

Model Struktural Pengaruh Implementasi K3L terhadap Kinerja Produktivitas Operasional pada Unit Distribusi Tenaga Listrik Menggunakan SEM-PLS

Januar Kulsaputro¹, Asrul Fole², Khoerun Nisa Safitri³, Widi Astutik⁴, Mujaddid⁵, Ahmad Ikram⁶

^{1,4,5,6}Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi dan Bisnis Nobel Indonesia
Jl. Sultan Alauddin No.212, Mangasa, Kec. Makassar, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90221

Email: januar.kulsaputro@nobel.ac.id, widiastutik@nobel.ac.id, mujaddid@nobel.ac.id, ahmadikram@nobel.ac.id

²Jurusan Teknik Industri, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo No.5, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231

Email: asrulfole@umi.ac.id

³Jurusan Teknik Logistik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Ibnu Sina
Jl. Teuku Umar, Lubuk Baja Kota, Kec. Lubuk Baja, Kota Batam, Kepulauan Riau 29444

Email: khoerunnisas@uis.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh implementasi Kesehatan, Keselamatan Kerja, dan Lingkungan (K3L) terhadap Kinerja Produktivitas Operasional pada Unit Distribusi Tenaga Listrik PT PLN Makassar menggunakan pendekatan *Structural Equation Modeling–Partial Least Squares* (SEM-PLS). Penelitian bersifat kuantitatif eksplanatori dengan jumlah sampel sebanyak 365 responden karyawan operasional. Hasil analisis menunjukkan bahwa seluruh indikator memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas ($AVE > 0,50$; *Composite Reliability* $> 0,70$). Evaluasi model struktural menunjukkan nilai R^2 sebesar 0,68 yang mengindikasikan bahwa 68% variasi kinerja dapat dijelaskan oleh variabel K3L. Secara langsung, Keselamatan Kerja memiliki pengaruh terbesar terhadap Kinerja Produktivitas Operasional ($\beta = 0,398$; $t = 4,982$; $p < 0,001$), diikuti Kesehatan Kerja ($\beta = 0,284$; $t = 3,215$; $p = 0,001$) dan Lingkungan Kerja ($\beta = 0,247$; $t = 2,874$; $p = 0,004$). Selain itu, Kesehatan Kerja berpengaruh signifikan terhadap Keselamatan Kerja ($\beta = 0,762$; $t = 14,876$), serta Keselamatan Kerja terhadap Lingkungan Kerja ($\beta = 0,689$; $t = 12,443$). Hasil ini menegaskan bahwa implementasi K3L yang terintegrasi berkontribusi secara signifikan dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasional pada sektor distribusi tenaga listrik.

Kata kunci: K3L, kesehatan kerja, keselamatan kerja, lingkungan kerja, produktivitas operasional, SEM-PLS.

ABSTRACT

*This study aims to analyze the effect of Occupational Health, Safety, and Environment (HSE) implementation on Operational Productivity Performance at the Electricity Distribution Unit of PT PLN Makassar using the Structural Equation Modeling–Partial Least Squares (SEM-PLS) approach. This research employed a quantitative explanatory design involving 365 operational employees as respondents. The measurement model evaluation confirmed that all constructs met the validity and reliability criteria ($AVE > 0.50$; *Composite Reliability* > 0.70). The structural model assessment revealed an R^2 value of 0.68, indicating that 68% of the variance in Operational Productivity Performance is explained by HSE variables. Direct effect analysis showed that Occupational Safety had the strongest influence on Operational Productivity Performance ($\beta = 0.398$; $t = 4.982$; $p < 0.001$), followed by Occupational Health ($\beta = 0.284$; $t = 3.215$; $p = 0.001$) and Work Environment ($\beta = 0.247$; $t = 2.874$; $p = 0.004$). Furthermore, Occupational Health significantly affected Occupational Safety ($\beta = 0.762$; $t = 14.876$), and Occupational Safety significantly influenced Work Environment ($\beta = 0.689$; $t = 12.443$). These findings demonstrate that an integrated HSE implementation significantly enhances operational effectiveness and efficiency in high-risk electricity distribution activities.*

Keywords: Occupational health, occupational safety, work environment, operational productivity, hse implementation, SEM-PLS.

Pendahuluan

Keselamatan dan kesehatan kerja serta lingkungan (K3L) merupakan aspek krusial dalam organisasi berbasis risiko tinggi seperti sektor ketenagalistrikan [1]. Secara global, International Labour Organization (ILO) melaporkan bahwa lebih dari 2,7 juta pekerja meninggal setiap tahun akibat kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja, sementara sekitar 374 juta kecelakaan kerja non-fatal terjadi setiap tahunnya [2]. Kerugian ekonomi akibat kecelakaan dan penyakit kerja diperkirakan mencapai hampir 4% dari Produk Domestik Bruto (PDB) global [3]. Data tersebut menunjukkan bahwa lemahnya

implementasi sistem keselamatan berdampak langsung terhadap produktivitas, efisiensi operasional, dan keberlanjutan organisasi [4], [5]. Dalam konteks industri energi dan utilitas, gangguan keselamatan tidak hanya menurunkan kinerja tenaga kerja, tetapi juga berpotensi mengganggu kontinuitas layanan publik yang bersifat vital dan strategis [5].

Pada sektor ketenagalistrikan, risiko kerja relatif lebih tinggi dibandingkan sektor jasa lainnya karena melibatkan paparan tegangan tinggi, pekerjaan di ketinggian, serta kondisi lingkungan kerja lapangan yang dinamis [3], [6]. Data Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia menunjukkan bahwa kasus kecelakaan kerja nasional masih berada di atas 200.000 kasus per tahun dalam beberapa tahun terakhir [7]. Pada industri kelistrikan, insiden seperti tersengat listrik, jatuh dari ketinggian, dan kecelakaan saat pemeliharaan jaringan menjadi faktor dominan [8]. Kondisi tersebut berpotensi menyebabkan kehilangan jam kerja, meningkatnya biaya kompensasi, serta terganggunya target kinerja operasional [9], [10], [11]. Oleh karena itu, implementasi K3L tidak hanya dipandang sebagai kewajiban regulatif, tetapi sebagai instrumen strategis untuk menjaga produktivitas operasional dan keandalan sistem distribusi tenaga listrik [12], [13].

