
Academia Open



By Universitas Muhammadiyah Sidoarjo

Table Of Contents

Journal Cover	1
Author[s] Statement	3
Editorial Team	4
Article information	5
Check this article update (crossmark)	5
Check this article impact.....	5
Cite this article.....	5
Title page	6
Article Title.....	6
Author information	6
Abstract	6
Article content	6

Originality Statement

The author[s] declare that this article is their own work and to the best of their knowledge it contains no materials previously published or written by another person, or substantial proportions of material which have been accepted for the published of any other published materials, except where due acknowledgement is made in the article. Any contribution made to the research by others, with whom author[s] have work, is explicitly acknowledged in the article.

Conflict of Interest Statement

The author[s] declare that this article was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

Copyright Statement

Copyright © Author(s). This article is published under the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) licence. Anyone may reproduce, distribute, translate and create derivative works of this article (for both commercial and non-commercial purposes), subject to full attribution to the original publication and authors. The full terms of this licence may be seen at <http://creativecommons.org/licences/by/4.0/legalcode>

EDITORIAL TEAM

Editor in Chief

Mochammad Tanzil Multazam, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Managing Editor

Bobur Sobirov, Samarkand Institute of Economics and Service, Uzbekistan

Editors

Fika Megawati, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Mahardika Darmawan Kusuma Wardana, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Wiwit Wahyu Wijayanti, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Farkhod Abdurakhmonov, Silk Road International Tourism University, Uzbekistan

Dr. Hindarto, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Evi Rinata, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

M Faisal Amir, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

Dr. Hana Catur Wahyuni, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

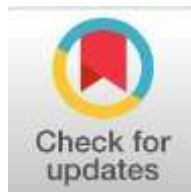
Complete list of editorial team ([link](#))

Complete list of indexing services for this journal ([link](#))

How to submit to this journal ([link](#))

Article information

Check this article update (crossmark)



Check this article impact (*)



Save this article to Mendeley



(*) Time for indexing process is various, depends on indexing database platform

Quality Management System in Asphalt Pavement Toll Widening: Sistem Manajemen Mutu Perkerasan Aspal pada Pelebaran Tol Jakarta Cikampek

Nadia Laila Lathifah, nlailalathifah@gmail.com, (1)

Program Studi Magister Teknik Sipil

Muhammad Isradi, isradi@mercubuana.ac.id, (2)

Program Studi Magister Teknik Sipil

(1) Corresponding author

Abstract

General Background: Quality Management System (QMS) implementation is fundamental to ensuring construction quality in toll road infrastructure projects characterized by technical complexity and active traffic conditions. **Specific Background:** The Jakarta–Cikampek Toll Road lane widening project requires strict quality control in asphalt pavement works due to high traffic volume, environmental constraints, and operational risks. **Knowledge Gap:** Previous studies have predominantly addressed quality planning and ISO 9001 audits, while empirical evaluation of QMS implementation in asphalt pavement widening under live traffic conditions remains limited. **Aims:** This study aims to evaluate QMS implementation in asphalt pavement works and to develop a systematic and measurable Quality Key Performance Indicator matrix. **Results:** Using a quantitative survey of 70 project stakeholders analyzed through Importance Performance Analysis and SEM-PLS, the findings indicate that environmental and weather constraints as well as material quality fall into high-priority improvement areas, while managerial support shows the strongest positive relationship with implementation quality. Implementation quality significantly determines project performance, with R^2 values of 0.856 and 0.916 indicating strong predictive capability. **Novelty:** The integration of Importance Performance Analysis and SEM-PLS produces a practical KPI-based quality assessment instrument tailored to toll road widening projects. **Implications:** The proposed matrix provides a data-driven evaluation framework for prioritizing corrective actions, strengthening managerial commitment, and optimizing QMS application in asphalt pavement construction.

Highlights:

- Environmental and weather constraints require urgent corrective prioritization in pavement works.
- Managerial commitment demonstrates the strongest statistical relationship with execution standards.
- Integrated analytical modeling produces a measurable KPI-based assessment framework.

Keywords: Quality Management System; Asphalt Pavement; Importance Performance Analysis; SEM PLS; Toll Road Construction

Published date: 2026-02-25

Pendahuluan

Pertumbuhan ekonomi dan tingginya mobilitas di wilayah Jabodetabek telah menyebabkan peningkatan volume lalu lintas yang signifikan pada Jalan Tol Jakarta–Cikampek. Berdasarkan data Badan Pengatur Jalan Tol (BPJT), rata-rata kenaikan volume lalu lintas di ruas ini mencapai lebih dari 5% per tahun dalam lima tahun terakhir (BPJT, 2023). Untuk mengatasi peningkatan jumlah kendaraan pada jalan tol Jakarta - Cikampek, PT Jasa Marga (Persero) Tbk melakukan penambahan lajur secara bertahap terutama untuk ruas-ruas dengan V/C ratio di atas 0,8 serta ruas-ruas yang termasuk dalam Perjanjian Pengusahaan Jalan Tol (PPJT). Berdasarkan data V/C ratio sampai dengan Juli 2012 ruas Jalan Tol Jakarta -Cikampek rata-rata sudah di atas 0,8 dan lalu lintas pada hari – hari libur sering terjadi kemacetan dengan antrian yang cukup panjang. Hal ini bukan saja karena pengoperasian jalan tol Cikampek-Palimanan, tetapi juga berhubungan dengan jalan tol Purbaleunyi serta beroperasinya jalan tol Jakarta – Cikampek elevated sepanjang kurang lebih 30 km pada awal jalan tol Jakarta – Cikampek. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penambahan lajur pada ruas-ruas yang diperlukan tersebut dan terlebih dahulu dilakukan perencanaan penambahan lajur (Jasa Marga, 2023).

Untuk mengatasi kondisi tersebut, Badan Usaha Jalan Tol (BUJT) melakukan berbagai upaya, salah satunya adalah pelebaran lajur jalan melalui pemanfaatan bahu jalan sebagai lajur fungsional guna meningkatkan kapasitas jalan. Keberhasilan pelaksanaan suatu proyek bergantung pada aspek-aspek teknis penting seperti desain geometris jalan, sistem drainase, struktur perkerasan, dan pengendalian mutu konstruksi. Sistem Manajemen Mutu (QMS) sangat penting untuk memastikan kualitas hasil pembangunan. QMS memastikan keselarasan antara rencana kerja, pelaksanaan di lapangan, dan standar teknis. Meskipun demikian, berbagai laporan evaluasi proyek jalan tol di Indonesia secara konsisten mengungkapkan banyak kekurangan terkait mutu, seperti ketidakpatuhan terhadap spesifikasi teknis, dokumentasi mutu yang tidak memadai, dan kurangnya kesadaran akan implementasi prosedur mutu yang konsisten (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2022).

Alasan utama masalah ini adalah sistem pengawasan bersama yang buruk di lapangan, kurangnya pengawasan teknis, dan kontraktor yang tidak peduli dengan kualitas. Ini adalah masalah besar karena pembangunan jalan tol itu rumit, besar, dan melibatkan banyak orang. Proyek ini juga perlu dilakukan saat lalu lintas masih berjalan, sehingga jalan tidak dapat ditutup sepenuhnya. Karena pelebaran jalan tol sangat jarang dilakukan, pengawasan kualitas harus jauh lebih ketat. Hal ini membutuhkan rekayasa yang presisi, memindahkan mesin berat melalui lalu lintas yang padat, dan memastikan bahwa produk dikirim tepat waktu. Karena proyek-proyek ini sangat rumit, sangat penting untuk memiliki Sistem Manajemen Mutu (QMS) yang lengkap dan efektif. Hal ini terutama berlaku untuk kontraktor, yang merupakan pihak yang bertanggung jawab atas proyek tersebut.

