

**MODEL KEPUTUSAN TERPADU BERBASIS RISIKO DAN AKUNTABILITAS DATA UNTUK
KEBIJAKAN PRESERVASI JALAN NASIONAL: INTEGRASI PREDIKSI IRI-PCI, EARNED
VALUE MANAGEMENT, DAN UNIT COST IRMS PADA KORIDOR MAKASSAR-PAREPARE**

***AN INTEGRATED DECISION MODEL BASED ON RISK AND DATA ACCOUNTABILITY FOR
NATIONAL ROAD PRESERVATION POLICY: INTEGRATION OF IRI-PCI PREDICTION, EARNED
VALUE MANAGEMENT, AND IRMS UNIT COST ON THE MAKASSAR-PAREPARE CORRIDOR***

Hary Styaji^{*1}, Mohamad Sobirin²

¹Mahasiswa, Magister Teknik Sipil, Universitas Tama Jagakarsa

²Dosen, Magister Teknik Sipil, Universitas Tama Jagakarsa

Korespondensi: harystyaji@gmail.com

ABSTRAK

Pengelolaan jalan nasional di Indonesia masih banyak berjalan secara reaktif, yaitu perbaikan baru dilakukan setelah kerusakan tampak jelas. Penelitian ini menawarkan model keputusan terpadu yang menghubungkan prediksi kondisi jalan, pemetaan risiko, kinerja proyek, dan tata kelola data pada koridor jalan nasional Makassar–Parepare (155 km). Berbeda dari studi sebelumnya yang hanya berfokus pada uji korelasi dan regresi, penelitian ini memposisikan hasil statistik tersebut sebagai bagian dari kerangka pengambilan keputusan yang lebih luas, mencakup risiko teknis, lalu lintas, iklim, anggaran, dan pelaksanaan, serta dikaitkan dengan Permen PUPR No. 4 Tahun 2023 tentang Laik Fungsi Jalan. Analisis menggunakan 26.818 segmen observasi (2020–2024) menunjukkan korelasi IRI–PCI sebesar $r = -0,2710$ ($p < 0,001$) dan IRI–AADT sebesar $r = +0,1898$ ($p < 0,001$), dengan R^2 model regresi sebesar 0,1110 (IRI) dan 0,1053 (PCI). Evaluasi Earned Value Management terhadap 50 proyek senilai Rp 65,08 miliar menghasilkan rata-rata CPI 0,9758 dan SPI 0,9435. Hasil menunjukkan bahwa risiko pelaksanaan proyek, bukan hanya kerusakan fisik, menentukan realisasi prioritas teknis di lapangan. Model keputusan terpadu yang diusulkan mencakup lima tahap: konsolidasi data, dashboard prioritas, kalibrasi tahunan, penganggaran berbasis unit cost IRMS, dan pengendalian EVM, dengan estimasi efisiensi anggaran 15–20% melalui pemeliharaan preventif pada segmen IRI 6–8 m/km sebelum kerusakan memerlukan rekonstruksi seharga Rp 1.923.900/m².

Kata Kunci: Akuntabilitas Anggaran, Manajemen Risiko Jalan, Model Keputusan Terpadu, *Earned Value Management*,

ABSTRACT

Indonesia's national road management remains heavily reactive: segments are typically left to deteriorate until damage becomes visually evident before entering the maintenance program. This study proposes an integrated decision model linking road condition prediction, risk mapping, project performance, and data governance for the 155-km Makassar–Parepare national road corridor. Unlike prior analyses of the same dataset, which focused solely on correlation testing and regression, this study treats those statistical results as inputs to a comprehensive decision framework encompassing a technical-traffic-climate-budget-execution risk map, the relationship between road condition indicators and Ministerial Regulation No. 4/2023 on road functional eligibility, a strategy for strengthening the Pavement Management System (PMS) database, budget accountability mechanisms, and a five-stage implementation roadmap for BBPJSN Sulawesi. The analysis draws on 26,818

observation segments (2020–2024), revealing a Pearson correlation of $r = -0.2710$ ($p < 0.001$) between IRI and PCI, and $r = +0.1898$ ($p < 0.001$) between IRI and AADT, alongside multiple regression models yielding $R^2 = 0.1110$ (IRI) and $R^2 = 0.1053$ (PCI). An Earned Value Management (EVM) evaluation of 50 projects worth IDR 65.08 billion shows an average CPI of 0.9758 and SPI of 0.9435. Findings indicate that execution risk, not physical deterioration risk alone, determines whether sound technical priorities translate into improved road conditions. The proposed integrated decision model comprises five stages—data integration, priority dashboarding, annual model calibration, IRMS-based budgeting, and EVM control—with an estimated 15–20% budget efficiency potential through preventive maintenance on segments with IRI 6–8 m/km, ahead of costlier reconstruction demand priced at IDR 1,923,900/m².