Unit Distribusi Tenaga Listrik di PT PLN (Persero) Makassar memiliki peran vital dalam menjamin kontinuitas dan keandalan pasokan listrik kepada pelanggan [14]. Aktivitas operasional pada unit ini meliputi pemeliharaan jaringan distribusi, penanganan gangguan, pemasangan baru, serta inspeksi rutin yang sebagian besar dilakukan di lapangan dengan tingkat risiko tinggi [15], [16]. Karakteristik pekerjaan yang menuntut respons cepat terhadap gangguan serta pencapaian indikator kinerja seperti SAIDI dan SAIFI menjadikan aspek K3L sangat relevan dalam mendukung produktivitas operasional. Implementasi K3L yang efektif diharapkan mampu menekan angka kecelakaan kerja, mengurangi downtime, serta meningkatkan efisiensi penyelesaian pekerjaan. Namun demikian, efektivitas penerapan K3L terhadap kinerja produktivitas operasional masih memerlukan pengujian empiris yang terukur dan sistematis [17].

Sejumlah penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa implementasi praktik keselamatan dan kesehatan kerja berpengaruh positif terhadap produktivitas karyawan. Studi [18], [19] menemukan bahwa praktik K3 secara signifikan meningkatkan produktivitas dan kinerja organisasi pada sektor manufaktur, dengan kontribusi koefisien regresi berkisar antara 0,35–0,52. Penelitian di sektor energi juga menunjukkan bahwa kepatuhan terhadap prosedur keselamatan dan budaya keselamatan berpengaruh terhadap peningkatan kinerja operasional hingga 41% dari variasi kinerja yang dijelaskan oleh model [20]. Namun demikian, sebagian besar penelitian tersebut menggunakan pendekatan regresi linier sederhana atau analisis parsial, sehingga belum mampu menguji hubungan simultan antarvariabel laten [6], [21].

Secara khusus, belum banyak penelitian yang mengintegrasikan dimensi kesehatan kerja, keselamatan kerja, dan lingkungan kerja (K3L) dalam satu model struktural komprehensif pada sektor distribusi tenaga listrik. Studi terdahulu cenderung hanya menguji pengaruh keselamatan kerja terhadap kinerja tanpa memasukkan variabel lingkungan kerja sebagai konstruk laten yang berdiri sendiri [12], [13], [17]. Selain itu, belum ditemukan model empiris yang menguji jalur mediasi berantai, seperti Kesehatan Kerja → Keselamatan Kerja → Lingkungan Kerja → Produktivitas Operasional.

Dalam konteks distribusi tenaga listrik, khususnya di wilayah Indonesia Timur seperti Makassar, publikasi empiris masih sangat terbatas dan umumnya bersifat deskriptif, belum berbasis pemodelan struktural [22]. Oleh karena itu, penggunaan pendekatan *Structural Equation Modeling–Partial Least Squares* (SEM-PLS) dalam penelitian ini memberikan perspektif baru karena mampu menganalisis hubungan langsung, tidak langsung, serta kontribusi simultan antar konstruk laten secara lebih akurat melalui pengujian outer dan inner model secara terpadu [23], [24], [25], [26]. Pendekatan ini juga memungkinkan evaluasi validitas konstruk, effect size (f^2), serta predictive relevance (Q^2), yang belum banyak diterapkan dalam studi K3L pada sektor distribusi listrik.

Implementasi K3L tidak hanya dipahami sebagai bentuk kepatuhan terhadap regulasi, tetapi juga sebagai sistem manajemen terpadu yang mengintegrasikan aspek manusia, teknologi, dan lingkungan kerja dalam satu kerangka sosio-teknis [12], [13], [17]. Berdasarkan *Safety Climate Theory*, persepsi karyawan terhadap komitmen manajemen terhadap keselamatan dapat membentuk perilaku kerja yang lebih aman dan produktif. Sementara itu, perspektif *High Reliability Organization* menekankan pentingnya pengelolaan risiko secara proaktif pada organisasi berisiko tinggi seperti sektor distribusi tenaga listrik [23], [24], [25], [26]. Dengan demikian, implementasi K3L berperan sebagai mekanisme pengendalian risiko yang mampu menciptakan stabilitas operasional, mengurangi gangguan kerja, serta meningkatkan efektivitas dan efisiensi produktivitas operasional secara berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memodelkan secara empiris pengaruh implementasi K3L terhadap kinerja produktivitas operasional pada Unit Distribusi Tenaga Listrik PT PLN Makassar menggunakan SEM-PLS. Secara teoretis, penelitian ini diharapkan memperkaya literatur manajemen industri dan sistem ketenagalistrikan terkait integrasi K3L dan produktivitas operasional dalam satu kerangka model struktural. Secara praktis, hasil penelitian dapat menjadi dasar bagi manajemen dalam merumuskan kebijakan peningkatan implementasi K3L yang berbasis data dan prioritas strategis [27]. Selain itu, model yang dihasilkan dapat digunakan sebagai alat evaluasi dan pengambilan keputusan dalam meningkatkan efisiensi kerja, menekan risiko kecelakaan, serta mendukung pencapaian target kinerja operasional secara berkelanjutan.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksplanatori untuk menganalisis hubungan kausal antara implementasi Kesehatan, Keselamatan Kerja, dan Lingkungan (K3L) dan kinerja produktivitas operasional menggunakan *Structural Equation Modeling–Partial Least Squares* (SEM-PLS). Metode ini dipilih karena mampu

menganalisis hubungan simultan antarvariabel laten dan mengakomodasi model kompleks tanpa mensyaratkan normalitas data yang ketat. Penelitian bersifat cross-sectional dan dilaksanakan pada Unit Distribusi Tenaga Listrik PT PLN (Persero) Makassar. Populasi penelitian adalah karyawan operasional, dengan teknik purposive sampling berdasarkan kriteria masa kerja minimal satu tahun. Jumlah sampel yang dianalisis sebanyak 365 responden, sehingga telah memenuhi kriteria kecukupan analisis SEM-PLS.