Topik penelitian ini dipilih karena pentingnya membangun Sistem Manajemen Mutu (QMS) untuk menjamin keberhasilan inisiatif jalan tol yang terpercaya. Proyek pelebaran jalur Jakarta-Cikampek sangat penting karena merupakan jalur transit nasional utama. Proyek perluasan jalan tol berbeda dengan pembangunan jalan baru karena harus berurusan dengan lalu lintas yang padat, tenggat waktu yang ketat,

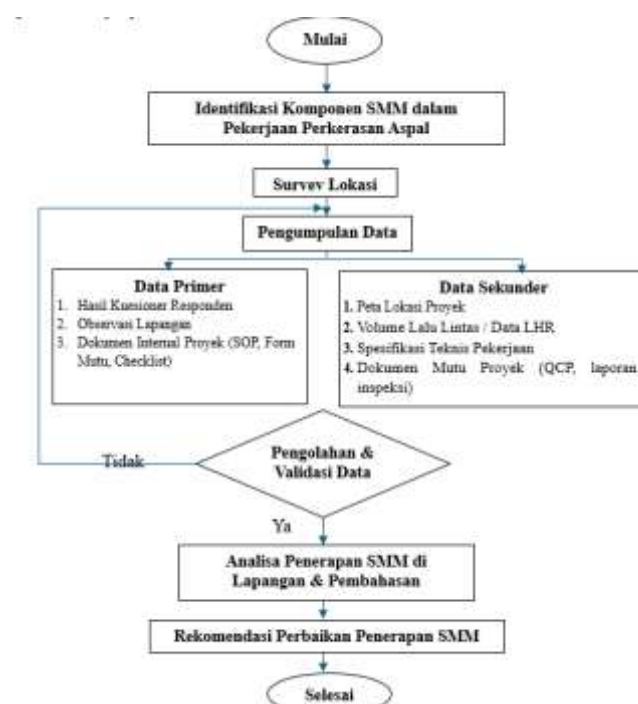
dan masalah keselamatan. Selain itu, penelitian sebelumnya sebagian besar berfokus pada fase perencanaan atau audit mutu, sedangkan penelitian yang secara khusus meneliti implementasi Sistem Manajemen Mutu (QMS) dalam proyek perkerasan aspal masih jarang. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk memberikan pemahaman yang lebih komprehensif dan aplikatif terkait efektivitas penerapan sistem mutu dalam proyek jalan tol di Indonesia.

Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu dilakukan penelitian secara mendalam mengenai penerapan Sistem Manajemen Mutu (SMM) terhadap kontraktor pelaksana dalam pekerjaan perkerasan aspal pada proyek pelebaran lajur jalan tol. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi komponen-komponen mutu kritis, mengevaluasi kesenjangan antara harapan dan kinerja mutu, serta memberikan rekomendasi perbaikan sistem yang dapat diterapkan secara praktis di proyek, sekaligus mengidentifikasi aspek yang masih perlu ditingkatkan guna mencapai kualitas pelaksanaan pekerjaan yang optimal dengan tujuan untuk menyusun dan menganalisis sistem manajemen mutu (smm) pelaksanaan pekerjaan perkerasan aspal pada pelebaran lajur jalan tol ruas Jakarta–Cikampek.

Metode

Adapun diagram alur penelitian yang digunakan pada penelitian ini ialah sebagai berikut:

Gambar 1. *Diagram Alur Penelitian*



Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan pendekatan survei lapangan yang bertujuan mengevaluasi penerapan Sistem Manajemen Mutu (SMM) pada pekerjaan perkerasan aspal proyek pelebaran lajur Jalan Tol Jakarta–Cikampek, dengan pengukuran persepsi pelaksana proyek terhadap

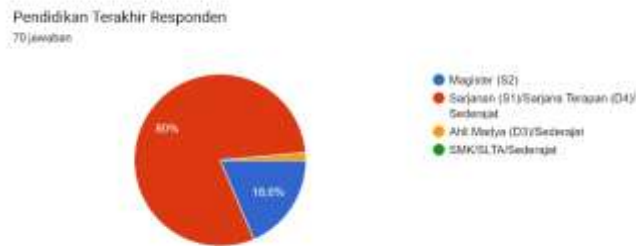
atribut mutu menggunakan kuesioner skala Likert lima tingkat. Analisis data dilakukan dengan menggunakan kombinasi Importance Performance Analysis (IPA) untuk membedakan antara tingkat signifikansi dan kinerja atribut kualitas, dan Structural Equation Modeling (SEM) menggunakan Partial Least Squares (PLS) untuk memeriksa hubungan kausal antar variabel, dengan mempertimbangkan kemampuan untuk mengelola model yang rumit dan sampel yang relatif kecil (Hair et al., 2021). Variabel penelitian meliputi hal-hal seperti sumber daya terbatas, peralatan, cuaca dan lingkungan, orang dan organisasi, serta dukungan manajemen yang memengaruhi implementasi bersama. QMS merupakan variabel moderasi yang mengacu pada prinsip-prinsip ISO 9001:2015 dan manajemen kualitas proyek (PMI, 2017). Sampel diambil secara purposive dari pihak kontraktor, konsultan pengawas, dan pemilik proyek, dengan jumlah responden sebanyak 70 orang, sesuai dengan ketentuan minimum PLS-SEM (Hair et al., 2021) dan kriteria kecukupan sampel penelitian sosial (Roscoe, 1975). Instrumen penelitian berupa kuesioner dan checklist observasi yang telah divalidasi pakar melalui content validity, sementara pengujian model SEM dilakukan melalui evaluasi outer model (validitas konvergen, diskriminan, reliabilitas, AVE) dan inner model (R^2) untuk memastikan keandalan dan ketepatan hubungan antar konstruk (Hair et al., 2021; ISO 9001:2015; PMI, 2017).

Hasil dan Pembahasan

A. Karakteristik Responden Penelitian

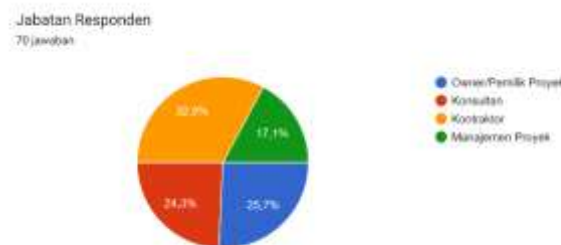
Hasil penelitian menunjukkan bahwa implementasi SOP K3 di ketiga satuan PAUD Kecamatan Ketanggungan masih belum optimal dan bervariasi antar institusi. TK Aisyiyah Bustanul Athfal 01 dengan akreditasi A telah memiliki dokumen SOP yang lebih lengkap dibandingkan dua TK lainnya, namun SOP Aman Bencana secara dokumen resmi belum ditetapkan. Dokumen SOP yang tersedia meliputi prosedur penyambutan anak, Penataan Alat main, Pertolongan Pertama Pada Kecelakaan (P3K), Bermain Motorik Kasar dan Halus dan Penjemputan anak. TK Negeri Pembina Ketanggungan dengan akreditasi B memiliki kelengkapan yang sama dengan TK Aisyiyah, dimana SOP Aman Bencana belum ada secara tertulis. Sementara itu, TK Putra V dengan akreditasi C belum memiliki SOP secara lengkap dan hanya mengandalkan aturan lisan yang disampaikan secara informal kepada guru dan staff, maupun yang terlibat di dalam lingkungan PAUD. Prosedur yang tersedia di TK Putra V Ketanggungan hanya ada dua SOP yakni penyambutan anak dan penataan alat main. Dari ketiga TK tersebut belum memiliki SOP Aman Bencana dan belum memiliki tim siaga bencana.

Gambar 2. Pendidikan Terakhir Responden



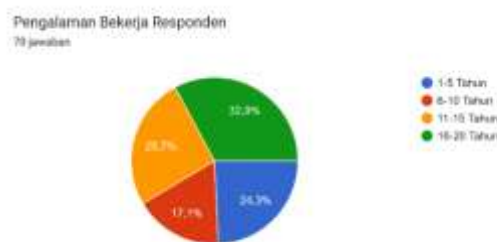
Berdasarkan Gambar 2, mayoritas responden memiliki pendidikan terakhir Sarjana (S1/D4/Sederajat) sebanyak 55 orang, diikuti oleh Magister (S2/Sederajat) sebanyak 14 orang, dan Ahli Madya (D3/Sederajat) sebanyak 1 orang, sementara tidak terdapat responden dengan pendidikan SMK/SLTA.

Gambar 3. *Jabatan Responden*



Berdasarkan Gambar 3, mayoritas responden berasal dari pihak kontraktor sebanyak 23 orang, diikuti oleh owner/pemilik proyek dan konsultan masing-masing sebanyak 17 orang, serta manajemen proyek sebanyak 12 orang.

