



DOI: <https://doi.org/10.38035/jmpis.v7i2>
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Integrasi Teknologi Digital dan *Green Transportation* dalam Rantai Pasok Berkelanjutan: Studi pada PT Pos Indonesia (Persero)

Sandy Noviandy^{1*}, Melia Eka Lestiani², Maniah³

¹Universitas Logistik dan Bisnis Internasional, Bandung, Indonesia, sandy.plita@gmail.com

²Universitas Logistik dan Bisnis Internasional, Bandung, Indonesia, meliaeaka@ulbi.ac.id

³Universitas Logistik dan Bisnis Internasional, Bandung, Indonesia, maniah@ulbi.ac.id

*Corresponding Author: sandy.plita@gmail.com

Abstract: Digital transformation and sustainability demands encourage logistics companies to integrate Digital technology, human resource (HR) competency, and Green transportation in distribution management. PT Pos Indonesia (Persero) is required to improve the efficiency of transportation operations to realize sustainable supply chain distribution. This study analyzes the influence of digital technology, HR competency, and green transportation on sustainable supply chain distribution, both directly and through transportation operation efficiency as a mediating variable. The study used a quantitative approach with a survey method of 100 employees of the Operations Division of PT Pos Indonesia (Persero) at SPP Bandung. Data analysis was performed using Structural Equation Modeling based on Partial Least Squares (PLS-SEM). The results showed that digital technology had no significant effect on transportation operation efficiency ($\beta = 0.036$; $p > 0.05$), while HR competency ($\beta = 0.582$; $p < 0.05$) and Green transportation ($\beta = 0.305$; $p < 0.05$) had a positive and significant effect. Digital technology ($\beta = 0.450$; $p < 0.05$) and Green transportation ($\beta = 0.319$; $p < 0.05$) significantly influence sustainable supply chain distribution, while human resource competency does not have a significant direct effect ($\beta = 0.156$; $p > 0.05$). Transportation operational efficiency significantly influences sustainable supply chain distribution ($\beta = 0.403$; $p < 0.05$) and mediates the influence of human resource competency and Green transportation, but does not mediate the influence of digital technology.

Keywords: Sustainable Supply Chain Distribution, Transportation Operational Efficiency, Green Transportation, Human Resource Competence, Digital Technology

Abstrak: Transformasi digital dan tuntutan keberlanjutan mendorong perusahaan logistik mengintegrasikan teknologi digital, kompetensi sumber daya manusia (SDM), dan *green transportation* dalam pengelolaan distribusi. PT Pos Indonesia (Persero) dituntut meningkatkan efisiensi operasi transportasi guna mewujudkan distribusi rantai pasok berkelanjutan. Penelitian ini menganalisis pengaruh teknologi digital, kompetensi SDM, dan *green transportation* terhadap distribusi rantai pasok berkelanjutan, baik secara langsung maupun melalui efisiensi operasi transportasi sebagai variabel mediasi. Penelitian

menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei terhadap 100 pegawai Divisi Operasi PT Pos Indonesia (Persero) di SPP Bandung. Analisis data dilakukan menggunakan *Structural Equation Modeling* berbasis *Partial Least Squares* (PLS-SEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi digital tidak berpengaruh signifikan terhadap efisiensi operasi transportasi ($\beta = 0,036$; $p > 0,05$), sedangkan kompetensi SDM ($\beta = 0,582$; $p < 0,05$) dan *green transportation* ($\beta = 0,305$; $p < 0,05$) berpengaruh positif dan signifikan. Teknologi digital ($\beta = 0,450$; $p < 0,05$) dan *green transportation* ($\beta = 0,319$; $p < 0,05$) berpengaruh signifikan terhadap distribusi rantai pasok berkelanjutan, sementara kompetensi SDM tidak berpengaruh langsung signifikan ($\beta = 0,156$; $p > 0,05$). Efisiensi operasi transportasi berpengaruh signifikan terhadap distribusi rantai pasok berkelanjutan ($\beta = 0,403$; $p < 0,05$) serta memediasi pengaruh kompetensi SDM dan *green transportation*, namun tidak memediasi pengaruh teknologi digital.

Kata Kunci: Teknologi Digital, Kompetensi SDM, *Green Transportation*, Efisiensi Operasi Transportasi, Distribusi Rantai Pasok Berkelanjutan

PENDAHULUAN

Transformasi digital telah menjadi kebutuhan fundamental dalam sistem logistik global pada era Revolusi Industri 4.0 dan *Society 5.0*. Kompleksitas rantai pasok yang semakin tinggi, tuntutan kecepatan distribusi, efisiensi biaya, serta transparansi proses logistik mendorong perusahaan untuk mengadopsi teknologi digital secara masif. *World Economic Forum* (2020) melaporkan bahwa lebih dari 65% perusahaan logistik global telah mengimplementasikan teknologi digital seperti *Internet of Things* (IoT), kecerdasan buatan (*Artificial Intelligence/AI*), dan *Big Data Analytics* untuk meningkatkan kinerja distribusi dan visibilitas rantai pasok. Digitalisasi tidak hanya menjadi alat operasional, tetapi telah berkembang menjadi strategi utama dalam menciptakan sistem logistik yang efisien, adaptif, dan berkelanjutan.

Dalam konteks logistik modern, digitalisasi tidak terbatas pada pengelolaan gudang dan pelacakan barang, melainkan memiliki keterkaitan langsung dengan pengelolaan dan Efisiensi operasi transportasi. Pemanfaatan teknologi seperti GPS berbasis real-time tracking, sistem manajemen armada berbasis AI, optimasi rute otomatis, serta integrasi data lintas moda transportasi (darat, laut, dan udara) memungkinkan perusahaan meningkatkan ketepatan waktu pengiriman, menekan biaya operasional, serta mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon. Dengan demikian, teknologi digital menjadi enabler utama dalam mendukung *green transportation* dan mewujudkan distribusi rantai pasok yang berkelanjutan.