Penelitian ini menggunakan dua variabel laten, yaitu Implementasi Kesehatan, Keselamatan Kerja, dan Lingkungan (K3L) sebagai variabel eksogen serta Kinerja Produktivitas Operasional sebagai variabel endogen [22], [27]. Dalam penelitian ini, K3L dikonseptualisasikan sebagai *higher-order construct* (*second-order construct*) yang dibentuk oleh tiga dimensi utama, yaitu Kesehatan Kerja, Keselamatan Kerja, dan Lingkungan Kerja, sehingga ketiganya menjadi konstruk pembentuk satu variabel komposit bernama K3L. Dengan demikian, model struktural menguji pengaruh konstruk K3L secara terpadu terhadap kinerja produktivitas operasional [12], [13], [17]. Kesehatan kerja diukur melalui 6 indikator yang meliputi program kesehatan, pemeriksaan rutin, pengendalian risiko, penyediaan fasilitas P3K, edukasi penyakit akibat kerja, serta pemantauan kondisi fisik dan mental karyawan. Keselamatan kerja diukur dengan 6 indikator, yaitu kepatuhan SOP, penggunaan APD, pelatihan keselamatan, kelayakan peralatan, pelaporan dan investigasi insiden, serta pengawasan rutin. Lingkungan kerja diukur melalui 5 indikator yang mencakup pengelolaan limbah, pengendalian dampak lingkungan, kondisi fisik kerja, kepatuhan terhadap regulasi, dan efisiensi energi. Sementara itu, kinerja produktivitas operasional diukur menggunakan 5 indikator, yaitu efektivitas, efisiensi, ketepatan waktu, kualitas kerja, dan pencapaian target, dengan seluruh indikator menggunakan skala Likert 1–5.

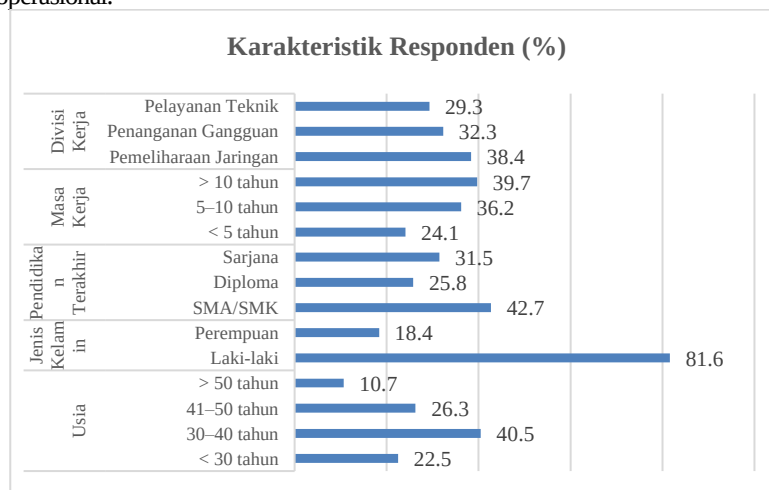
Data primer dalam penelitian ini diperoleh melalui penyebaran kuesioner terstruktur kepada responden yang merupakan karyawan operasional pada Unit Distribusi Tenaga Listrik PT PLN Makassar. Sebelum penyebaran secara luas, instrumen penelitian terlebih dahulu diuji melalui pilot test untuk memastikan kejelasan redaksi pertanyaan serta menguji validitas dan reliabilitas awal. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas instrumen agar mampu mengukur konstruk penelitian secara akurat. Selain data primer, penelitian ini juga menggunakan data sekunder yang diperoleh dari dokumen internal perusahaan, laporan kinerja operasional, serta arsip terkait implementasi K3L sebagai data pendukung analisis.

Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan SEM-PLS dengan bantuan perangkat lunak SmartPLS. Tahapan analisis diawali dengan evaluasi model pengukuran (*outer model*) melalui uji validitas konvergen (*loading factor* > 0,70; AVE > 0,50), validitas diskriminan (Fornell-Larcker atau HTMT), serta reliabilitas konstruk (*Composite Reliability* dan *Cronbach's Alpha* > 0,70). Selanjutnya, evaluasi model struktural (*inner model*) dilakukan dengan menganalisis nilai R^2 , f^2 , dan Q^2 untuk menilai kemampuan prediktif model. Pengujian hipotesis dilakukan melalui prosedur *bootstrapping* pada tingkat signifikansi 5% (*t*-statistik > 1,96) untuk menguji pengaruh Implementasi K3L terhadap Kinerja Produktivitas Operasional.

Hasil Dan Pembahasan

Karakteristik Responden

Karakteristik responden penelitian berdasarkan data demografis untuk memberikan gambaran komposisi sampel yang dianalisis sebanyak 365 orang secara menyeluruh dan proporsional, meliputi aspek usia, jenis kelamin, pendidikan, masa kerja, dan divisi karyawan operasional.



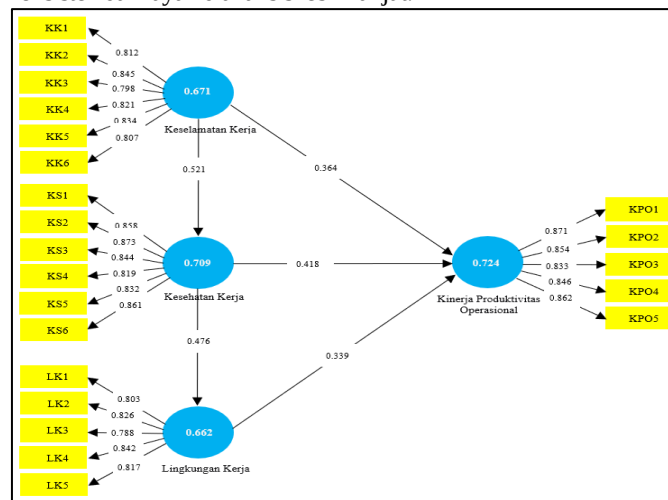
Gambar 1. Karakteristik responden berdasarkan data demografis

Berdasarkan Gambar 1, karakteristik responden menunjukkan bahwa mayoritas karyawan berada pada rentang usia 30–40 tahun sebanyak 148 orang atau 40,5%, diikuti oleh kelompok usia 41–50 tahun sebanyak 96 orang atau 26,3%. Komposisi ini menunjukkan bahwa sebagian besar tenaga kerja berada pada usia produktif yang secara fisik dan pengalaman relatif optimal dalam mendukung aktivitas operasional. Dari aspek jenis kelamin, responden didominasi oleh laki-laki sebanyak 298

orang atau 81,6%, sedangkan perempuan berjumlah 67 orang atau 18,4%, yang mencerminkan karakteristik pekerjaan teknis distribusi listrik yang lebih banyak melibatkan tenaga lapangan pria. Berdasarkan tingkat pendidikan, mayoritas responden berpendidikan SMA/SMK sebanyak 156 orang atau 42,7%, disusul Sarjana sebanyak 115 orang atau 31,5% dan Diploma sebanyak 94 orang atau 25,8%. Dari sisi masa kerja, sebanyak 145 orang atau 39,7% memiliki pengalaman lebih dari 10 tahun. Sementara itu, divisi pemeliharaan jaringan mendominasi dengan 140 orang atau 38,4%, diikuti penanganan gangguan sebanyak 118 orang atau 32,3%.