Gambar 4. *Pengalaman Bekerja Responden*



Berdasarkan Gambar 4, mayoritas responden memiliki pengalaman bekerja selama 16–20 tahun sebanyak 23 orang, diikuti oleh responden dengan pengalaman 11–15 tahun sebanyak 18 orang dan pengalaman 1–5 tahun sebanyak 17 orang, sedangkan responden dengan pengalaman 6–10 tahun merupakan yang paling sedikit yaitu sebanyak 12 orang.

B. Analisis Importance Performance Analysis (IPA)

Analisis Importance Performance Analysis (IPA) dalam penelitian ini digunakan untuk mengevaluasi kesenjangan antara tingkat kepentingan (importance) dan tingkat kinerja (performance) setiap indikator yang memengaruhi penerapan Sistem Manajemen Mutu (SMM) serta mutu pelaksanaan pekerjaan perkerasan aspal, dengan tujuan mengidentifikasi indikator yang perlu diprioritaskan, dipertahankan, atau disesuaikan pengelolaannya. Martilla dan James (1977) menciptakan metode yang menggunakan skor kepentingan dan kinerja rata-rata untuk menempatkan indikator ke dalam empat kuadran untuk pengambilan keputusan strategis. Skala Likert lima poin digunakan untuk mengumpulkan data dari 70 peserta, menghasilkan skor rata-rata untuk setiap indikator. Hasil ringkasan menunjukkan bahwa sebagian besar indikator sangat penting. Orang-orang yang menjawab pertanyaan tentang keterbatasan proyek, dukungan manajerial, dan sistem manajemen semuanya memiliki tingkat kepentingan yang sangat tinggi. Namun, tingkat kinerja di lapangan bervariasi, yang menunjukkan bahwa efektivitas implementasi bervariasi antar indikator.

Berdasarkan hasil rekapitulasi 33 indikator yang dianalisis menggunakan metode Importance Performance Analysis (IPA), seluruh indikator menunjukkan nilai kepentingan yang relatif tinggi, berkisar antara 4,54 hingga 4,84, yang mengindikasikan bahwa responden memandang seluruh aspek mulai dari kendala material, peralatan, cuaca dan lingkungan, SDM dan organisasi, dukungan manajerial, penerapan Sistem Manajemen Mutu (SMM), hingga mutu pelaksanaan sebagai faktor yang sangat penting dalam keberhasilan proyek. Namun demikian, nilai kinerja berada pada rentang yang lebih rendah, yaitu antara 2,76 hingga 3,61, yang mencerminkan masih adanya kesenjangan antara tingkat kepentingan dan tingkat pencapaian di lapangan. Nilai rata-rata keseluruhan tingkat kepentingan dan tingkat kinerja ini selanjutnya digunakan sebagai titik potong (cross-hair) dalam penyusunan matriks kuadran IPA untuk mengelompokkan setiap indikator ke dalam kategori prioritas perbaikan, pertahankan kinerja, prioritas rendah, dan berlebihan.

Gambar 5. Diagram Kartesius Importance Performance Analysis (IPA)

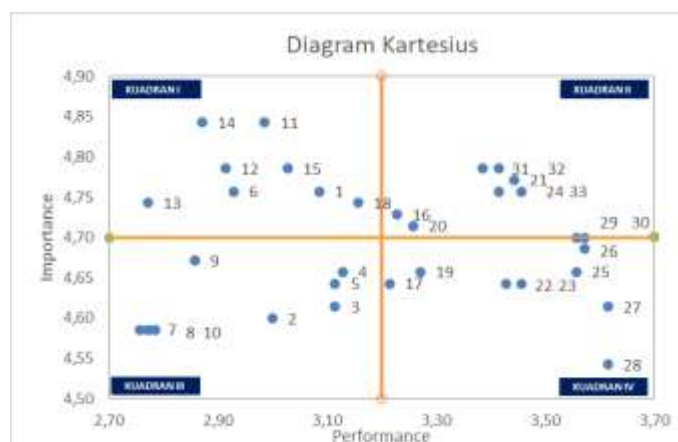


Diagram tersebut memperlihatkan sebaran seluruh indikator penelitian ke dalam Kuadran I, Kuadran II, Kuadran III, dan Kuadran IV. Posisi masing-masing indikator dalam kuadran menjadi dasar dalam menentukan prioritas perbaikan dan strategi pengelolaan mutu pelaksanaan pekerjaan perkerasan aspal.

Kuadran I (Prioritas Utama / Concentrate Here) memuat indikator dengan tingkat kepentingan tinggi tetapi kinerja rendah, sehingga menjadi fokus utama perbaikan karena berpotensi menurunkan mutu pelaksanaan secara signifikan. Tanda-tanda terpenting di area ini adalah masalah cuaca dan lingkungan (X3), seperti hujan, suhu, masalah lalu lintas, ruang kerja terbatas, adaptasi terhadap cuaca ekstrem, dan kualitas material (X1). Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor-faktor ini penting, tetapi belum dikelola dengan baik dalam praktiknya. Penting untuk meningkatkan pengendalian pasokan bersama, merencanakan perubahan cuaca, dan membuat manajemen lalu lintas seefisien mungkin dari waktu pembelian hingga waktu penggunaan.

Indikator di Kuadran II (Mempertahankan Pencapaian/Menjaga Kinerja yang Baik) konsisten pada tingkat prioritas dan kinerja yang tinggi. Ini menyiratkan bahwa kualitas pekerjaan telah meningkat sebagai hasil dari pengelolaan yang sukses di bidang-bidang ini. Sumber daya manusia dan faktor organisasi diwakili oleh X4, dukungan manajerial oleh X5, dan kualitas implementasi oleh Y. Hasil ini menunjukkan bahwa pelatihan, koordinasi, disiplin kerja, komitmen manajemen, komunikasi, ketepatan waktu, mengikuti spesifikasi, dan efektivitas biaya semuanya telah efektif. Praktik-praktik ini perlu dipertahankan sebagai standar operasional dan best practice dalam pelaksanaan proyek.

Kuadran III (Prioritas Rendah) memiliki indikator yang menunjukkan tingkat pendapatan dan kinerja yang rendah. Ini menunjukkan bahwa indikator-indikator ini tidak memiliki pengaruh besar terhadap apakah proyek akan berjalan atau tidak. Ada indikator-indikator tertentu di kuadran ini yang harus dilakukan dengan pengunduhan material (X1) dan peralatan (X2). Beberapa faktor tersebut adalah jumlah material yang dibutuhkan, jumlah pemasok, volume material, ketersediaan alat, dan peralatan yang dibutuhkan untuk transportasi. Namun, tanda-tanda ini harus selalu dipantau agar tidak berubah menjadi masalah yang lebih besar di kemudian hari.

Kuadran IV (Berlebihan/Kemungkinan Berlebihan) memiliki indikator yang berjalan dengan baik tetapi tidak terlalu penting, yang berarti bahwa sumber daya digunakan secara tidak efisien. Indikator utama di kuadran ini adalah dukungan manajerial (X5) dan implementasi Sistem Manajemen Mutu (Z). Ini termasuk memiliki Rencana Mutu, audit mutu, dokumentasi, dan tindakan untuk peningkatan berkelanjutan. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem mutu telah diterapkan dengan sangat baik dan cukup matang. Namun, perlu dilakukan perubahan agar sumber daya lebih terfokus pada indikator di Kuadran I tanpa menurunkan standar kualitas yang telah ditetapkan.

Analisis Kinerja Signifikansi (SPA) (Kuadran I) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan antara tingkat signifikansi dan kinerja aktual di beberapa area penting. Ini berarti bahwa upaya untuk meningkatkan pekerjaan pengaspalan harus difokuskan pada area yang paling penting, bukan disebar secara merata. Beberapa cara yang disarankan untuk mengatasi masalah ini adalah dengan meningkatkan kontrol kualitas pasokan, melatih staf untuk meningkatkan keterampilan mereka, menetapkan Indikator Kinerja Utama (KPI) berbasis kualitas, dan memperkuat sistem pemantauan lapangan dengan menambahkan kriteria terukur untuk menangani ketidaksesuaian. Metode ini sejalan dengan ide utama di balik SPA, yaitu fokus pada peningkatan hal-hal yang sangat penting tetapi belum cukup baik (Martilla & James, 1977). Secara teoretis, temuan ini memperkuat Resource-Based View yang menempatkan sumber daya internal sebagai penentu keunggulan mutu proyek (Barney, Ketchen, & Wright, 2021), Dynamic Capabilities yang menekankan kemampuan adaptasi organisasi terhadap dinamika lapangan (Teece, Peteraf, & Leih, 2016; Teece, 2020) serta Contingency Theory yang menyatakan bahwa efektivitas sistem manajemen bergantung pada kesesuaian dengan konteks lingkungan proyek (Donaldson & Luo, 2020).