PT Pos Indonesia (Persero) sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN) tertua di sektor jasa pos, kurir, dan logistik memiliki peran strategis dalam ekosistem distribusi nasional. Perusahaan ini tidak hanya dituntut untuk menjaga keberlanjutan bisnis, tetapi juga menjalankan fungsi pelayanan publik yang menjangkau seluruh wilayah Indonesia, termasuk daerah terpencil dan tertinggal. Dalam beberapa tahun terakhir, PT Pos Indonesia (Persero) telah mulai mengimplementasikan berbagai inisiatif digital seperti aplikasi PosAja dan sistem pelacakan digital. Namun demikian, transformasi menuju organisasi logistik modern berbasis teknologi masih menghadapi berbagai kendala, khususnya dalam penyelarasan antara teknologi digital, kompetensi sumber daya manusia (SDM), dan efisiensi operasi transportasi.

Permasalahan krusial terlihat pada aspek efisiensi operasi transportasi. Hingga saat ini, pemanfaatan teknologi digital pada moda transportasi PT Pos Indonesia (Persero) masih didominasi oleh penggunaan GPS sebagai alat pelacakan armada, yang belum dimanfaatkan secara optimal sebagai dasar pengambilan keputusan strategis. Sistem tersebut belum sepenuhnya mendukung optimasi rute, integrasi multimoda transportasi, pengaturan kapasitas armada, maupun penjadwalan pengiriman berbasis data prediktif. Padahal, perkembangan

teknologi seperti *fleet management system* berbasis AI, *real-time logistics dashboard*, dan algoritma prediktif memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi dan keandalan layanan. Dampak dari keterbatasan tersebut tercermin dari tingkat keterlambatan pengiriman yang menurut Laporan Tahunan PT Pos Indonesia (Persero) (2022) masih berada di atas 15% pada kuartal pertama.

Selain aspek teknologi, kompetensi SDM menjadi faktor penentu keberhasilan transformasi digital logistik. Implementasi teknologi digital yang canggih tidak akan memberikan manfaat optimal tanpa dukungan SDM yang memiliki kemampuan analitis, literasi digital, serta pemahaman terhadap sistem transportasi dan rantai pasok. Keterbatasan kompetensi SDM dalam mengoperasikan dan memanfaatkan sistem digital menyebabkan pemanfaatan teknologi belum maksimal, terutama dalam pengambilan keputusan strategis terkait efisiensi operasi transportasi. Kondisi ini semakin diperberat oleh tantangan geografis Indonesia serta ketimpangan infrastruktur transportasi antarwilayah, yang berdampak pada tingginya biaya distribusi logistik, khususnya di daerah terpencil.

Di sisi lain, tuntutan terhadap distribusi rantai pasok yang berkelanjutan semakin menguat. Konsep sustainable supply chain menekankan keseimbangan antara kinerja ekonomi, tanggung jawab sosial, dan kelestarian lingkungan (*triple bottom line*) (Elkington, 2017). Dalam konteks logistik, *Green transportation* menjadi elemen kunci dalam mengurangi konsumsi energi dan emisi karbon, sebagaimana ditegaskan oleh Carter dan Rogers (2018) bahwa pengelolaan moda transportasi berperan signifikan dalam pencapaian green logistics. PT Pos Indonesia (Persero) memiliki komitmen untuk menyediakan layanan yang tidak hanya cepat dan terjangkau, tetapi juga ramah lingkungan dan bertanggung jawab secara sosial, sejalan dengan agenda pembangunan berkelanjutan nasional.

Sejumlah penelitian sebelumnya telah mengkaji transformasi digital dalam *supply chain* (Ivanov et al., 2019; Bag et al., 2021) serta peran digitalisasi dalam meningkatkan efisiensi logistik. Namun, masih terdapat keterbatasan penelitian yang secara spesifik menganalisis pengaruh teknologi digital dan kompetensi SDM terhadap efisiensi operasi transportasi, terutama dalam konteks perusahaan logistik milik negara. Selain itu, kajian yang mengintegrasikan aspek teknologi digital, kompetensi SDM, dan *green transportation* serta dampaknya terhadap distribusi rantai pasok yang berkelanjutan masih relatif terbatas. Studi Prasetyo dan Basuki (2021) menunjukkan bahwa digitalisasi logistik mampu meningkatkan efisiensi apabila didukung oleh kompetensi SDM yang memadai, namun belum mengkaji secara komprehensif keterkaitan variabel tersebut dengan efisiensi operasi transportasi dan keberlanjutan rantai pasok.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini menjadi penting dan relevan untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh teknologi digital, kompetensi SDM, dan *green transportation* terhadap efisiensi operasi transportasi serta dampaknya terhadap distribusi rantai pasok yang berkelanjutan pada PT Pos Indonesia (Persero). Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi teoretis dalam pengembangan literatur logistik dan *supply chain* berkelanjutan, serta kontribusi praktis sebagai model evaluasi dan rekomendasi strategis bagi transformasi digital dan Efisiensi operasi transportasi di BUMN logistik, sekaligus menjadi dasar perumusan kebijakan digitalisasi logistik nasional.

Berdasarkan latar belakang dan identifikasi masalah yang telah dipaparkan, maka tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a) Pengaruh teknologi digital terhadap efisiensi operasi transportasi pada PT Pos Indonesia (Persero).
- b) Pengaruh kompetensi sumber daya manusia (SDM) terhadap efisiensi operasi transportasi pada PT Pos Indonesia (Persero).
- c) Pengaruh *green transportation* terhadap efisiensi operasi transportasi pada PT Pos Indonesia (Persero).