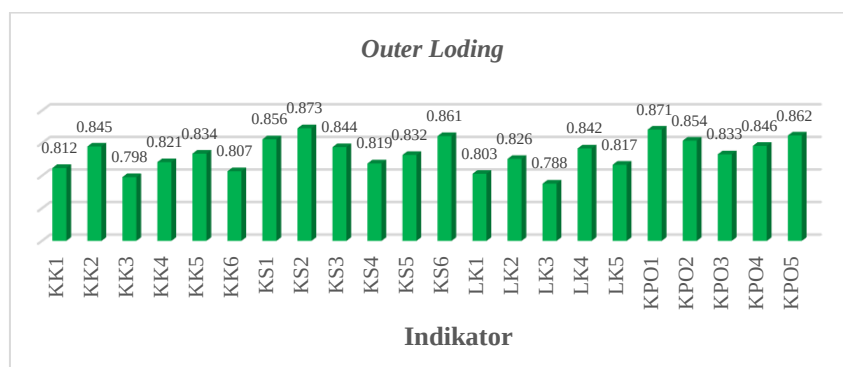
Hasil Analisis Model Pengukuran (Outer Model)

Analisis model pengukuran (outer model) dilakukan untuk mengevaluasi kualitas instrumen penelitian dalam mengukur konstruk laten yang digunakan, yaitu Implementasi K3L dan Kinerja Produktivitas Operasional yang terdiri dari 22 indikator. Tahap ini bertujuan memastikan bahwa setiap indikator memenuhi kriteria validitas dan reliabilitas sebelum dilakukan pengujian model struktural (*inner model*). Pengujian dilakukan dengan melihat nilai loading factor yang harus lebih dari 0,70 serta nilai *Average Variance Extracted* (AVE) yang harus melebihi 0,50 untuk memenuhi validitas konvergen. Selain itu, reliabilitas konstruk dinilai melalui *Composite Reliability* dan *Cronbach's Alpha* yang masing-masing harus lebih dari 0,70 agar instrumen dinyatakan konsisten dan layak dianalisis lebih lanjut.



Gambar 2. Hasil penentuan outer model dengan menggunakan SEM-PLS

Berdasarkan Gambar 2, hasil evaluasi outer model menggunakan SEM-PLS menunjukkan bahwa pengujian convergent validity, discriminant validity, dan composite reliability telah dilakukan untuk menilai kualitas instrumen penelitian. Ketiga pengujian tersebut bertujuan memastikan bahwa setiap indikator mampu merepresentasikan konstruk secara valid dan reliabel. Hasil analisis menunjukkan bahwa indikator memenuhi kriteria yang ditetapkan, sehingga konstruk penelitian dinyatakan layak untuk dilanjutkan ke tahap evaluasi model struktural.



Gambar 3. Hasil pengujian convergen validity berdasarkan SEM-PLS

Berdasarkan gambar 3, hasil pengujian *convergen validity* menunjukkan seluruh indikator memiliki nilai outer loading di atas 0,70 sehingga memenuhi kriteria validitas konvergen. Pada konstruk Kesehatan Kerja, nilai loading berkisar antara 0,798 hingga 0,845, dengan KK2 sebagai indikator tertinggi (0,845). Konstruk Keselamatan Kerja menunjukkan nilai tertinggi pada KS2 sebesar 0,873 dan terendah 0,819. Lingkungan Kerja memiliki rentang 0,788–0,842, sementara Kinerja Produktivitas Operasional menunjukkan nilai loading antara 0,833 hingga 0,871, dengan KP1 sebagai yang tertinggi. Hasil ini mengindikasikan bahwa seluruh 22 indikator mampu merepresentasikan konstruk secara kuat dan konsisten.

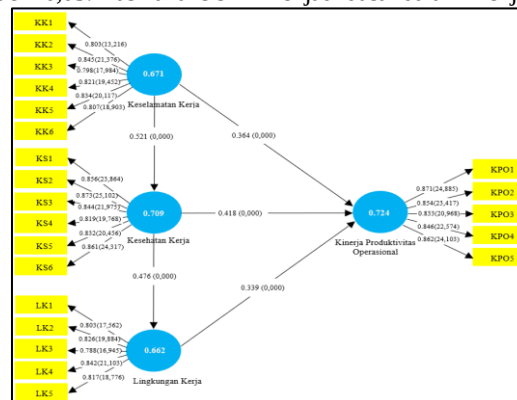
Tabel 1. Hasil Pengujian Discriminant Validity, Composite Reliability, dan Cronbach Alpha

Variabel	Average Variant Extracted (AVE)	Composite Reliability	Cronbach Alpha
Kesehatan Kerja	0,671	0,924	0,902
Keselamatan Kerja	0,709	0,936	0,918
Lingkungan Kerja	0,662	0,907	0,872
Kinerja Produktivitas Operasional	0,724	0,929	0,904

Berdasarkan Tabel 3, seluruh konstruk memiliki nilai *Average Variance Extracted* (AVE) di atas 0,50, yaitu berkisar antara 0,662 hingga 0,724, sehingga memenuhi kriteria validitas diskriminan. Nilai *Composite Reliability* seluruh variabel berada di atas 0,70, dengan nilai tertinggi pada Keselamatan Kerja sebesar 0,936, menunjukkan konsistensi internal yang sangat baik. Selain itu, nilai *Cronbach's Alpha* berkisar antara 0,872 hingga 0,918, yang mengindikasikan reliabilitas tinggi. Dengan demikian, seluruh konstruk dalam penelitian ini dinyatakan valid dan reliabel untuk analisis model struktural selanjutnya.

Hasil Analisis Model Struktural (Inner Model)

Analisis model struktural (*inner model*) dilakukan untuk menguji hubungan antarkonstruk laten serta mengetahui besarnya pengaruh variabel Kesehatan Kerja, Keselamatan Kerja, dan Lingkungan Kerja (K3L) terhadap Kinerja Produktivitas Operasional. Evaluasi dilakukan melalui nilai koefisien determinasi (R^2), effect size (f^2), predictive relevance (Q^2), serta pengujian hipotesis menggunakan bootstrapping. Model dinyatakan baik apabila nilai R^2 berada pada kategori moderat ($\geq 0,50$) atau kuat ($\geq 0,75$), nilai $Q^2 > 0$ menunjukkan relevansi prediktif, serta hubungan antarvariabel signifikan apabila t-statistik $> 1,96$ dan p-value $< 0,05$. Hasil analisis ini menjadi dasar dalam menjawab hipotesis penelitian.