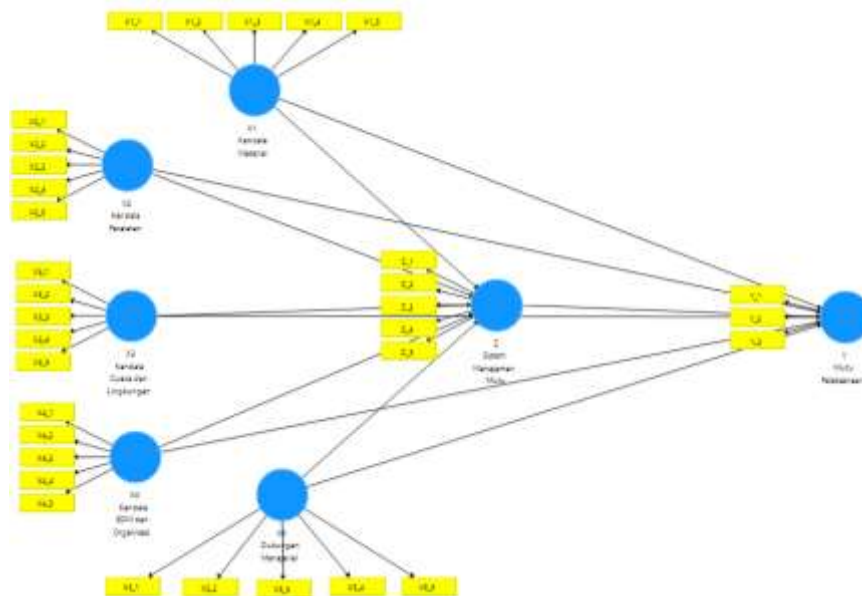
Hasil IPA menunjukkan bahwa metrik kinerja di Kuadran I, terutama yang berkaitan dengan kendala cuaca dan lingkungan serta kualitas material, belum cukup baik. Tujuan utama seharusnya adalah meningkatkan kualitas implementasi. Sebaliknya, praktik terbaik seharusnya mencakup memiliki Sistem Manajemen Mutu (QMS), dukungan manajemen, dan beberapa bagian sumber daya manusia yang telah terbukti bekerja dengan baik. Temuan ini sejalan dengan hasil SEM-PLS, yang menunjukkan bahwa implementasi bersama tidak hanya ditentukan oleh faktor teknis tetapi juga sangat dipengaruhi oleh kompetensi manajerial dalam menangani dan mengelola berbagai kendala proyek. Dengan demikian, IPA tidak hanya berfungsi sebagai alat evaluasi, tetapi juga sebagai dasar strategis dalam perumusan kebijakan peningkatan mutu pelaksanaan pekerjaan perkerasan aspal.

C. Analisis Structural Equation Modeling (SEM-PLS)

1. Evaluasi Outer Model (Measurement Model)

Validitas konvergen indikator dalam setiap konstruk dinilai untuk menjamin bahwa indikator tersebut secara konsisten dan kuat mengukur konsep yang sama. Nilai outer loading dan Average Variance Extracted (AVE) diperiksa untuk menilai validitas konvergen dalam penelitian ini. Hubungan yang kuat antara indikator dan konstruk laten ditunjukkan oleh nilai outer loading di atas 0,7, sebagaimana dijelaskan oleh Hair et al. (2022).

Gambar 6. *Loading Faktor Permodelan*



Tabel 1. *Outer Loading*

Variabel	Indikator	Outer Loading	Keterangan
X1	x1.1	0.976	Valid
	x1.2	0.898	Valid
	x1.3	0.920	Valid
	x1.4	0.914	Valid
	x1.5	0.917	Valid
X2	x2.1	0.985	Valid
	x2.2	0.939	Valid
	x2.3	0.933	Valid
	x2.4	0.933	Valid
	x2.5	0.983	Valid
X3	x3.1	0.974	Valid
	x3.2	0.914	Valid
	x3.3	0.938	Valid

Variabel	Indikator	Outer Loading	Keterangan
	x3.4	0.929	Valid
	x3.5	0.948	Valid
X4	x4.1	0.979	Valid
	x4.2	0.930	Valid
	x4.3	0.937	Valid
	x4.4	0.906	Valid
	x4.5	0.950	Valid
X5	x5.1	0.974	Valid
	x5.2	0.958	Valid
	x5.3	0.931	Valid
	x5.4	0.940	Valid
	x5.5	0.918	Valid
Z	z.1	0.912	Valid
	z.2	0.876	Valid
	z.3	0.844	Valid
	z.4	0.902	Valid
	z.5	0.916	Valid
Y	y.1	0.938	Valid
	y.2	0.844	Valid
	y.3	0.940	Valid

Seluruh indikator pada masing-masing konstruk penelitian memiliki nilai outer loading di atas 0,70, sehingga memenuhi kriteria validitas konvergen sebagaimana direkomendasikan oleh Hair et al. (2022). Nilai outer loading yang tinggi menunjukkan bahwa setiap indikator mampu merepresentasikan konstruk laten yang diukurnya secara kuat dan konsisten. Dengan demikian, seluruh indikator dinyatakan valid dan tidak memerlukan eliminasi pada tahap pengujian outer model.

Tabel 2. Nilai Average Variance Extracted

Variabel	Nilai Avarage Variance Extracted
Kendala Material (x1)	0.793
Kendala Peralatan (x2)	0.825
Kendala Cuaca dan Lingkungan (x3)	0.892
Kendala SDM & Organisasi (x4)	0.885
Kendala Dukungan Manajerial (x5)	0.885
Mutu Pelaksanaan (y)	0.912
Sistem Manajemen Mutu (z)	0.856

Seluruh konstruk dalam penelitian ini telah memenuhi batas minimum validitas konvergen yang direkomendasikan, sebagaimana ditunjukkan oleh nilai AVE yang lebih besar dari 0,5, sesuai dengan kriteria yang diungkapkan oleh Hair et al. (2019). Nilai AVE untuk masing-masing konstruk adalah sebagai berikut: Kendala Material (x1) sebesar 0,793, Kendala Peralatan (x2) sebesar 0,825, Kendala Cuaca dan Lingkungan (x3) sebesar 0,892, Kendala SDM & Organisasi (x4) sebesar 0,885, Kendala Dukungan Manajerial (x5) sebesar 0,885, Mutu Pelaksaaan (y) sebesar 0.912 dan Sistem Manajemen Mutu (z) sebesar 0,856. Hasil ini menunjukkan bahwa setiap konstruk mampu menjelaskan proporsi varians yang signifikan dari indikator-indikatornya, sehingga memperkuat validitas pengukuran dan memastikan bahwa konsep yang diukur telah terwakili dengan baik melalui indikator yang digunakan.

Tabel 3. Uji Reliabilitas

Variabel	Cronbach/s alpha	Composite reliability	Composite reliability	Average variance extracted
X1	0.958	0.961	0.967	0.856
X2	0.976	0.977	0.981	0.912
X3	0.967	0.969	0.975	0.885
X4	0.967	0.969	0.975	0.885
X5	0.970	0.971	0.976	0.892
Z	0.893	0.894	0.934	0.825
Y	0.935	0.944	0.950	0.793

Berdasarkan hasil uji reliabilitas, seluruh variabel dalam penelitian ini telah memenuhi kriteria batas minimum yang ditetapkan, yaitu memiliki nilai Cronbach's Alpha dan Composite Reliability (CR) di atas

0,70. Hal ini menunjukkan bahwa setiap konstruk memiliki tingkat konsistensi internal yang baik dan layak digunakan dalam analisis lanjutan. Semua variabel penelitian sangat konsisten satu sama lain, menurut pengujian reliabilitas. Baik skor reliabilitas komposit maupun skor Alpha Cronbach lebih besar dari nilai minimum. Material (X₁), Proses (X₂), Lingkungan dan Iklim (X₃), Sumber Daya Manusia dan Organisasi (X₄), dan Lingkungan Manajemen (X₅) semuanya memiliki tingkat reliabilitas yang sangat tinggi. Selain itu, variabel Kualitas Pelaksanaan Kerja (Y) dan Sistem Manajemen Mutu (Z) memiliki banyak kesalahan transmisi. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa seluruh konstruk dalam penelitian ini telah memenuhi kriteria reliabilitas, sehingga instrumen yang digunakan dinyatakan konsisten dan layak untuk analisis lanjutan.