- d) Pengaruh teknologi digital terhadap distribusi rantai pasok yang berkelanjutan pada PT Pos Indonesia (Persero).
- e) Pengaruh kompetensi sumber daya manusia (SDM) terhadap distribusi rantai pasok yang berkelanjutan pada PT Pos Indonesia (Persero).
- f) Pengaruh *green transportation* terhadap distribusi rantai pasok yang berkelanjutan pada PT Pos Indonesia (Persero).
- g) Pengaruh efisiensi operasi transportasi terhadap distribusi rantai pasok yang berkelanjutan pada PT Pos Indonesia (Persero).
- h) Pengaruh teknologi digital terhadap distribusi rantai pasok yang berkelanjutan melalui efisiensi operasi transportasi pada PT Pos Indonesia (Persero).
- i) Pengaruh kompetensi SDM terhadap distribusi rantai pasok yang berkelanjutan melalui efisiensi operasi transportasi pada PT Pos Indonesia (Persero).
- j) Pengaruh *Green transportation* terhadap distribusi rantai pasok yang berkelanjutan melalui Efisiensi operasi transportasi pada PT Pos Indonesia (Persero)

METODE

Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif yang bersifat sistematis, terencana, dan terstruktur sejak awal hingga penyusunan desain penelitian. Menurut Sugiyono (2020), metode kuantitatif berlandaskan pada filsafat positivisme, digunakan untuk meneliti populasi atau sampel tertentu dengan pengumpulan data melalui instrumen penelitian dan analisis statistik guna menguji hipotesis. Jenis penelitian yang digunakan adalah deskriptif dan kausal; penelitian deskriptif bertujuan menggambarkan nilai variabel secara mandiri, sedangkan penelitian kausal meneliti hubungan sebab-akibat antarvariabel (Sugiyono, 2020). Penelitian ini juga bersifat *cross-sectional* karena pengumpulan data dilakukan satu kali pada satu periode tertentu (Indrawan & Yaniawati, 2017).

Populasi dan Sampel

Populasi adalah keseluruhan subjek atau objek penelitian yang memiliki karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya (Sugiyono, 2020). Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pegawai Divisi Operasi PT Pos Indonesia (Persero) yang terlibat langsung dalam pengelolaan moda transportasi logistik, pemanfaatan teknologi digital, penerapan *green transportation*, serta distribusi rantai pasok pada Sentral Pelayanan Pos (SPP) Bandung. Jumlah populasi penelitian ini sebanyak 100 orang. Populasi tersebut menjadi dasar dalam penentuan sampel penelitian yang mewakili karakteristik responden sesuai dengan tujuan penelitian.

Sampel adalah bagian dari populasi yang dianggap dapat mewakili keseluruhan populasi penelitian (Sugiyono, 2020). Karena jumlah populasi pegawai Divisi Operasi PT Pos Indonesia (Persero) sangat besar dan sulit dijangkau seluruhnya, penelitian ini menggunakan teknik *sampling* untuk memperoleh data yang lebih efisien. Dengan memperhatikan jumlah populasi yang relatif kecil, penelitian ini direncanakan menggunakan teknik sensus (*total sampling*) dengan menyebarkan kuesioner kepada seluruh anggota populasi sebanyak 100 orang.

Pengumpulan Data dan Sumber Data

a) Teknik Pengumpulan Data

Adapun teknik pengumpulan data yang digunakan penulis adalah kuesioner. Menurut Sugiyono (2020: 230), kuesioner adalah teknik pengumpulan data dengan cara peneliti memberikan pertanyaan yang tertulis untuk dijawab oleh responden. Dalam penelitian ini, peneliti melakukan pembagian kuesioner secara langsung. Dengan demikian, peneliti akan

menggunakan Google Form sebagai media kuesioner yang akan disebarluaskan kepada responden.

b) Sumber Data

Sumber data yang digunakan oleh penulis dalam penelitian ini adalah data primer. Menurut Sugiyono (2020: 456) data primer adalah sumber data yang langsung memberikan data kepada pengumpul data. Data dikumpulkan sendiri oleh peneliti langsung dari sumber pertama atau tempat objek penelitian dilakukan. Media untuk penyebaran kuesioner ini melalui Google Form, dan hasil dari responden diolah, yang kemudian akan mendapatkan hasil jawaban dan kesimpulan dalam penelitian ini.

c) Pengendalian *Common Method Bias* (CMB)

Mengingat seluruh data dikumpulkan menggunakan instrumen kuesioner yang sama dan sumber responden yang homogen, potensi *Common Method Bias* (CMB) menjadi perhatian metodologis. Oleh karena itu, penelitian ini melakukan pengendalian CMB secara prosedural dengan penyusunan item pertanyaan yang jelas, penggunaan skala pengukuran yang konsisten, serta jaminan anonimitas responden untuk meminimalkan bias persepsi dan kecenderungan jawaban sosial (*social desirability bias*).