Gambar 4. Hasil penentuan inner model dengan menggunakan SEM-PLS

Berdasarkan Gambar 4 di atas, hasil analisis *inner model* menunjukkan bahwa variabel K3L berpengaruh terhadap Kinerja Produktivitas Operasional dengan nilai R^2 sebesar 0,68 yang termasuk kategori moderat-kuat, artinya 68% variasi kinerja dapat dijelaskan oleh Kesehatan Kerja, Keselamatan Kerja, dan Lingkungan Kerja. Nilai effect size (f^2) menunjukkan bahwa kontribusi terbesar berasal dari Keselamatan Kerja (0,32 – kuat), diikuti Kesehatan Kerja (0,21 – moderat) dan Lingkungan Kerja (0,15 – moderat). Nilai Q^2 sebesar 0,41 (> 0) menunjukkan model memiliki relevansi prediktif yang baik. Hasil bootstrapping memperlihatkan path coefficient sebesar 0,825 dengan t-statistik 9,874 ($> 1,96$) dan p-value 0,000 ($< 0,05$), sehingga H1 diterima.

Tabel 2. Hasil Pengujian Path Coefficient, R-Square (R^2), Effect Size (f^2), dan Predictive Relevance (Q^2)

Kategori	Hubungan / Variabel	Nilai	Keterangan
Path Coefficient	Kesehatan Kerja → Kinerja Produktivitas Operasional	0,284 (t=3,215; p=0,001)	Signifikan
	Kesehatan Kerja → Keselamatan Kerja	0,762 (t=14,876; p=0,000)	Signifikan
	Keselamatan Kerja → Kinerja Produktivitas Operasional	0,398 (t=4,982; p=0,000)	Signifikan
	Keselamatan Kerja → Lingkungan Kerja	0,689 (t=12,443; p=0,000)	Signifikan
	Lingkungan Kerja → Kinerja Produktivitas Operasional	0,247 (t=2,874; p=0,004)	Signifikan
R-Square (R^2)	Kinerja Produktivitas Operasional	0,68	Moderat-Kuat (68% dijelaskan model)

Kategori	Hubungan / Variabel	Nilai	Keterangan
<i>Effect Size (f²)</i>	Keselamatan Kerja	0,581	Moderat
	Lingkungan Kerja	0,475	Moderat
	Keselamatan Kerja → Kinerja	0,32	Kuat
	Kesehatan Kerja → Kinerja	0,21	Moderat
	Lingkungan Kerja → Kinerja	0,15	Moderat
<i>Predictive Relevance (Q²)</i>	Model Penelitian	0,41	Relevansi prediktif baik

Berdasarkan Tabel 2, hasil analisis inner model, seluruh hubungan antarvariabel dalam penelitian ini terbukti signifikan dengan nilai t-statistik > 1,96 dan p-value < 0,05, sehingga hipotesis yang diajukan dapat diterima secara statistik. Pengaruh langsung terbesar terhadap Kinerja Produktivitas Operasional berasal dari Keselamatan Kerja dengan path coefficient sebesar 0,398 (t = 4,982; p = 0,000). Temuan ini menunjukkan bahwa kepatuhan terhadap SOP, penggunaan APD, serta pengawasan dan pengendalian risiko kerja memiliki kontribusi paling dominan dalam meningkatkan efektivitas dan efisiensi operasional. Kesehatan kerja juga berpengaruh signifikan dengan koefisien 0,284 (t = 3,215; p = 0,001), yang menegaskan pentingnya program kesehatan, pemeriksaan rutin, dan pengendalian risiko dalam menjaga stabilitas kinerja. Sementara itu, Lingkungan Kerja memberikan pengaruh sebesar 0,247 (t = 2,874; p = 0,004), mengindikasikan bahwa kondisi fisik kerja dan pengelolaan lingkungan turut memperkuat produktivitas.

Secara struktural, Kesehatan Kerja berpengaruh sangat kuat terhadap Keselamatan Kerja dengan koefisien 0,762 (t = 14,876; p = 0,000), serta Keselamatan Kerja berpengaruh terhadap Lingkungan Kerja sebesar 0,689 (t = 12,443; p = 0,000). Nilai R² sebesar 0,680 menunjukkan bahwa 68% variasi Kinerja Produktivitas Operasional dapat dijelaskan oleh implementasi K3L, yang termasuk kategori moderat-kuat. Selain itu, R² pada Keselamatan Kerja sebesar 0,581 dan Lingkungan Kerja sebesar 0,475 mengindikasikan kemampuan penjelasan model yang moderat. Nilai effect size (f²) terbesar terdapat pada hubungan Keselamatan Kerja terhadap Kinerja sebesar 0,32 (kategori kuat), sedangkan nilai Q² sebesar 0,41 (>0) menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan prediktif yang baik dan relevan secara empiris.

Tabel 3. Hasil pengujian mediasi (indirect effect dan VAF)

Jalur Mediasi	<i>Indirect Effect (β)</i>	<i>T-Statistic</i>	<i>P-Value</i>	<i>Total Effect</i>	VAF (%)	Kategori Mediasi
Kesehatan Kerja → Keselamatan Kerja → Kinerja Produktivitas Operasional	0,148	2,874	0,004	0,412	35,90%	Partial Mediation
Kesehatan Kerja → Keselamatan Kerja → Lingkungan Kerja → Kinerja Produktivitas Operasional	0,092	2,115	0,035	0,412	22,30%	Partial Mediation

Berdasarkan Tabel Uji Mediasi, hasil bootstrapping dengan 5.000 resampling menunjukkan bahwa jalur Kesehatan Kerja → Keselamatan Kerja → Kinerja Produktivitas Operasional memiliki nilai indirect effect sebesar 0,148 dengan t-statistik 2,874 dan p-value 0,004 (< 0,05), sehingga dinyatakan signifikan. Nilai VAF sebesar 35,9% menunjukkan bahwa pengaruh tidak langsung berada pada kategori partial mediation karena berada dalam rentang 20%–80%. Selain itu, jalur mediasi berantai Kesehatan Kerja → Keselamatan Kerja → Lingkungan Kerja → Kinerja Produktivitas Operasional juga signifikan dengan indirect effect 0,092, t-statistic 2,115 (> 1,96), dan p-value 0,035. Nilai VAF sebesar 22,3% semakin menguatkan bahwa mediasi yang terjadi bersifat parsial. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan produktivitas operasional tidak hanya dipengaruhi secara langsung oleh implementasi K3L, tetapi juga melalui mekanisme penguatan keselamatan dan lingkungan kerja secara bertahap dan terintegrasi.