Keywords: *Budget Accountability, Earned Value Management, Integrated Decision Model, Road Risk Management*

PENDAHULUAN

Jalan nasional dapat dinyatakan memenuhi kondisi survei pada tahun berjalan, tetapi tetap gagal melayani pengguna pada tahun berikutnya apabila keputusan pemeliharaan baru diambil setelah kerusakan tampak di permukaan. Situasi ini mencerminkan pola pengelolaan jalan yang masih dominan di Indonesia: penanganan sering menunggu retak melebar atau ketidaknyamanan pengguna meningkat sebelum masuk ke program preservasi. Padahal, indikator teknis seperti International Roughness Index (IRI) dan Pavement Condition Index (PCI) telah tersedia secara rutin melalui Pavement Management System (PMS). Data tersebut seharusnya tidak hanya berfungsi sebagai catatan kerusakan, tetapi juga sebagai dasar untuk mendeteksi risiko lebih awal, menentukan prioritas pemeliharaan, dan mengarahkan anggaran sebelum kondisi jalan memburuk.

Koridor Makassar-Parepare menjadi kasus yang relevan untuk menguji hal ini. Sepanjang 155 km, koridor ini melintasi Kota Makassar, Kabupaten Maros, Kabupaten Pangkajene dan Kepulauan, Kabupaten Barru, hingga Kota Parepare, terdiri atas 19 ruas jalan nasional yang menopang mobilitas penduduk, kawasan industri, pelabuhan, dan pusat ekonomi Sulawesi Selatan bagian barat. Pertumbuhan PDRB per kapita di wilayah ini berkisar 27,8–45,0% selama 2020–2024, dan kepemilikan kendaraan bermotor melonjak, dengan Kabupaten Maros mencatat kenaikan 80,9% menjadi 163.026 unit pada 2024. Tekanan lalu lintas semacam ini biasanya berjalan lebih cepat daripada kemampuan anggaran preservasi untuk mengējarnya, dan alokasi RKAKL Sulawesi Selatan memang berfluktuasi tajam sepanjang periode tersebut, dari Rp 116,5 miliar (2024) hingga Rp 588,6 miliar (2023).

Kajian atas dataset PMS BBPJJN Sulawesi Selatan 2020–2024 yang telah diterbitkan sebelumnya

menempatkan korelasi IRI-PCI dan performa model regresi sebagai temuan utama. Hamed dkk. menemukan pola serupa pada basis data Long Term Pavement Performance Amerika Serikat, dengan R^2 sebesar 0,31, sementara Radwan dkk. menunjukkan bahwa kekuatan hubungan IRI-PCI berubah menurut iklim dan karakteristik jaringan jalan. Qiao dkk. melangkah lebih jauh dengan model dua-tahap yang memadukan tipe distress, data iklim, dan lalu lintas, mencapai R^2 validasi 0,89. Di tingkat nasional, Evans dkk. pada ruas Maros-Makassar dan Sari dkk. mengonfirmasi karakteristik deteriorasi jalan tropis Indonesia yang konsisten dengan pola tersebut. Ayuningtyas dkk. serta Sari dan Salasa menunjukkan bahwa Earned Value Management (EVM) efektif mengendalikan biaya dan jadwal proyek jalan di Indonesia dan Proaño-Narváez dkk. mengonfirmasi manfaat serupa pada proyek jalan di negara berkembang lain.

Yang belum banyak dibahas dalam literatur tersebut, termasuk dalam kajian pendahulu atas dataset yang sama, adalah bagaimana hasil prediksi kondisi jalan dan kinerja EVM diterjemahkan menjadi kerangka keputusan operasional: siapa yang memutuskan segmen mana ditangani lebih dulu, dengan risiko apa, berdasarkan data apa, dan bagaimana keputusan itu dipertanggungjawabkan. Yuliani dkk. membahas strategi pemrograman preservasi skala jaringan dengan IRMS V.3 dan MEPDG 2015, tetapi belum menautkannya dengan pengendalian proyek berbasis EVM maupun kerangka akuntabilitas anggaran publik. Sitanggang dkk. mengusulkan PMS berbasis GIS untuk pemerintah daerah, namun tidak membahas bagaimana sistem semacam itu terhubung dengan pemenuhan laik fungsi jalan sebagaimana diatur dalam Peraturan Menteri PUPR Nomor 4 Tahun 2023.