2. Evaluasi Inner Model (Structural Model)

Evaluasi model struktural (inner model) dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan hubungan antarvariabel laten serta kemampuan variabel eksogen dalam menjelaskan variabel endogen. Evaluasi dilakukan melalui pengujian koefisien determinasi (R-Square) dan uji hipotesis melalui path coefficients dengan pendekatan Structural Equation Modeling–Partial Least Squares (SEM-PLS).

Tabel 4. Hasil Koefisien Determinasi

Variabel Endogen	R-Square	R-Square Adjusted
Mutu Pelaksanaan (Y)	0,856	0,845
Kinerja Proyek (Y ₂)	0,916	0,908

Berdasarkan hasil pada tabel 4, nilai R-Square variabel Mutu Pelaksanaan (Y) sebesar 0,856 menunjukkan bahwa 85,6% variasi mutu pelaksanaan dapat dijelaskan oleh Kendala Material (X₁), Kendala Peralatan (X₂), Kendala Cuaca dan Lingkungan (X₃), Kendala SDM dan Organisasi (X₄), serta Dukungan Manajerial (X₅), sedangkan sisanya sebesar 14,4% dipengaruhi oleh faktor lain di luar model. Sementara itu, variabel Sistem Manajemen Mutu (Z) memiliki nilai R-Square sebesar 0,916, yang berarti bahwa 91,6% variasi penerapan SMM di lapangan dipengaruhi oleh kendala-kendala proyek, sehingga menunjukkan bahwa efektivitas sistem mutu sangat bergantung pada kondisi operasional di lapangan. Mengacu pada kriteria (Sarstedt et al., 2022), nilai R-Square di atas 0,75 tergolong sangat kuat, sehingga model penelitian ini memiliki kemampuan prediktif yang tinggi dan layak dilanjutkan ke tahap pengujian hipotesis melalui analisis koefisien jalur (path coefficients).

Tabel 5. Pengaruh Variabel Eksogen Terhadap Y₁

Hubungan Variabel	Koefisien Jalur	T-Statistic	P-Value	Keterangan
-------------------	-----------------	-------------	---------	------------

Kendala Material (X1) → Mutu Pelaksanaan	-0,522	2,374	0,018	Signifikan
Kendala Peralatan (X2) → Mutu Pelaksanaan	-0,083	0,874	0,383	Tidak signifikan
Kendala Cuaca & Lingkungan (X3) → Mutu Pelaksanaan	0,349	2,868	0,004	Signifikan
Kendala SDM & Organisasi (X4) → Mutu Pelaksanaan	0,515	2,167	0,031	Signifikan
Dukungan Manajerial (X5) → Mutu Pelaksanaan	1,090	12,140	0,000	Signifikan

Hasil uji rute pada Tabel 6 menunjukkan bahwa Kendala Material (X1) memiliki pengaruh besar dan buruk terhadap Kualitas Pelaksanaan. Ini berarti semakin banyak kendala material, semakin sedikit pekerjaan yang akan diselesaikan. Studi ini tidak berfokus pada Kendala Peralatan (X2) karena tidak memiliki pengaruh besar terhadap kualitas. Kendala Cuaca dan Lingkungan (X3) dan Kendala Sumber Daya Manusia dan Organisasi (X4), di sisi lain, memiliki pengaruh besar dan positif. Ini berarti bahwa jika faktor-faktor ini dikelola dengan baik, implementasi bersama dapat menjadi lebih baik. Dukungan Manajerial (X5) telah terbukti memiliki pengaruh terkuat dan terpenting. Hal ini menegaskan bahwa peran manajemen strategis dalam mengarahkan, mengkoordinasikan, dan mengendalikan implementasi Sistem Manajemen Mutu (QMS) terlepas dari berbagai kendala lapangan (Kerzner, 2022). Temuan ini konsisten dengan Pandangan Berbasis Sumber Daya, yang mengidentifikasi kemampuan manajerial sebagai sumber daya internal utama yang memengaruhi keunggulan kualitas proyek (Barney, 2021). Hal ini juga memperkuat teori Kapabilitas Dinamis, yang menekankan pentingnya kemampuan adaptasi suatu organisasi terhadap lingkungan proyek yang terus berkembang (Teece, 2020).

Tabel 6. Pengaruh Variabel Eksogen terhadap Kinerja Proyek (Y2)

Hubungan Variabel	Koefisien Jalur	T-Statistic	P-Value	Keterangan
Kendala Material (X1) → Kinerja Proyek	-0,156	0,812	0,417	Tidak signifikan
Kendala Peralatan (X2) → Kinerja Proyek	-0,090	1,313	0,190	Tidak signifikan
Kendala Cuaca & Lingkungan (X3) → Kinerja Proyek	0,008	0,078	0,938	Tidak signifikan

Hubungan Variabel	Koefisien Jalur	T-Statistic	P-Value	Keterangan
Kendala SDM & Organisasi (X4) → Kinerja Proyek	-0,060	0,258	0,797	Tidak signifikan
Dukungan Manajerial (X5) → Kinerja Proyek	-0,122	0,614	0,539	Tidak signifikan

Berdasarkan hasil yang tertera pada Tabel 6 di atas, hasil pengujian menunjukkan bahwa seluruh variabel eksogen tidak berpengaruh langsung secara signifikan terhadap Kinerja Proyek. Hal ini mengindikasikan bahwa pengaruh variabel-variabel tersebut lebih dominan melalui Mutu Pelaksanaan sebagai variabel intervening.

Tabel 7. *Pengaruh Mutu Pelaksanaan Terhadap Kinerja Proyek*

Hubungan Variabel	Koefisien Jalur	T-Statistic	P-Value	Keterangan
Mutu Pelaksanaan → Kinerja Proyek	0,860	6,294	0,000	Signifikan

Berdasarkan hasil yang tertera pada tabel 7 di atas, Mutu Pelaksanaan berpengaruh positif dan signifikan terhadap Kinerja Proyek. Hal ini menunjukkan bahwa semakin baik mutu pelaksanaan pekerjaan perkerasan aspal, maka kinerja proyek jalan tol akan semakin meningkat.

Untuk memastikan konsistensi dan kekuatan hasil analisis Structural Equation Modeling–Partial Least Squares (SEM-PLS), dilakukan uji robustness melalui evaluasi stabilitas model dan signifikansi jalur dengan pendekatan internal SEM-PLS. Kami menyelidiki kekokohan dengan melihat estimasi koefisien jalur dan tingkat signifikansi dalam sejumlah uji bootstrap. Temuan uji menunjukkan bahwa variabel Dukungan Manajerial masih merupakan faktor terpenting dan terkuat yang memengaruhi Kualitas Kinerja. Di sisi lain, variabel pembatasan teknis tampaknya memiliki efek yang lebih lemah dan terus-menerus tidak konsisten.

Selain itu, analisis sensitivitas dilakukan dengan melihat seberapa konsisten keluaran model di berbagai kelompok data responden. Data yang dikumpulkan didasarkan pada atribut seperti pengalaman profesional dan partisipasi dalam inisiatif jalan tol. Hasil uji menunjukkan bahwa Dukungan Manajerial memiliki efek yang sama pada Kualitas Kinerja di semua kumpulan data. Ini menunjukkan bahwa hasil model tidak dipengaruhi oleh fakta bahwa satu kelompok responden lebih penting daripada kelompok lainnya, yang menegaskan bahwa model penelitian ini kuat.