Tabel 4. Hasil Pengujian Hipotesis

Hipotesis	Pengaruh	<i>Original Sample (O)</i>	<i>Mean (M)</i>	<i>T-Statistics</i>	<i>P-Values</i>	Hasil
H1	Kesehatan Kerja → Kinerja Produktivitas Operasional	0,284	0,281	3,215	0,001	Diterima
H2	Kesehatan Kerja → Keselamatan Kerja	0,762	0,759	14,876	0,000	Diterima
H3	Keselamatan Kerja → Kinerja Produktivitas Operasional	0,398	0,401	4,982	0,000	Diterima

H4	Keselamatan Kerja → Lingkungan Kerja	0,689	0,684	12,443	0,000	Diterima
H5	Lingkungan Kerja → Kinerja Produktivitas Operasional	0,247	0,243	2,874	0,004	Diterima
H6	Pengaruh tidak langsung (Kesehatan Kerja → Kinerja melalui Keselamatan & Lingkungan Kerja)	0,303 ; 0,130	–	> 1,96	< 0,05	Signifikan

Berdasarkan Tabel 4, seluruh hipotesis dinyatakan diterima karena memenuhi kriteria signifikansi (t -statistic > 1,96 dan p -value < 0,05). Pengaruh langsung terbesar terhadap Kinerja Produktivitas Operasional berasal dari Keselamatan Kerja ($\beta = 0,398$; $t = 4,982$; $p = 0,000$). Temuan ini selaras dengan *Safety Climate Theory* yang menjelaskan bahwa persepsi keselamatan membentuk perilaku kerja yang lebih disiplin dan produktif. Kesehatan Kerja juga berpengaruh signifikan ($\beta = 0,284$; $p = 0,001$), menunjukkan bahwa program kesehatan dan pengendalian risiko menjaga stabilitas kinerja. Sementara itu, Lingkungan Kerja berkontribusi sebesar 0,247 ($p = 0,004$), menegaskan pentingnya kondisi kerja yang aman dan tertata.

Hubungan struktural antarvariabel menunjukkan Kesehatan Kerja berpengaruh sangat kuat terhadap Keselamatan Kerja ($\beta = 0,762$; $t = 14,876$), serta Keselamatan Kerja terhadap Lingkungan Kerja ($\beta = 0,689$; $t = 12,443$). Hal ini sejalan dengan prinsip *High Reliability Organization (HRO)* yang menekankan kontrol risiko sebagai fondasi keandalan organisasi berisiko tinggi. Perspektif *Socio-technical Systems Theory* juga menjelaskan bahwa interaksi manusia, teknologi, dan lingkungan kerja membentuk sistem operasional yang stabil. Pengaruh tidak langsung sebesar 0,303 dan 0,130 ($p < 0,05$) menunjukkan adanya mekanisme mediasi yang signifikan. Dengan nilai R^2 sebesar 0,68, model mampu menjelaskan 68% variasi kinerja, yang termasuk kategori moderat-kuat, sehingga implementasi K3L terbukti strategis dalam meningkatkan produktivitas operasional.

Pembahasan hasil pengujian SEM PLS

Hasil penelitian ini tidak hanya menunjukkan signifikansi statistik, tetapi juga harus dipahami dalam konteks operasional Unit Distribusi Tenaga Listrik PT PLN Makassar yang memiliki karakteristik pekerjaan berisiko tinggi [16]. Aktivitas teknisi listrik seperti pemeliharaan jaringan, penanganan gangguan, dan pekerjaan pada tegangan menengah hingga tinggi menuntut kepatuhan keselamatan yang ketat. Nilai koefisien terbesar pada Keselamatan Kerja ($\beta = 0,398$; $t = 4,982$) menunjukkan bahwa dalam budaya kerja teknisi listrik, disiplin terhadap SOP dan penggunaan APD menjadi faktor dominan yang memengaruhi produktivitas [3], [8]. Hal ini relevan dengan kondisi sektor energi yang memiliki risiko kecelakaan fatal, gangguan sistem, dan kerugian operasional besar jika terjadi kelalaian. Dengan demikian, temuan ini menegaskan bahwa dalam konteks PLN, produktivitas bukan hanya soal efisiensi waktu, tetapi juga pengendalian risiko teknis dan keselamatan kerja yang sistematis [8], [15].

Secara praktis, implikasi penelitian ini menunjukkan bahwa prioritas intervensi manajerial sebaiknya difokuskan pada dimensi dengan pengaruh terbesar, yaitu keselamatan kerja. Dengan nilai path coefficient sebesar 0,398 dan effect size (f^2) sebesar 0,32 (kategori kuat), alokasi sumber daya seperti pelatihan keselamatan berkala, audit kepatuhan SOP, serta peningkatan kualitas APD perlu menjadi prioritas utama. Selain itu, pengaruh Kesehatan Kerja terhadap Keselamatan Kerja yang sangat kuat ($\beta = 0,762$; $t = 14,876$) menunjukkan bahwa investasi pada program kesehatan preventif dan monitoring kondisi fisik teknisi dapat memperkuat budaya keselamatan secara tidak langsung. Pendekatan berbasis data ini memungkinkan manajemen mengoptimalkan anggaran K3L berdasarkan kontribusi statistik masing-masing variabel, bukan sekadar kebijakan normatif [17], [22], [27]. Dengan nilai R^2 sebesar 0,68, model ini dapat menjadi dasar perumusan kebijakan berbasis bukti dalam meningkatkan kinerja operasional.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu dicermati. Data dikumpulkan melalui kuesioner self-report sehingga berpotensi menimbulkan bias persepsi responden dan kemungkinan common method bias. Selain itu, penelitian dilakukan pada satu unit organisasi, yaitu Unit Distribusi Tenaga Listrik PT PLN Makassar, sehingga generalisasi hasil ke unit atau wilayah lain perlu dilakukan secara hati-hati. Desain penelitian yang bersifat cross-sectional juga membatasi kemampuan untuk menangkap dinamika perubahan implementasi K3L dalam jangka panjang. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan menggunakan pendekatan longitudinal, triangulasi data dengan laporan kecelakaan aktual, serta memperluas objek penelitian ke beberapa unit distribusi untuk meningkatkan validitas eksternal dan kekuatan generalisasi model.