Teknik Analisis Data

a) Uji Validitas dan Reliabilitas

Penelitian ini menggunakan kuesioner sebagai alat pengumpulan data yang diuji validitas dan reliabilitasnya dengan program SmartPLS 4.0. Uji validitas dilakukan melalui convergent validity, dengan melihat nilai loading factor $\geq 0,70$ (atau 0,5–0,6 untuk penelitian tahap awal) (Ghozali & Latan, 2020). Uji reliabilitas menggunakan Cronbach's Alpha dan Composite Reliability, dengan nilai $\alpha > 0,6$ menunjukkan reliabilitas (Ghozali & Latan, 2020). Analisis outer model digunakan untuk memastikan bahwa instrumen yang digunakan valid dan reliabel (Umar, 2019).

b) Structural Equation Model (SEM) - Partial Least Squares (PLS)

Pengujian hipotesis dilakukan menggunakan Structural Equation Modeling (SEM) berbasis Partial Least Square (PLS). PLS merupakan metode analisis multivariat berbasis varian yang menggabungkan analisis faktor dan regresi untuk menguji hubungan antarvariabel, baik antarindikator maupun konstruk (Santoso, 2018). Berbeda dari SEM berbasis kovarian yang menekankan pengujian teori, PLS lebih berorientasi pada model prediksi (Ghozali & Latan, 2020).

c) Structural (Inner) Model

Tujuan dari uji structural model adalah melihat korelasi antara konstruk yang diukur dan uji t dari partial least squares itu sendiri. Structural atau inner model dapat diukur dengan melihat nilai R-squared model yang menunjukkan seberapa besar pengaruh antarvariabel dalam model. Analisis model ini digunakan untuk menguji hubungan antara konstruksi laten.

d) Pengujian Hipotesis

Pengujian hipotesis dapat dilihat dari nilai t-statistik dan nilai probabilitas. Untuk pengujian hipotesis, yaitu dengan menggunakan nilai statistik, maka untuk alpha 5% nilai t-statistik yang digunakan adalah 1,96. Sehingga kriteria penerimaan atau penolakan hipotesis adalah H_a diterima dan H_0 ditolak ketika t-statistik $> 1,96$. Untuk menolak atau menerima hipotesis menggunakan probabilitas, maka H_a diterima jika nilai $p < 0,05$ (Umar, 2019).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Berdasarkan data yang disajikan dalam penelitian ini, responden merupakan seluruh pegawai Divisi Operasi PT Pos Indonesia (Persero) yang bertugas di Sentral Pelayanan Pos (SPP) Bandung dan terlibat langsung dalam pengelolaan moda transportasi logistik, pemanfaatan teknologi digital, penerapan *green transportation*, serta distribusi rantai pasok. Jumlah responden yang direncanakan dalam penelitian ini adalah sebanyak 100 orang, yang seluruhnya berasal dari populasi penelitian. Adapun karakteristik responden berdasarkan beberapa kategori adalah sebagai berikut:

a) Kategori Jenis Kelamin

Tabel 1. Responden Berdasarkan Jenis Kelamin

No	Lokasi Unit Kerja	Jumlah	Persentasi
1	Laki-laki	72	72%
2	Perempuan	28	28%
Jumlah		100	100%

Sumber: Kuesioner, 2025

Berdasarkan Tabel 1, mayoritas responden dalam penelitian ini berjenis kelamin laki-laki, yaitu sebanyak 72 orang atau 72%, sedangkan responden perempuan berjumlah 28 orang atau 28%.

b) Usia

Kategori ini menunjukkan pengalaman responden yang terlibat dalam proses perolehan dan pengadaan di perusahaan.

Tabel 2. Responden Berdasarkan Usia

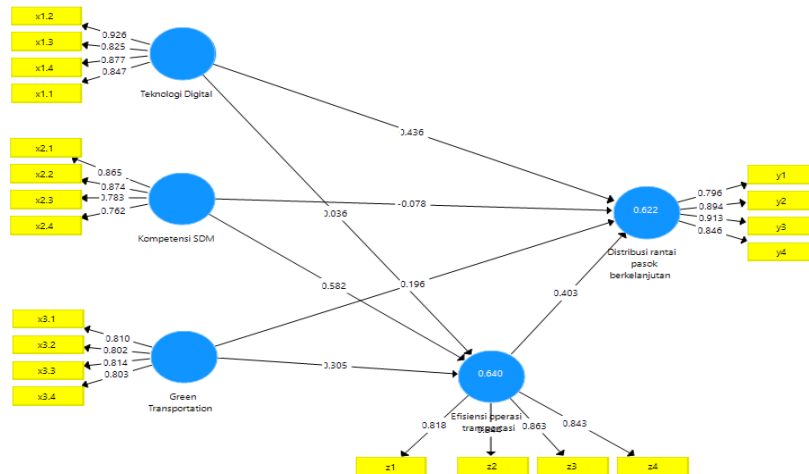
No	Lama Bekerja	Jumlah	Persentasi
1	< 25 Tahun	12	12%
2	26-35 Tahun	38	38%
3	36-45 Tahun	32	32%
4	> 45 Tahun	18	18%
Jumlah		100	100%

Sumber: Kuesioner, 2025.

Hasil pengelompokan usia responden menunjukkan bahwa mayoritas responden berada pada rentang usia produktif. Responden berusia 26–35 tahun mendominasi dengan persentase 38%, diikuti oleh kelompok usia 36–45 tahun sebesar 32%.

Hasil Penelitian

Hasil Evaluasi *Measurement (Outer) Model*



Sumber: Data diolah SmartPLS 4, (2025)

Gambar 1. Struktur model SEM-PLS

a) Uji Validitas

Uji validitas dalam penelitian ini dilakukan menggunakan SmartPLS melalui evaluasi *outer model*, yang mencakup pengujian *convergent validity* dan *discriminant validity*.

Tabel 3. Nilai *Outer Loading*

Variabel	Indikator	<i>Outer Loading</i>
Teknologi digital	X1.1	0,847
	X1.2	0,926
	X1.3	0,825
	X1.4	0,877
Kompetensi sumber daya manusia	X2.1	0,865
	X2.2	0,874
	X2.3	0,783
	X2.4	0,762
<i>Green transportation</i>	X3.1	0,810
	X3.2	0,802
	X3.3	0,814
	X3.4	0,803
Efisiensi operasi transportasi	Z.1	0,818
	Z.2	0,844
	Z.3	0,863
	Z.4	0,843
Distribusi rantai pasok yang berkelanjutan	Y1	0,796
	Y2	0,894
	Y3	0,913
	Y4	0,846
	Y5	0,796

Sumber: Data diolah SmartPLS 4, (2025)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh indikator memiliki nilai *outer loading* berada $> 0,70$, yang berarti seluruh indikator telah memenuhi batas minimum 0,50 sebagai kriteria *validitas convergent*.

