurnal Manajemen Dan Akuntansi*, 5(3), 124–138. <https://doi.org/10.56910/gemilang.v5i3.2176>.
- Prasetyo, M. H., Baderan, D. W. K., & Hamidu, M. S. (2025). Dampak Kerusakan Lingkungan Akibat Eksploitasi Sumber Daya Mineral dari Kegiatan Pertambangan. *Hidroponik: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2(2), 01–11. <https://doi.org/10.62951/hidroponik.v2i2.328>.
- Purba, B., Sakinah, A., Purba, E. E., Marpaung, K. B., & Bella, S. (2025). Pengaruh Pertambangan Batu Bara Terhadap Lapangan Pekerjaan: Penelitian. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Dan Riset Pendidikan*, 4(2), 8148–8153. <https://doi.org/10.31004/jerkin.v4i2.3029>.
- Tribuana, D., Usman, U., & Dayanti. (2025). Transformasi SDM Dalam Mendorong Keberlanjutan Bisnis: Peran Strategis HR Dalam Implementasi ESG. *Jurnal Teknologi Dan Bisnis Cerdas*, 1(1), 1–16. <https://doi.org/10.64476/jtbc.v1i1.1>.
- Winardi, W. (2024). Dampak Hilirisasi Industri Berbasis Pertambangan Terhadap Perekonomian Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal BPPK: Badan Pendidikan Dan Pelatihan Keuangan*, 17(2).
- Wiyono, D., Dewi, D. A., Ambiapuri, E., Parwitasari, N. A., & Hambali, D. S. (2025). Strategic ESG-Driven Human Resource Practices: Transforming Employee Management for Sustainable Organizational Growth. *Jurnal Organisasi Dan Manajemen*, 21(1), 65–82. <https://doi.org/10.33830/jom.v21i1.9786.2025>.
- Zahratu, M. (2025). Implementasi Prinsip Good Corporate Governance pada PT Timah Tbk dalam Mengelola Risiko Environmental, Social, and Governance. *Jurnal Akuntansi Dan Bisnis*, 5(2), 158–165. <https://doi.org/10.51903/fenacz48>.
- Zhou, Y. (2024). Natural resources and green economic growth: A pathway to innovation and digital transformation in the mining industry. *Resources Policy*, 90, 104667. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104667>.