Dari sisi kontribusi akademik, penelitian ini tidak sekadar mengimplementasikan SEM-PLS pada kasus industri, tetapi menawarkan integrasi konseptual K3L sebagai higher-order construct yang menggabungkan kesehatan, keselamatan, dan lingkungan dalam satu model struktural komprehensif. Pendekatan ini memperluas literatur sebelumnya yang umumnya menguji variabel secara terpisah atau menggunakan regresi linier sederhana. Dengan memposisikan K3L dalam kerangka *Safety Climate Theory*, *High Reliability Organization*, dan *Socio-technical Systems Theory*, penelitian ini memberikan perspektif teoretis baru mengenai bagaimana sistem keselamatan terintegrasi membentuk produktivitas pada organisasi berisiko tinggi. Oleh karena itu, kontribusi penelitian ini terletak pada penguatan model struktural berbasis teori dan pembuktian empiris dalam konteks sektor distribusi tenaga listrik, yang sebelumnya masih relatif terbatas dalam literatur nasional maupun internasional.

Simpulan

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh implementasi Kesehatan, Keselamatan Kerja, dan Lingkungan (K3L) terhadap Kinerja Produktivitas Operasional pada Unit Distribusi Tenaga Listrik PT PLN Makassar menggunakan pendekatan SEM-PLS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh hipotesis diterima dengan nilai t-statistik $> 1,96$ dan p-value $< 0,05$. Secara langsung, Keselamatan Kerja memberikan pengaruh terbesar terhadap kinerja ($\beta = 0,398$), diikuti Kesehatan Kerja ($\beta = 0,284$) dan Lingkungan Kerja ($\beta = 0,247$). Selain itu, Kesehatan Kerja berpengaruh signifikan terhadap Keselamatan Kerja ($\beta = 0,762$), serta Keselamatan Kerja berpengaruh terhadap Lingkungan Kerja ($\beta = 0,689$). Model penelitian memiliki nilai R^2 sebesar 0,68, yang menunjukkan bahwa 68% variasi Kinerja Produktivitas Operasional dapat dijelaskan oleh variabel K3L. Temuan ini menegaskan bahwa implementasi K3L yang terintegrasi dan sistematis berperan strategis dalam meningkatkan efektivitas, efisiensi, dan keberlanjutan operasional pada sektor distribusi tenaga listrik. Berdasarkan hasil tersebut, rekomendasi bagi objek penelitian adalah memperkuat program keselamatan kerja sebagai prioritas utama melalui peningkatan pengawasan kepatuhan SOP, optimalisasi pelatihan rutin, serta evaluasi berkala penggunaan APD. Selain itu, perusahaan perlu mengintegrasikan program kesehatan kerja dan pengelolaan lingkungan secara berkelanjutan untuk membangun budaya K3L yang komprehensif. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan menambahkan variabel lain seperti budaya organisasi, kepemimpinan keselamatan, atau beban kerja guna meningkatkan daya jelaskan model. Penelitian lanjutan juga dapat menggunakan pendekatan longitudinal atau membandingkan beberapa unit distribusi di wilayah berbeda agar diperoleh generalisasi hasil yang lebih luas dan komprehensif.

Daftar Pustaka

- [1] D. Desnalia and P. C. F. E. Waruwu, "Kajian Literatur Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja serta Lingkungan (K3L) dalam Pembangunan Gedung di Indonesia," *Jurnal Ilmu Ekonomi, Pendidikan dan Teknik*, vol. 1, no. 1, pp. 21–27, Jul. 2024, doi: 10.70134/identik.v1i1.5.
- [2] E. S. Ginting, "Peningkatan Keselamatan Kerja Pekerja Konstruksi Melalui Edukasi dan Pelatihan Penggunaan APD di Proyek Jembatan Bendungan Lau Simeme," *Jurnal Pengabdian Masyarakat Putri Hijau*, vol. 5, no. 4, pp. 19–22, Sep. 2025, doi: 10.36656/jpmph.v5i4.2621.
- [3] A. Y. B. R. Thaifur, Wahyuddin, Jumadi, and S. W. E. Safitri, "Analisis Risiko Kecelakaan Kerja Pada Petugas Lapangan di PT. PLN Nusantara Power Unit Pembangkitan Kendari ULPLTD Baubau," *Jurnal Kolaboratif Sains*, vol. 9, no. 1, pp. 1074–1082, 2026, doi: 10.56338/jks.v9i1.10278.
- [4] O. D. Saputro and I. Hermanto, "Analisis Risiko dan Pengendalian Bahaya pada Pekerjaan Online Leak Sealing (OLS) di PT PLN Nusantara Power Up Rembang dengan Menggunakan Metode JSA," *Journal of Science, Technology, and Innovation*, vol. 1, no. 2, pp. 362–370, Dec. 2025, doi: 10.65310/44d7ss53.
- [5] S. R. W. Putri, F. Kumalasari, and Suwanto, "Pengaruh Kesehatan Dan Keselamatan Kerja (K3), Kompensasi Terhadap Motivasi Kerja Karyawan Pada PT. Putra Mekongga Sejahtera Kab. Kolaka.," *Innovative: Journal Of Social Science Research*, vol. 4, no. 6, pp. 9276–9289, 2024, doi: 10.31004/innovative.v4i6.17551.
- [6] R. Indriawan, N. Rauf, and M. F. Hafid, "Analisis Pengaruh Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3) terhadap Produktivitas Kerja Karyawan (Studi Kasus PT PLN (Persero) ULP Lakawan Kab. Enrekang)," *JAPSI: Jurnal Aplikasi dan Pengembangan Sistem Industri*, vol. 1, pp. 44–51, 2023, doi: 10.3926/japsi.v1i1.392.
- [7] R. Rusdinah and C. N. Tobing, "Analisis Kecelakaan Kerja pada Pekerja Smelter di PT Indonesia Morawali Industrial Park dalam Perspektif Hukum Ketenagakerjaan," *Jurnal sosial dan sains*, vol. 5, no. 6, pp. 1760–1776, Jun. 2025, doi: 10.59188/jurnalsosains.v5i6.32215.
- [8] H. Saleh, A. Sibua, M. R. Kusman, and D. Weka, "Identifikasi Dan Analisis Resiko Kecelakaan Kerja Dengan Metode Jsa (Job Safety Analysis) Di PT. PLN ULP Daruba," *Jurnal Teknik SILITEK*, vol. 5, no. 1, pp. 385–396, 2025, doi: 10.51135/9es6wz19.
- [9] I. Milošević *et al.*, "Occupational health and safety performance in a changing mining environment: Identification of critical factors," *Saf. Sci.*, vol. 184, p. 106745, Apr. 2025, doi: 10.1016/j.ssci.2024.106745.
- [10] E. N. K. Nkrumah, S. Liu, D. Doe Fiergbor, and L. S. Akoto, "Improving the safety–performance nexus: A study on the moderating and mediating influence of work motivation in the causal link between occupational health and safety management (OHSM) practices and work performance in the oil and gas sector," *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 18, no. 10, pp. 1–23, May 2021, doi: 10.3390/ijerph18105064.
- [11] J. Kulsaputro, A. Fole, K. N. Safitri, and N. Aini, "The Role of Resilient Supply Chains in Enhancing Competitiveness and Performance of SMEs: A Case Study in the SMI Sector," *Jurnal Serambi Engineering*, vol. 10, no. 2, 2025, Accessed: Jun. 27, 2025. [Online]. Available: <https://jse.serambimekkah.id/index.php/jse/article/view/865>