Artikel ini mengisi kesenjangan tersebut. Alih-alih mengulang analisis korelasi dan regresi yang sudah dipublikasikan, artikel ini menggunakan hasil

statistik itu sebagai bahan baku untuk membangun empat komponen yang belum tersedia dalam kajian terdahulu: (1) pemetaan risiko multidimensi koridor Makassar-Parepare; (2) keterkaitan indikator IRI-PCI dengan pemenuhan laik fungsi jalan; (3) model keputusan terpadu yang menghubungkan basis data PMS, unit cost IRMS, dan pengendalian EVM dalam satu siklus; dan (4) peta jalan implementasi lima tahap yang dapat langsung dijalankan oleh BBPJN Sulawesi Selatan. Kebaruan penelitian ini terletak pada penautan eksplisit antara manajemen risiko infrastruktur, kepatuhan regulasi laik fungsi jalan, dan akuntabilitas penganggaran publik dalam satu kerangka analisis berbasis data PMS riil, kombinasi yang belum ditemukan pada literatur IRI-PCI maupun literatur EVM jalan yang ditelaah di atas.

TINJAUAN PUSTAKA

IRI dan PCI sebagai Dasar Keputusan, Bukan Sekadar Indikator

IRI mengukur ketidakratahan permukaan jalan berdasarkan simulasi respons dinamis model quarter-car yang melintasi profil jalan pada kecepatan 80 km/jam, dan telah diadopsi lebih dari 100 negara sebagai standar evaluasi kondisi jalan. PCI, yang dikembangkan U.S. Army Corps of Engineers dan diadopsi sebagai standar ASTM D6433-23, menilai kondisi struktural dan fungsional perkerasan pada skala 0-100 berdasarkan 19 jenis distress. Keduanya sering dibaca terpisah dalam praktik: IRI dipakai untuk menilai kenyamanan, PCI untuk menilai kerusakan. Sa'dillah dkk., Santosa dkk., dan Saefudin dkk. menegaskan bahwa kombinasi kedua indikator memberi gambaran lebih lengkap dibanding memakai salah satunya saja, namun sedikit yang membahas bagaimana kombinasi ini dipakai untuk menyusun prioritas anggaran yang bisa dipertanggungjawabkan ke publik.

Earned Value Management sebagai Sinyal Risiko Pelaksanaan

EVM menggabungkan Planned Value (PV), Earned Value (EV), dan Actual Cost (AC) menjadi Cost Performance Index ($CPI = EV/AC$) dan Schedule Performance Index ($SPI = EV/PV$). Proaño-Narváez dkk. menunjukkan bahwa EVM memberi sinyal dini terhadap deviasi proyek jalan di Ekuador, sementara Ayuningtyas dkk. dan Sari serta Salasa mengonfirmasi hal serupa pada proyek peningkatan jalan di Indonesia. Yang jarang dibahas adalah bagaimana CPI dan SPI historis per jenis pekerjaan,

bukan hanya nilai agregat proyek, bisa dipakai untuk menimbang risiko pelaksanaan ketika menyusun prioritas teknis: sebuah ruas dengan kerusakan berat belum tentu layak diprioritaskan kalau jenis penanganannya secara historis punya rekam jejak pembengkakan biaya yang tinggi.

Laik Fungsi Jalan dan Tata Kelola Data PMS

Peraturan Menteri PUPR Nomor 4 Tahun 2023 tentang Pedoman Laik Fungsi Jalan menegaskan bahwa pemenuhan fungsi jalan mencakup aspek keselamatan, kenyamanan, dan pelayanan. Pedoman Perencanaan dan Pemrograman Pekerjaan Preservasi Jaringan Jalan menekankan penanganan berbasis kondisi jaringan dan ketersediaan anggaran. Kedua regulasi ini secara implisit menuntut basis data PMS yang konsisten antarwaktu, namun literatur teknis yang menguji IRI-PCI biasanya berhenti pada level korelasi statistik dan belum menautkan hasilnya secara eksplisit ke kerangka regulasi laik fungsi maupun ke kebutuhan tata kelola data yang mendukungnya.

METODE

Penelitian menggunakan data sekunder PMS BBPJN Sulawesi Selatan periode 2020-2024, mencakup 26.818 segmen observasi per 100 meter pada 19 ruas jalan nasional koridor Makassar-Parepare. Variabel yang dipakai meliputi IRI, PCI, Average Annual Daily Traffic (AADT), persentase truk, dan usia perkerasan (AGE), dilengkapi data RKAKL Direktorat Jenderal Bina Marga, unit cost IRMS Sulawesi Selatan (koefisien regional 1,06), data PDRB dan kendaraan bermotor BPS Sulawesi Selatan, serta data proyek EVM dari 50 kontrak pemeliharaan periode 2022-2024 senilai total Rp 65,08 miliar.