Tabel 4. Average Variance Extracted (AVE)

	<i>Average Variance Extracted (AVE)</i>
Distribusi rantai pasok berkelanjutan	0.745
Efisiensi operasi transportasi	0.709
<i>Green transportation</i>	0.652
Kompetensi SDM	0.676
Teknologi digital	0.756

Sumber: Data diolah SmartPLS 4, (2025)

Selain itu, nilai *Average Variance Extracted* (AVE) untuk setiap konstruk tercatat lebih besar dari 0,50, menunjukkan bahwa masing-masing konstruk mampu menjelaskan lebih dari 50% varians indikatornya. Temuan ini memastikan bahwa model memiliki tingkat validitas konvergen yang baik.

Tabel 5. *discriminant validity* menggunakan *Fornell-Larcker Criterion*

	Distribusi rantai pasok berkelanjutan	Efisiensi operasi transportasi	<i>Green transportation</i>	Kompetensi SDM	Teknologi digital
Distribusi rantai pasok berkelanjutan	0.863				
Efisiensi operasi transportasi	0.682	0.842			
<i>Green transportation</i>	0.548	0.601	0.807		
Kompetensi SDM	0.595	0.753	0.487	0.822	
Teknologi digital	0.657	0.506	0.338	0.63	0.87

Sumber: Data diolah SmartPLS 4, (2025)

Selanjutnya, berdasarkan *discriminant validity* menggunakan *Fornell-Larcker Criterion*, setiap indikator memiliki nilai loading yang lebih tinggi pada konstruksya sendiri dibandingkan konstruk lainnya. Dengan terpenuhinya seluruh kriteria evaluasi *outer model* pada SmartPLS, baik melalui *outer loading*, AVE, maupun *discriminant validity*, dapat disimpulkan bahwa instrumen penelitian yang digunakan telah valid dan layak untuk digunakan dalam analisis lanjutan.

b) Uji Reliabilitas

Tabel 6. *Cronbach's Alpha, Composite Reliability* (CR)

	Cronbach's Alpha	rho_A	Composite Reliability
Distribusi rantai pasok berkelanjutan	0.885	0.9	0.921
Efisiensi operasi transportasi	0.863	0.864	0.907
<i>Green transportation</i>	0.824	0.834	0.882
Kompetensi SDM	0.839	0.847	0.893
Teknologi digital	0.893	0.907	0.925

Sumber: Data diolah SmartPLS 4, (2025)

Secara khusus, nilai *Cronbach's Alpha* untuk seluruh indikator berada $> 0,70$, yang mengindikasikan konsistensi internal yang kuat antarindikator dalam mengukur konstruk yang sama. Nilai *Composite Reliability* juga tercatat melebihi $0,60$, yang menunjukkan bahwa konstruk memiliki keandalan komposit yang sangat baik dan layak untuk digunakan dalam pengukuran model struktural.

Hasil Evaluasi Model struktural (*Inner Model*)

a) Uji Kebaikan Model (Model Fit)

Tabel 7. Nilai R-Square

	R Square	R Square Adjusted
Distribusi rantai pasok berkelanjutan	0.622	0.606
Efisiensi operasi transportasi	0.640	0.629

Sumber: Data diolah SmartPLS, 2025

Berdasarkan tabel di atas, nilai R-square variabel Efisiensi operasi transportasi sebesar $0,640$, yang berarti variabel independen mampu menjelaskan 64% variasi Efisiensi operasi transportasi. Nilai R-square untuk Distribusi rantai pasok berkelanjutan adalah $0,622$, menjelaskan $62,2\%$ variasi.

b) Uji Fsquare

Tabel 8. Uji Fsquare

	Distribusi rantai pasok berkelanjutan	Efisiensi operasi transportasi	<i>Green transportation</i>	Kompetensi SDM	Teknologi digital
Distribusi rantai pasok berkelanjutan					
Efisiensi operasi transportasi	0.155				
<i>Green transportation</i>	0.065	0.197			
Kompetensi SDM	0.006	0.488			
Teknologi digital	0.302	0.002			

Sumber: Data diolah SmartPLS 4, (2025)

Berdasarkan hasil analisis f^2 menggunakan Berdasarkan hasil pengujian effect size (f^2), variabel Efisiensi operasi transportasi menunjukkan pengaruh kecil terhadap Distribusi rantai pasok berkelanjutan dengan nilai f^2 sebesar $0,155$. Variabel *Green transportation* memiliki pengaruh yang relatif kecil dengan nilai f^2 sebesar $0,065$. Sementara itu, teknologi digital menunjukkan pengaruh yang paling kuat terhadap distribusi rantai pasok berkelanjutan dengan nilai f^2 sebesar $0,302$ yang termasuk dalam kategori pengaruh sedang. Teknologi digital di PT Pos Indonesia saat ini lebih berperan sebagai strategic enabler (informasi, visibilitas, transparansi), belum sebagai operational optimizer transportasi. Di sisi lain, kompetensi SDM memiliki pengaruh yang sangat lemah dengan nilai f^2 sebesar $0,006$ sehingga kontribusinya terhadap model dinilai tidak signifikan.

c) Q-Square

Tabel 9. Uji Qsquare

	Q ² predict
Distribusi rantai Pasok	0.430
Efisiensi operasi transportasi	0.423

Sumber: Data diolah SmartPLS, 2025

Model menunjukkan Distribusi rantai pasok memiliki kemampuan prediksi yang paling kuat ($Q^2 = 0,430$), diikuti efisiensi operasi transportasi ($0,423$).