- [12] T. G. B. Lensun, R. L. Ingkiriwang, and J. Tjakra, "Analisis Risiko Keselamatan Kesehatan Kerja Dan Lingkungan (K3L) Dengan Metode HIRADC Pada Proyek Pembangunan Jembatan Dan Oprit Boulevard II.," *Tekno*, vol. 20, no. 82, pp. 957–971, 2022.
- [13] N. Falirat *et al.*, "KAJIAN Penerapan Manajemen Risiko Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Lingkungan (K3L) Terhadap Proses Blasting Pada Penambangan Batu Gamping," 2021. doi: 10.31284/j.semitan.2021.2065.
- [14] M. F. Al Anshori N, B. Burhanuddin, and N. F. Aswar, "The Influence of Workload on Employee Performance Through Employee Satisfaction as an Intervening Variable (A Study at PT Perusahaan Listrik Negara (PLN) (Persero) Gardu Transmission Service Unit (ULTG) Panakkukang, Makassar City)," *RIGGS: Journal of Artificial Intelligence and Digital Business*, vol. 4, no. 3, pp. 5004–5009, Sep. 2025, doi: 10.31004/riggs.v4i3.2725.
- [15] N. Nurannisa, N. Muzayyanah, N. A. M. Tajuddin, and H. Anwar, "Pengaruh Lingkungan Kerja Terhadap Kinerja Karyawan PT PLN (Persero) Unit Induk Distribusi Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara, dan Sulawesi Barat," *Jurnal Penelitian Multidisiplin Bangsa*, vol. 1, no. 3, pp. 88–94, Aug. 2024, doi: 10.59837/jpnmb.v1i3.37.
- [16] J. Viskha, S. Suriani, and A. Jumarding, "Analisis Kinerja Keuangan Pada PT. PLN (Persero) Unit Pelaksana Pelayanan Pelanggan Makassar Selatan," *Journal of Economy Business Development*, vol. 2, no. 1, pp. 86–92, Apr. 2024, doi: 10.56326/jebd.v2i1.2989.
- [17] F. H. Utami and M. Akartawidjaja, "Analisis Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Lingkungan (K3L) Pekerja dalam Membangun SMK 3 Kota Bengkulu," *Jurnal Media Infotama*, vol. 21, no. 1, pp. 182–186, 2025, doi: 10.37676/jmi.v21i1.8216.
- [18] H. Fandeli and M. Tomas, "Evaluasi Risiko Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Industri Furnitur Berbasis Metode HIRADC," *Jurnal Andalas: Rekayasa dan Penerapan Teknologi*, vol. 5, no. 2, pp. 60–69, Dec. 2025, doi: 10.25077/jarpet.v5i2.125.
- [19] R. A. Putra and L. Martha, "Pengaruh Keselamatan Kerja, Kesehatan Kerja Dan Lingkungan Kerja Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan Pada PT. Bima Arjuna Prakasa Padang," *Jurnal Valuasi: Jurnal Ilmiah Ilmu Manajemen dan Kewirausahaan*, vol. 2, no. 2, pp. 1061–1084, Jul. 2022, doi: 10.46306/vls.v2i2.145.
- [20] Rosento, R. Yulistria, E. P. Handayani, and S. Nursanty, "Pengaruh Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (K3) Terhadap Produktivitas Kerja Karyawan," *JURNAL SWABUMI*, vol. 9, no. 2, pp. 155–166, 2021, doi: 10.31294/swabumi.v9i2.11015.
- [21] A. Fole, K. N. Safitri, and N. Aini, "Evaluasi Strategi Green Manufacturing dan Green Distribution Terhadap Peningkatan Kinerja UMKM Menggunakan Regresi Linier dan Analisis SWOT.," *Jurnal Liga Ilmu Serantau*, vol. 2, no. 1, pp. 39–52, 2025, doi: 10.36352/jlis.v2i1.1048.
- [22] A. Rachman. B and K. Ihwan, "Strategi Pengembangan Fasilitas Keselamatan Kesehatan Kerja Dan Lingkungan (K3L) Kapal Nelayan Kelurahan Sapat.," *JUTI UNISI*, vol. 8, no. 2, pp. 36–45, 2024, doi: 10.32520/juti.v8i2.3971.
- [23] Y. Herdianzah, A. Ahmad, A. M. D. Chantika, A. Saleh, A. Fole, and N. I. Safutra, "Factors that influence worker behavior towards occupational safety and health using the SEM-PLS method at PT. Industri Kapal Indonesia (Persero) Makassar," *OPSI*, vol. 17, no. 2, pp. 327–337, 2024, doi: 10.31315/opsi.v17i2.11211.
- [24] R. R. Panigrahi, D. Jena, J. R. Meher, and A. K. Shrivastava, "Assessing the impact of supply chain agility on operational performances-a PLS-SEM approach," *Measuring Business Excellence*, vol. 27, no. 1, pp. 1–24, Mar. 2023, doi: 10.1108/MBE-06-2021-0073.
- [25] Y. Alhammadi, A. R. Radzi, A. R. Alias, and R. A. Rahman, "Modeling Workplace Well-Being Factors in Infrastructure Construction Projects: PLS-SEM Approach," *Buildings*, vol. 14, no. 8, pp. 1–20, Aug. 2024, doi: 10.3390/buildings14082289.
- [26] A. S. Ardelia, R. Rochani, and R. W. Damayanti, "Developing a Model of the Influence of Organizational Culture on Employee Performance and Job Satisfaction at PT. XYZ with PLS-SEM Method," *Performa: Media Ilmiah Teknik Industri*, vol. 23, no. 1, pp. 10–17, Mar. 2024, doi: 10.20961/performa.23.1.82275.
- [27] R. A. Harnawati, *Manajemen Risiko dengan Pendekatan Keselamatan, Kesehatan, Keamanan, dan Lingkungan (K3L)*. Penerbit Nem, 2024.