Berdasarkan hasil evaluasi inner model menggunakan SEM-PLS, model penelitian ini memiliki kemampuan prediktif yang sangat kuat, yang ditunjukkan oleh nilai R-Square Mutu Pelaksanaan sebesar

0,856 dan Kinerja Proyek sebesar 0,916, keduanya berada pada kategori sangat tinggi menurut kriteria (Sarstedt et al., 2022). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kendala proyek dan variabel dukungan manajemen merupakan alasan utama perbedaan kinerja, dengan Kualitas Implementasi sebagai faktor terpenting. Hasil uji rute menunjukkan bahwa Kualitas Implementasi memiliki pengaruh besar dan positif terhadap Kinerja Proyek. Hal ini menunjukkan bahwa faktor dampak eksternal memiliki pengaruh tidak langsung. Selain itu, Dukungan Manajerial merupakan faktor terpenting dalam meningkatkan Kualitas Kinerja karena memiliki koefisien terbesar dan signifikansi paling tinggi. Hal ini menunjukkan betapa pentingnya komitmen, komunikasi, dan dukungan sumber daya dalam memastikan pekerjaan pengaspalan jalan dilakukan dengan baik. Uji robustness juga menunjukkan konsistensi hasil, di mana Dukungan Manajerial tetap menjadi determinan utama, sementara variabel kendala teknis menunjukkan pengaruh yang lebih lemah dan kurang stabil.

D. Cara Penilaian Capaian Kinerja Mutu di lapangan

Cara penilaian capaian kinerja mutu pelaksanaan pekerjaan perkerasan aspal di lapangan dikembangkan melalui integrasi hasil analisis Importance Performance Analysis (IPA) dan Structural Equation Modeling (SEM). IPA digunakan untuk mengidentifikasi atribut mutu prioritas berdasarkan kesenjangan antara tingkat kepentingan dan kinerja aktual, khususnya indikator yang berada pada Kuadran I, sedangkan SEM digunakan untuk menentukan faktor-faktor laten yang terbukti berpengaruh signifikan terhadap mutu pelaksanaan. Integrasi kedua pendekatan ini menghasilkan suatu instrumen penilaian kinerja mutu yang bersifat praktis, terukur, dan kontekstual terhadap kondisi proyek pelebaran lajur Jalan Tol Jakarta–Cikampek. Pendekatan ini sejalan dengan temuan Agung dan Sutrisno (2023) yang menyatakan bahwa penggabungan analisis prioritas kinerja dan pemodelan hubungan kausal menghasilkan sistem evaluasi mutu yang lebih komprehensif, serta didukung oleh Abd El-Karim dan Abouelela (2021) yang menegaskan bahwa penilaian berbasis sistem manajemen mutu meningkatkan objektivitas pengambilan keputusan pada proyek jalan.

Tabel 8. *Matriks Indikator Penilaian Kinerja Mutu (KPI Mutu)*

Dimensi Mutu	Indikator KPI	Sumber IPA	Dukungan SEM	Fokus Pengendalian
Quality	Kepadatan lapisan perkerasan aspal	Kuadran I (X_1 – Kendala Material)	X_5 & $Z \rightarrow Y$ (signifikan)	Pengendalian mutu material dan penerapan SMM
	Nilai ketidakrataaan permukaan (IRI)	Kuadran I (X_1)	X_5 & $Z \rightarrow Y$ (signifikan)	Pengawasan mutu teknis lapangan

Dimensi Mutu	Indikator KPI	Sumber IPA	Dukungan SEM	Fokus Pengendalian
	Ketebalan lapisan sesuai desain	Kuadran I (X ₁)	X ₅ & Z → Y (signifikan)	Konsistensi pelaksanaan dan QA/QC
Time	Kepatuhan window time pekerjaan	Kuadran I (X ₃ – Cuaca & Lingkungan)	X ₃ → Y (signifikan)	Manajemen risiko cuaca dan lalu lintas
	Ketepatan waktu penghamparan & pemadatan	Kuadran I (X ₃)	X ₃ → Y (signifikan)	Penyesuaian metode kerja
	Minimnya gangguan lalu lintas	Kuadran I (X ₃)	X ₃ → Y (signifikan)	Koordinasi operasional lapangan
Cost	Frekuensi pekerjaan ulang (rework)	Kuadran II–IV (X ₅ , Z)	X ₅ & Z → Y (signifikan)	Pencegahan kegagalan mutu
	Pemborosan material	Kuadran II–IV	X ₅ & Z → Y (signifikan)	Efisiensi biaya mutu
	Dampak koreksi mutu terhadap biaya	Kuadran II–IV	X ₅ & Z → Y (signifikan)	Perbaikan berkela

Matriks KPI Mutu disusun berdasarkan indikator prioritas hasil IPA dan variabel laten signifikan dari SEM-PLS, dengan fokus utama pada variabel Mutu Pelaksanaan (Y) yang dijabarkan ke dalam tiga dimensi utama, yaitu kualitas teknis (quality), ketepatan waktu (time), dan efisiensi biaya mutu (cost). Dimensi kualitas diukur melalui kesesuaian spesifikasi teknis, meliputi kepadatan lapisan, nilai IRI, dan ketebalan perkerasan, yang berdasarkan hasil IPA dipengaruhi secara kritis oleh kualitas material (Kuadran I), serta diperkuat oleh temuan SEM-PLS bahwa Dukungan Manajerial (X₅) dan Sistem Manajemen Mutu (Z) berpengaruh signifikan terhadap mutu pelaksanaan, sejalan dengan Alkilani et al. (2020) dan Wibowo & Khoirunisa (2022). Dimensi waktu dinilai melalui kepatuhan terhadap window time, ketepatan proses penghamparan, dan minimnya gangguan lalu lintas, yang menurut IPA sangat dipengaruhi oleh kendala cuaca dan lingkungan (X₃), serta dikonfirmasi oleh SEM-PLS sebagai faktor signifikan terhadap mutu pelaksanaan, konsisten dengan temuan Abd El-Karim dan Aboueila (2021). Sementara itu, dimensi biaya mutu dievaluasi melalui tingkat rework, pemborosan material, dan biaya koreksi mutu, yang secara tidak langsung mencerminkan efektivitas penerapan SMM, di mana hasil IPA dan SEM-PLS menunjukkan bahwa efisiensi biaya sangat dipengaruhi oleh komitmen manajemen dan konsistensi pengendalian mutu, sebagaimana ditegaskan oleh Agung dan Sutrisno (2023).

Penilaian capaian kinerja mutu dilakukan menggunakan skala Likert lima tingkat yang dikonversi ke dalam persentase capaian dan diklasifikasikan ke dalam lima kategori (sangat baik hingga gagal) dengan ambang batas minimal 70% sebagai standar penerimaan, guna memudahkan evaluasi operasional dan pengambilan keputusan manajerial (Agung & Sutrisno, 2023; Alkilani et al., 2020).

Prosedur penilaian capaian kinerja mutu dalam penelitian ini menggunakan skala Likert lima tingkat yang dikonversi ke dalam persentase capaian dan diklasifikasikan ke dalam lima kategori, yaitu sangat baik, baik, cukup, kurang, dan gagal, dengan ambang batas minimal 70% sebagai standar kinerja yang dapat diterima. Pendekatan ini dipilih karena mampu merepresentasikan persepsi pelaksana secara terukur, mudah dipahami oleh praktisi, serta berfungsi sebagai early warning system dalam pengendalian mutu, di mana nilai di bawah ambang batas mengindikasikan perlunya tindakan korektif segera (Agung & Sutrisno, 2023; Alkilani et al., 2020; Wibowo & Khoirunisa, 2022).