Pembahasan

a) Pengaruh Teknologi digital terhadap Efisiensi operasi transportasi pada PT Pos Indonesia (Persero)

Hasil analisis menunjukkan bahwa teknologi digital tidak berpengaruh signifikan terhadap efisiensi operasi transportasi pada PT Pos Indonesia (Persero), dengan koefisien jalur sebesar 0,036, nilai t-statistik sebesar 0,331, dan p-value sebesar $0,741 > 0,05$. Temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan teknologi digital belum secara langsung mampu meningkatkan efisiensi operasional transportasi, seperti pengurangan waktu tempuh, optimalisasi rute distribusi, atau efisiensi biaya operasional. Menurut Gunasekaran et al. (2017), teknologi digital baru dapat meningkatkan efisiensi operasional apabila didukung oleh integrasi sistem, kesiapan infrastruktur, serta perubahan proses bisnis secara menyeluruh. Penelitian Hui Jing (2024) menunjukkan bahwa transformasi digital melalui integrasi sistem secara signifikan meningkatkan kinerja efisiensi operasi transportasi dalam rantai pasok.

b) Pengaruh Kompetensi SDM terhadap Efisiensi operasi transportasi pada PT Pos Indonesia (Persero)

Hasil analisis menunjukkan bahwa kompetensi SDM berpengaruh positif dan signifikan terhadap efisiensi operasi transportasi, dengan koefisien jalur sebesar 0,582, nilai t-statistik sebesar 5,128, dan p-value sebesar $0,000 < 0,05$. Temuan ini mengindikasikan bahwa semakin tinggi kompetensi pegawai, khususnya dalam penguasaan teknis, pemahaman sistem logistik, dan kemampuan pengambilan keputusan operasional, maka efisiensi operasi transportasi akan semakin meningkat. Menurut Dessler (2019), kompetensi sumber daya manusia merupakan faktor kunci dalam memastikan efektivitas dan efisiensi proses operasional organisasi. Prasetyo dan Basuki (2021) menemukan bahwa Kompetensi SDM logistik berpengaruh signifikan terhadap efektivitas pemanfaatan sistem transportasi digital.

 c) Pengaruh *Green transportation* terhadap Efisiensi operasi transportasi pada PT Pos Indonesia (Persero)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa *green transportation* berpengaruh positif dan signifikan terhadap efisiensi operasi transportasi, dengan koefisien jalur sebesar 0,305, nilai t-statistik sebesar 3,160, dan p-value sebesar $0,002 < 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan konsep transportasi ramah lingkungan, seperti penggunaan kendaraan hemat energi, pengaturan rute yang lebih efisien, serta pengurangan emisi, mampu meningkatkan efisiensi operasional transportasi. Secara teoritis, Rodrigue et al. (2020) menjelaskan bahwa *Green transportation* tidak hanya berfokus pada keberlanjutan lingkungan, tetapi juga berdampak pada peningkatan efisiensi operasional melalui pengurangan konsumsi bahan bakar dan optimalisasi pemanfaatan armada. Temuan ini konsisten dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa teknologi tracking hanya efektif jika didukung oleh integrasi sistem dan pelatihan pengguna (Lee et al., 2019). Penelitian Atieh et al. (2025)

menunjukkan bahwa penerapan prinsip ramah lingkungan mendorong inovasi dalam pengelolaan moda transportasi dan integrasi sistem distribusi.

- d) Pengaruh Teknologi digital terhadap Distribusi rantai pasok berkelanjutan pada PT Pos Indonesia (Persero)

Hasil analisis menunjukkan bahwa teknologi digital berpengaruh positif dan signifikan terhadap distribusi rantai pasok berkelanjutan, dengan koefisien jalur sebesar 0,450, nilai t-statistik sebesar 4,417, dan p-value sebesar $0,000 < 0,05$. Hal ini menunjukkan bahwa penerapan teknologi digital, seperti sistem informasi logistik dan pelacakan distribusi, mampu meningkatkan transparansi, kecepatan, dan keberlanjutan distribusi rantai pasok. Menurut Ivanov et al. (2019), teknologi digital, seperti sistem informasi logistik dan pelacakan distribusi, mampu meningkatkan transparansi, kecepatan, dan keberlanjutan distribusi rantai pasok. Menurut Ivanov et al. (2019), Teknologi digital memainkan peran strategis dalam meningkatkan ketahanan dan keberlanjutan rantai pasok melalui integrasi data dan pengambilan keputusan berbasis informasi. Hui Jing (2024) membuktikan bahwa transformasi digital berpengaruh signifikan terhadap kinerja dan keberlanjutan rantai pasok.

- e) Pengaruh Kompetensi SDM terhadap Distribusi rantai pasok berkelanjutan pada PT Pos Indonesia (Persero)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kompetensi SDM tidak berpengaruh signifikan terhadap distribusi rantai pasok berkelanjutan, dengan koefisien jalur sebesar 0,156, nilai t-statistik sebesar 1,279, dan p-value sebesar $0,201 > 0,05$. Temuan ini menunjukkan bahwa kompetensi SDM belum secara langsung berdampak terhadap distribusi rantai pasok yang keberlanjutan tanpa melalui peningkatan efisiensi operasional transportasi. Secara konseptual, hasil ini mengindikasikan bahwa peran kompetensi SDM bersifat tidak langsung, di mana kompetensi pegawai lebih dahulu memengaruhi efisiensi operasional sebelum berdampak pada keberlanjutan distribusi. Hal ini sejalan dengan pandangan Mentzer et al. (2021) yang menyatakan bahwa kontribusi SDM terhadap kinerja rantai pasok sering kali bersifat mediasi melalui proses operasional.