Hasil analisis SEM-PLS dan IPA menunjukkan bahwa Kuadran I membutuhkan peningkatan kualitas paling banyak dan terdapat faktor-faktor yang berdampak besar pada implementasi bersama. Berdasarkan hasil tersebut, dibuatlah rencana peningkatan implementasi bersama. Tujuan utamanya adalah mengurangi dampak cuaca dan lingkungan (X₃), meningkatkan sistem manajemen kualitas (Z), dan membuat koordinasi manajemen lalu lintas lebih efisien. Hasil IPA menunjukkan bahwa variabel lalu lintas ambien dan aktif sangat penting tetapi tidak berfungsi sebaik yang seharusnya. Hasil SEM-PLS menunjukkan bahwa X₃ memiliki pengaruh besar pada Kualitas Implementasi (Y). Oleh karena itu, beberapa strategi yang disarankan adalah memeriksa kondisi drainase, mengubah cara dan waktu pelaksanaan pekerjaan, mengenakan alat pelindung diri saat cuaca buruk, meningkatkan Jaminan Mutu/Kontrol Mutu, selalu mengikuti Rencana Mutu, dan bekerja lebih erat dengan penegak hukum dan petugas keselamatan jalan. Metode-metode ini sejalan dengan apa yang dilakukan oleh Abd El-Karim dan Abouelela (2021), Alkilani dkk. (2020), dan Agung dan Sutrisno (2023) menemukan, yang menekankan perlunya peraturan lingkungan, sistem mutu yang terstandarisasi, dan tanggung jawab manajerial untuk menjaga kualitas konstruksi jalan tetap tinggi.

Based on the results of the SEM-PLS and IPA analyses, a strategy for improving joint implementation was created. This strategy makes it clear that Quadrant I's priority attributes and variables that have a big effect on joint implementation need to be improved. The main goals are to improve the quality management system (Z), better coordinate traffic management (X₃), and reduce the effects of weather and the environment (X₃). The results of SEM-PLS show that X₃ has a big effect on Implementation Quality (Y). The results of IPA show that environmental and active traffic factors are very important but don't work very well. To improve things, the following strategies are suggested: doing audits of drainage conditions, changing the way work is done and the time it takes, wearing protective gear in bad weather, making Quality Assurance/Quality Control more important, always following the Quality Plan, and working more closely with law enforcement and PJR. This method is in line with what Abd El-Karim and Abouelela (2021), Alkilani

et al. (2020), and Agung and Sutrisno (2023) found: that environmental rules, a consistent quality system, and managers being responsible are all important for maintaining the quality of road projects.

E. Perbandingan Hasil Penelitian dengan Studi Terdahulu

Tabel 9. *Komparasi Penelitian ini dengan Studi Sejenis Internasional*

No	Peneliti & Tahun	Lokasi	Metode	Fokus Penelitian	Temuan Utama	Keterkaitan dengan Penelitian Ini
1	AbdEl-Karim & Abouelela (2021)	Mesir	Survei & Analisis Deskriptif	Implementasi ISO 9001 pada perusahaan konstruksi	Penerapan ISO 9001 meningkatkan efisiensi kerja, pengendalian mutu, dan kinerja proyek	Penerapan ISO 9001 meningkatkan efisiensi kerja, pengendalian mutu, dan kinerja proyek
2	Ali et al. (2020)	Pakistan	Survei Kuantitatif	ISO 9001 dalam industri konstruksi	ISO 9001 meningkatkan efisiensi kerja dan kualitas hasil konstruksi	Sejalan: Penerapan SMM (Z) berdampak positif terhadap mutu pelaksanaan (Y)
3	Czódörövá & Gnap (2023)	Uni Eropa	SEM & Analisis Kinerja	ISO 9001 pada sektor transportasi	Sistem mutu meningkatkan efisiensi internal dan pengendalian proses	Sejalan: Peran sistem dan manajemen dalam pengendalian mutu proyek jalan
4	Hwang & Ng (2013)	Jepang	Studi Kasus	Manajemen mutu proyek infrastruktur	Kepemimpinan dan budaya organisasi menentukan keberhasilan mutu proyek	Relevan: Faktor kepemimpinan dan budaya organisasi menjelaskan perbedaan konteks penerapan SMM antarnegara

Hasil penelitian ini menunjukkan kesesuaian dengan berbagai studi internasional yang menekankan pentingnya peran dukungan manajerial dalam meningkatkan mutu pelaksanaan proyek konstruksi. Penelitian Abd El-Karim & Abouelela (2021) membuktikan bahwa komitmen manajemen puncak dan keterlibatan aktif pimpinan berpengaruh signifikan terhadap efektivitas penerapan ISO 9001, yang sejalan dengan temuan SEM-PLS dalam penelitian ini bahwa Dukungan Manajerial merupakan faktor paling

dominan terhadap Mutu Pelaksanaan pekerjaan perkerasan aspal. Temuan ini menguatkan pandangan bahwa sistem manajemen mutu tidak hanya bersifat administratif, tetapi sangat ditentukan oleh kemampuan manajemen dalam pengambilan keputusan, pengalokasian sumber daya, serta pengendalian proses kerja (Ali et al., 2020).

Temuan studi ini berbeda dari studi lain yang dilakukan secara global karena studi ini meneliti skenario yang lebih spesifik: tekanan kualitas yang terkait dengan pembangunan jalan tol. Hal ini berbeda dari penerapan ISO 9001 yang lebih umum di perusahaan konstruksi. Konteks ini mengharuskan studi untuk memprioritaskan faktor operasional lapangan, termasuk lingkungan kerja, kendala meteorologi, dan kondisi lalu lintas saat ini. Selain itu, budaya organisasi dan peraturan yang mengaturnya memengaruhi perbedaan hasil. Penelitian yang dilakukan di Jepang dan Eropa menunjukkan bahwa sistem kualitas terintegrasi ke dalam budaya kerja terstruktur yang didukung oleh peraturan yang ketat (Hwang & Ng, 2013; Czódorová & Gnap, 2023). Sebaliknya, Indonesia terus menghadapi kesulitan dalam menjaga konsistensi sebagai akibat dari pengaruh lingkungan, kesiapan sumber daya manusia, dan dinamika lapangan. Perkembangan terkini menunjukkan bahwa sistem manajemen mutu tidak lagi hanya berorientasi pada pemenuhan standar ISO 9001, tetapi telah bergerak menuju digitalisasi dan integrasi prinsip green construction. Studi Czódorová dan Gnap (2023) membuktikan bahwa digitalisasi sistem mutu melalui monitoring berbasis data mampu meningkatkan efektivitas pengendalian mutu dan efisiensi proses kerja. Hal ini relevan dengan temuan penelitian ini, khususnya hasil IPA yang menempatkan kendala cuaca dan lingkungan sebagai prioritas utama, sehingga penerapan teknologi digital dan pendekatan berkelanjutan diharapkan mampu meningkatkan responsivitas sistem mutu terhadap dinamika lapangan dan mendukung peningkatan mutu pelaksanaan secara berkelanjutan (Li et al., 2021; Oke et al., 2022).

Oleh karena itu, hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian dari seluruh dunia yang menunjukkan betapa pentingnya dukungan manajerial dan betapa efektifnya sistem manajemen mutu dalam meningkatkan kualitas proyek konstruksi (Tan & Kamil, 2016; Ali dkk., 2020). Namun, sulit untuk memprioritaskan tindakan korektif yang lebih spesifik, terutama yang berkaitan dengan penanganan kendala cuaca, lingkungan, dan kualitas material, karena perbedaan konteks proyek, budaya organisasi, kerangka hukum, dan kompleksitas proyek jalan tol. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya mengonfirmasi teori yang ada, tetapi juga memperkaya literatur dengan perspektif kontekstual berbasis kondisi lapangan di Indonesia.

Simpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa terdapat kesenjangan antara tingkat kepentingan dan kinerja pada beberapa indikator mutu pelaksanaan pekerjaan perkerasan aspal, khususnya yang berada pada Kuadran I, sehingga memerlukan prioritas perbaikan, sementara indikator pada Kuadran II perlu dipertahankan dan Kuadran III–IV memiliki prioritas lebih rendah. Hasil SEM-PLS menunjukkan bahwa

model tersebut memiliki kemampuan prediksi yang luar biasa, dengan Kualitas Kinerja sebagai variabel kritis yang memediasi dampak faktor proyek terhadap kinerja. Dukungan Manajerial adalah faktor yang paling dominan, dan kendala material memiliki dampak negatif yang substansial. Integrasi IPA dan SEM menghasilkan instrumen penilaian kinerja berkualitas yang dilengkapi dengan sistem penilaian dan strategi peningkatan kualitas, serta didasarkan pada matriks KPI yang sistematis dan dapat diterapkan. Oleh karena itu, manajemen proyek disarankan untuk menggunakan instrumen ini sebagai alat evaluasi rutin, memprioritaskan atribut Kuadran I, memperkuat dukungan manajerial, mengoptimalkan penerapan Sistem Manajemen Mutu secara substantif, serta mulai mengintegrasikan pendekatan digital dalam pengendalian mutu. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan dilakukan validasi eksternal di berbagai proyek, perluasan variabel, penggunaan pendekatan longitudinal, serta studi komparatif lintas konteks guna memperkaya pemahaman tentang efektivitas sistem manajemen mutu pada proyek infrastruktur jalan.

Referensi

- [1] M. S. B. Abd El-Karim and M. S. A. Aboulela, "The impact of ISO 9001 implementation on construction project performance," *International Journal of Construction Management*, vol. 21, no. 7, pp. 705–717, 2021.
- [2] R. Agung and B. Sutrisno, "Evaluating quality management in toll road construction projects in Indonesia using IPA and SEM," *Journal of Infrastructure and Built Environment*, vol. 7, no. 2, pp. 101–112, 2023.
- [3] A. Ali, M. W. Khan, and A. Maqsoom, "Impact of ISO 9001 certification on performance of construction projects," *International Journal of Construction Management*, vol. 20, no. 6, pp. 567–576, 2020.
- [4] I. Andika, A. I. Rifai, M. Isradi, and J. Prasetijo, "A traffic management system for minimization of intersection traffic congestion: Case Bengkong Junction, Batam," *International Journal of Entrepreneurship and Business Development (IJEED)*, vol. 5, no. 5, pp. 945–946, 2022.
- [5] J. B. Barney, D. J. Ketchen, and M. Wright, "The future of resource-based theory: Revitalization or decline?" *Journal of Management*, vol. 47, no. 7, pp. 1783–1799, 2021.
- [6] T. Bradiaswara and M. N. Isfahani, "Analisis penerapan sistem manajemen mutu ISO 9001:2015 terhadap kinerja karyawan konstruksi," *Jurnal Teknik Sipil-Arsitektur*, vol. 23, no. 1, pp. 49–57, 2024.
- [7] R. Czódörová and J. Gnap, "Evaluation of ISO 9001 implementation in transport infrastructure organizations using structural equation modeling," *Transportation Research Procedia*, vol. 67, pp. 345–354, 2023.
- [8] D. M. Dina and M. Amin, "The effect of toll road SPM service substance on toll road user satisfaction in the Jabodetabek area," *Jurnal Infrastruktur*, vol. 9, no. 1, pp. 7–14, 2023.
- [9] L. Donaldson and B. N. Luo, "The contingency theory of organizations," in *International Encyclopedia of Human Geography*, 2nd ed., 2020.

- [10] F. C. Ferdiana, J. U. D. Hatmoko, and B. H. Setiadji, “Pengaplikasian tingkatan sistem manajemen mutu pada proyek konstruksi (quality inspection, quality control, quality assurance, dan total quality management),” *Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia*, vol. 8, no. 7, 2023.
- [11] J. F. Hair, G. T. M. Hult, C. M. Ringle, and M. Sarstedt, *A Primer on Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM)*, 3rd ed. Thousand Oaks, CA: Sage, 2022.
- [12] ISO, *ISO 9001:2015 Quality Management Systems – Requirements*. Geneva, Switzerland: International Organization for Standardization, 2015.
- [13] H. Kerzner, *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling, and Controlling*, 13th ed. Hoboken, NJ: Wiley, 2022.
- [14] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, *Peraturan Menteri PUPR Nomor 10 Tahun 2021 tentang Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi (SMKK)*. Jakarta, 2021.
- [15] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, *Spesifikasi Umum 2025 untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan*. Direktorat Jenderal Bina Marga, 2025.
- [16] D. Lestari, D. Rahmawati, and A. Maulana, “Analisis efisiensi material pada cement treated base,” *Jurnal Konstruksi Jalan dan Transportasi*, vol. 9, no. 2, 2021.
- [17] C. Z. Li *et al.*, “A blockchain- and IoT-based smart product–service system for the sustainability of prefabricated housing construction,” *Journal of Cleaner Production*, vol. 286, p. 125391, 2021.
- [18] J. A. Martilla and J. C. James, “Importance-performance analysis,” *Journal of Marketing*, vol. 41, no. 1, pp. 77–79, 1977.
- [19] M. Isradi *et al.*, “Analysis of urban road damage with pavement condition index (PCI) and surface distress index (SDI) methods,” *ADRI International Journal of Sciences, Engineering and Technology*, vol. 6, no. 1, pp. 10–19, 2021.
- [20] N. Novita, A. F. Edriani, and A. Gunawan, “Identifikasi sistem manajemen mutu berbasis ISO 9001:2015 pada perusahaan penyedia jasa konstruksi di Kota Bengkulu,” *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, vol. 13, no. 1, pp. 221–234, 2023.
- [21] A. E. Oke, D. O. Aghimien, C. O. Aigbavboa, and I. Musonda, “Digitalisation and sustainable construction practices in infrastructure projects,” *Sustainability*, vol. 14, no. 9, 2022.
- [22] PT Indec Internusa, *Laporan Analisa Perkerasan: Jasa Konsultansi Review Desain Peningkatan Kapasitas Lajur KM 50 s.d. KM 67 A pada Ruas Jalan Tol Jakarta–Cikampek*. Jakarta, 2023.
- [23] PT Jasa Marga (Persero) Tbk., *Manual Keselamatan Kerja Jalan Tol*. Jakarta, 2022.
- [24] PT Jasamarga Transjawa Tol, PT Jasamarga Tollroad Maintenance, dan PT Indec Internusa, *Rencana Teknik Akhir Pelebaran Lajur Jalan Tol Jakarta–Cikampek KM 50 s.d. KM 67 A dan KM 62 s.d. KM 50 B*. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2022.
- [25] Project Management Institute, *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK® Guide)*, 7th ed. Pennsylvania, USA: PMI, 2021.

- [26] R. Pranata, B. Nugroho, and L. M. Dewi, “Kendala implementasi sistem manajemen mutu konstruksi jalan: Studi kasus kontraktor pelaksana,” *Jurnal Manajemen Proyek Infrastruktur*, vol. 5, no. 1, pp. 22–30, 2023.
- [27] A. Rahman and F. Hidayat, “Manajemen risiko konstruksi pada pelebaran jalan tol di area lalu lintas aktif,” *Jurnal Rekayasa Konstruksi*, vol. 11, no. 1, pp. 45–53, 2022.
- [28] A. Raditya, S. Hardjomuljadi, and M. Amin, “Faktor dampak keterlambatan pembayaran kontraktor kepada subkontraktor pada proyek jalan tol,” *Konstruksia*, vol. 13, no. 1, pp. 1–16, 2021.
- [29] M. Sarstedt, J. F. Hair, J. H. Cheah, J. M. Becker, and C. M. Ringle, “How to specify, estimate, and validate higher-order constructs in PLS-SEM,” *Australasian Marketing Journal*, vol. 30, no. 2, pp. 100–114, 2022.
- [30] Syahrizal, “Pengaruh sistem mutu terhadap kinerja proyek jalan raya,” *Jurnal Teknik Sipil*, 2020.
- [31] B. Suharto, M. Z. Rakhmat, and I. D. Utama, “Evaluasi penerapan sistem manajemen mutu pada proyek jalan tol di Indonesia,” *Jurnal Teknik Sipil dan Infrastruktur*, vol. 10, no. 2, pp. 85–92, 2021.
- [32] D. J. Teece, “Business models and dynamic capabilities,” *Long Range Planning*, vol. 51, no. 1, pp. 40–49, 2018.
- [33] D. J. Teece, “Fundamental issues in strategy: Time to reassess?” *Strategic Management Review*, vol. 1, no. 1, pp. 103–144, 2020.
- [34] A. Wibowo and R. Khoirunisa, “Critical success factors of quality management systems in construction projects,” *Journal of Construction Management*, vol. 14, no. 3, pp. 211–220, 2022.
- [35] S. X. Zeng, H. Y. Ma, H. Lin, R. C. Zeng, and V. W. Y. Tam, “Social responsibility of major infrastructure projects in China,” *International Journal of Project Management*, vol. 39, no. 4, pp. 329–345, 2021.