- f) Pengaruh *Green transportation* terhadap Distribusi rantai pasok berkelanjutan pada PT Pos Indonesia (Persero)

Hasil analisis menunjukkan bahwa *green transportation* berpengaruh positif dan signifikan terhadap distribusi rantai pasok berkelanjutan, dengan koefisien jalur sebesar 0,319, nilai t-statistik sebesar 3,509, dan p-value sebesar $0,000 < 0,05$. Hal ini mengindikasikan bahwa penerapan praktik transportasi ramah lingkungan berkontribusi terhadap keberlanjutan distribusi rantai pasok, baik dari aspek efisiensi energi maupun pengurangan dampak lingkungan. Menurut Ahi & Searcy (2013), integrasi *green transportation* dalam rantai pasok mampu meningkatkan keberlanjutan operasional sekaligus menciptakan nilai jangka panjang bagi perusahaan. Atieh et al. (2025) menemukan bahwa strategi transportasi hijau meningkatkan efisiensi distribusi sekaligus menurunkan dampak lingkungan.

- g) Pengaruh Efisiensi operasi transportasi terhadap Distribusi rantai pasok berkelanjutan pada PT Pos Indonesia (Persero)

Hasil pengujian menunjukkan bahwa efisiensi operasi transportasi berpengaruh positif dan signifikan terhadap distribusi rantai pasok berkelanjutan, dengan koefisien jalur sebesar 0,403, nilai t-statistik sebesar 3,100, dan p-value sebesar $0,002 < 0,05$. Temuan ini menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi transportasi, seperti ketepatan waktu distribusi dan pengendalian biaya logistik, berkontribusi langsung terhadap keberlanjutan distribusi rantai pasok. Secara teoritis, Christopher (2016) menyatakan bahwa efisiensi transportasi merupakan elemen utama dalam menciptakan rantai pasok yang berkelanjutan karena berpengaruh terhadap aspek ekonomi, lingkungan, dan sosial. Penelitian Atieh et al. (2025)

menunjukkan bahwa inovasi moda transportasi meningkatkan ketepatan waktu pengiriman dan efisiensi distribusi.

- h) Peran Efisiensi operasi transportasi dalam Memediasi Pengaruh Teknologi digital terhadap Distribusi rantai pasok berkelanjutan

Hasil analisis menunjukkan bahwa teknologi digital tidak berpengaruh signifikan terhadap distribusi rantai pasok berkelanjutan melalui efisiensi operasi transportasi, dengan nilai koefisien jalur tidak langsung sebesar 0,015, nilai t-statistik sebesar 0,280, dan p-value sebesar $0,779 > 0,05$. Temuan ini mengindikasikan bahwa efisiensi operasi transportasi tidak mampu memediasi hubungan antara teknologi digital dan distribusi rantai pasok berkelanjutan. Secara empiris, hal ini menunjukkan bahwa peran teknologi digital di PT Pos Indonesia (Persero) lebih dominan dalam memberikan pengaruh langsung terhadap keberlanjutan distribusi rantai pasok dibandingkan dengan peningkatan efisiensi operasional transportasi. Temuan ini sejalan dengan penelitian Ivanov et al. (2019) yang menyatakan bahwa teknologi cenderung berdampak langsung pada integrasi informasi, transparansi, dan pengambilan keputusan strategis dalam rantai pasok, tanpa selalu melalui perbaikan efisiensi operasional secara langsung.

- i) Peran Efisiensi operasi transportasi dalam Memediasi Pengaruh Kompetensi SDM terhadap Distribusi rantai pasok berkelanjutan

Hasil pengujian pengaruh tidak langsung menunjukkan bahwa kompetensi SDM berpengaruh positif dan signifikan terhadap distribusi rantai pasok berkelanjutan melalui efisiensi operasi transportasi, dengan nilai koefisien jalur sebesar 0,235, nilai t-statistik sebesar 2,789, dan p-value sebesar $0,005 < 0,05$. Temuan ini menunjukkan bahwa efisiensi operasi transportasi berperan sebagai variabel mediasi yang signifikan dalam hubungan antara kompetensi SDM dan distribusi rantai pasok berkelanjutan. Temuan ini sejalan dengan teori Human Capital yang dikemukakan oleh Becker (1993), yang menekankan bahwa kualitas SDM memberikan nilai tambah organisasi melalui peningkatan efektivitas dan efisiensi proses kerja. Prasetyo dan Basuki (2021) menyatakan bahwa SDM yang kompeten memperkuat efektivitas sistem transportasi logistik, yang pada akhirnya meningkatkan kinerja distribusi.

- j) Peran Efisiensi operasi transportasi dalam Memediasi Pengaruh *Green transportation* terhadap Distribusi rantai pasok berkelanjutan

Hasil analisis pengaruh tidak langsung menunjukkan bahwa *green transportation* berpengaruh positif dan signifikan terhadap distribusi rantai pasok berkelanjutan melalui efisiensi operasi transportasi, dengan nilai koefisien jalur tidak langsung sebesar 0,123, nilai t-statistik sebesar 2,375, dan p-value sebesar $0,018 < 0,05$. Temuan ini mengindikasikan bahwa efisiensi operasi transportasi mampu berperan sebagai variabel mediasi dalam hubungan antara *green transportation* dan distribusi rantai pasok berkelanjutan. Carter dan Rogers (2018) menegaskan bahwa strategi transportasi hijau meningkatkan keberlanjutan distribusi melalui efisiensi moda transportasi. Hal ini sejalan dengan pandangan Rodrigue et al. (2020) yang menyatakan bahwa transportasi hijau mampu menciptakan keseimbangan antara efisiensi operasional dan keberlanjutan rantai pasok.

KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian ini menegaskan bahwa integrasi teknologi digital dan *green transportation* dalam distribusi rantai pasok berkelanjutan pada PT Pos Indonesia (Persero) dipengaruhi oleh keterkaitan antara aspek teknologi, kompetensi sumber daya manusia, dan efisiensi operasi transportasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teknologi digital berperan langsung dalam memperkuat distribusi rantai pasok berkelanjutan, meskipun tidak secara langsung meningkatkan efisiensi operasi transportasi. Sebaliknya, kompetensi SDM dan

penerapan *green transportation* terbukti meningkatkan efisiensi operasi transportasi, yang pada akhirnya berkontribusi terhadap kinerja distribusi yang lebih berkelanjutan. Efisiensi operasi transportasi juga terbukti menjadi mekanisme penting yang menjembatani pengaruh kompetensi SDM dan *green transportation* terhadap distribusi rantai pasok yang berkelanjutan, namun tidak berperan sebagai mediator pada hubungan teknologi digital dengan distribusi berkelanjutan.

Secara konseptual, temuan ini memperkuat pengembangan kajian teknik industri dan manajemen operasi dengan menegaskan bahwa transformasi digital dalam sistem logistik tidak dapat berdiri sendiri tanpa didukung oleh kesiapan kompetensi manusia dan praktik transportasi ramah lingkungan. Penelitian ini memberikan kontribusi perbaikan pada bidang teknik industri, khususnya dalam perancangan sistem rantai pasok berkelanjutan, dengan menekankan pentingnya integrasi antara inovasi teknologi, penguatan kapabilitas SDM, dan efisiensi proses transportasi sebagai satu kesatuan strategi operasional. Dengan demikian, penelitian ini memperluas pemahaman bahwa keberlanjutan distribusi tidak hanya ditentukan oleh adopsi teknologi, tetapi oleh sinergi sistemik antara faktor teknis, manusia, dan lingkungan dalam kerangka manajemen rantai pasok modern.

REFERENSI

- Bag, S., Gupta, S., Kumar, S., & Sivarajah, U. (2021). Role of technological dimensions of Industry 4.0 in improving firm performance: A review and future research agenda. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120332. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120332>
- Carter, C. R., & Rogers, D. S. (2018). A framework of sustainable supply chain management: Moving toward new theory. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 38(5), 360–387. <https://doi.org/10.1108/09600030810882816>
- Elkington, J. (2017). *Cannibals with forks: The triple bottom line of 21st century business*. Oxford: Capstone Publishing.
- Groover, M. P. (2020). *Automation, production systems, and computer-integrated manufacturing* (5th ed.). New York: Pearson Education.
- Hanafiah, M., Prakoso, D., & Suryadi, E. (2025). Smart city logistics development through multimodal strategy, logistic hub and digitalization. *Jurnal Teknologi Transportasi dan Logistik*, 11(1), 45–60.
- Ivanov, D., Dolgui, A., Das, A., & Sokolov, B. (2019). Digital supply chain twins: Managing the ripple effect, resilience, and disruption risks by data-driven optimization, simulation, and visibility. *International Journal of Production Research*, 57(24), 8291–8310. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1627437>
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2020). *Marketing management* (15th ed.). Harlow: Pearson Education.
- Lai, K. H., Wong, C. W. Y., & Cheng, T. C. E. (2023). Digital transformation for green supply chain innovation in manufacturing operations. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 175, 103145. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2023.103145>
- Laudon, K. C., & Laudon, J. P. (2018). *Management information systems: Managing the digital firm* (15th ed.). New York: Pearson.
- McKinnon, A. (2018). *Decarbonizing logistics: Distributing goods in a low carbon world*. London: Kogan Page.

- Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Malhotra, A. (2019). E-S-QUAL: A multiple-item scale for assessing electronic service quality. *Journal of Service Research*, 7(3), 213–233. <https://doi.org/10.1177/1094670504271156>
- Prasetyo, H., & Basuki, A. (2021). Transformasi digital dalam logistik dan pengaruhnya terhadap kinerja rantai pasok. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, 8(2), 95–108. <https://journal.itltrisakti.ac.id/index.php/jmtranslog>
- Rodrigue, J. P., Notteboom, T., & Slack, B. (2017). *The geography of transport systems* (4th ed.). New York: Routledge.
- Rodrigue, J. P., Notteboom, T., & Slack, B. (2020). *Transport and logistics in global value chains*. New York: Routledge.
- Sardarabady, M., & Durst, S. (2024). A systematic literature review on the economic impact of digitalization technologies in transport logistics. *Transport Economics and Management*, 2, 76–89.
- Shatta, M. N. (2024). The influence of digital technologies on sustainable supply chain performance in public procuring entities. *International Journal of Social Science Research and Review*, 7(3), 112–128. DOI: <https://doi.org/10.47814/ijssrr.v7i3.1860>
- Spencer, L. M., & Spencer, S. M. (2018). *Competence at work: Models for superior performance*. New York: Wiley.
- Sugiyono. (2020). *Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Sundarakani, B., Manikas, I., & Gunasekaran, A. (2024). The role of digital transformation in achieving sustainable supply chain management in Industry 4.0: An editorial review perspective. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 27(6), 843–851. <https://doi.org/10.1080/13675567.2023.2234567>
- Susanto, A., Rahman, F., & Wijaya, H. (2025). Digital technology in road freight logistics for global supply chains. *Siber International Journal of Digital Business*, 4(1), 15–29