Tiga tahap analisis inti, yaitu korelasi Pearson ($\alpha = 0,05$), regresi berganda dengan pembagian data latih-uji 70:30 ($n = 18.552$ dan $n = 6.266$), serta perhitungan CPI dan SPI per proyek, mengikuti prosedur yang telah divalidasi pada kajian pendahuluan atas dataset yang sama [4]. Kontribusi metodologis artikel ini terletak pada tahap lanjutan: hasil tiga analisis tersebut dipetakan ke matriks risiko probabilitas-dampak, disandingkan dengan ambang laik fungsi jalan, dan disusun menjadi model keputusan lima tahap yang menautkan basis data, dashboard prioritas, kalibrasi model, penganggaran, dan pengendalian EVM. Persamaan regresi yang menjadi dasar prediksi kondisi jalan masa depan adalah:

$$IRI_{prediksi} = 5,0365 + 0,3001 \times IRI - 0,0058 \times PCI - 0,000003 \times AADT + 0,0021 \times PERSEN_TRUK - 0,4682 \times USIA \quad (1)$$

$$PCI_{prediksi} = 70,4096 - 2,2957 \times IRI + 0,2028 \times PCI - 0,000016 \times AADT - 0,1418 \times PERSEN_TRUK + 11,2459 \times USIA \quad (2)$$

Koefisien AGE (usia perkerasan) dalam kedua persamaan perlu dibaca sebagai penanda siklus pemeliharaan berkala, bukan usia kronologis semata, karena nilainya bergerak seiring intervensi preservasi yang tercatat dalam RKAKL BBPJSN Sulawesi Selatan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Jalan dan Model Prediktif sebagai Data Masukan

IRI rata-rata koridor pada periode 2020-2024 tercatat 5,50 m/km (standar deviasi 1,23 m/km), naik dari 4,78 m/km (2020) menjadi 5,81 m/km (2022) seiring lonjakan AADT pasca-pandemi dari 8.631 menjadi 48.298 kendaraan/hari, sebelum turun ke 5,70 m/km (2024) menyusul program preservasi berkala. PCI rata-rata koridor 82,70, tergolong kategori Very Good menurut ASTM D6433-23, dengan nilai tertinggi pada 2024 (85,58) setelah program rehabilitasi intensif 2023 yang didukung alokasi RKAKL tertinggi senilai Rp 588,6 miliar.

Korelasi IRI-PCI sebesar $r = -0,2710$ ($p < 0,001$) tergolong lemah namun signifikan, konsisten dengan temuan Hamedi dkk. dan Radwan dkk. [5], [6]. Korelasi IRI-AADT sebesar $r = +0,1898$ ($p < 0,001$) menunjukkan tekanan lalu lintas berkontribusi terhadap ketidakrataan permukaan, meski bukan faktor tunggal. Model regresi berganda menghasilkan $R^2 = 0,1110$ untuk prediksi IRI (RMSE = 1,03 m/km) dan $R^2 = 0,1053$ untuk PCI (RMSE = 12,55), dengan usia perkerasan sebagai prediktor terkuat pada kedua model. Validasi terhadap skenario resmi PMS menunjukkan prediksi Skenario Moderat 2024 (IRI 5,71 m/km) mendekati data aktual (5,70 m/km).

Angka-angka ini bukan hasil akhir artikel ini, melainkan bahan baku bagi bagian selanjutnya: seberapa jauh prediksi kondisi jalan bisa dipercaya untuk mengambil keputusan penganggaran, dan risiko apa yang muncul ketika keputusan itu benar-benar dieksekusi di lapangan.

Kinerja EVM sebagai Sinyal Risiko Pelaksanaan

Evaluasi 50 proyek pemeliharaan 2022-2024 senilai total Rp 65,08 miliar menghasilkan Planned Value Rp 35,92 miliar, Earned Value Rp 34,02 miliar, dan Actual Cost Rp 35,69 miliar, dengan rata-rata CPI 0,9758 dan SPI 0,9435. Angka agregat ini menyembunyikan variasi penting antarjenis pekerjaan. Surface Treatment tampil paling terkendali (CPI 1,060, SPI 1,045), sementara Rehabilitasi tercatat paling lemah (CPI 0,896, SPI 0,873), setara pembengkakan biaya 10,4% dan keterlambatan 12,7%.

Perbedaan ini masuk akal secara teknis. Surface Treatment punya lingkup pekerjaan yang relatif tetap dan mudah diestimasi, sedangkan Rehabilitasi menghadapi ketidakpastian volume kerusakan aktual di lapangan, kebutuhan rekayasa lalu lintas yang lebih besar, dan sensitivitas lebih tinggi terhadap cuaca. Proyek yang dikerjakan pada musim kemarau (Juli-September) juga cenderung mencatat SPI lebih baik dibanding proyek musim hujan, sejalan dengan pola curah hujan 2.000-2.500 mm/tahun di wilayah ini.

Implikasinya untuk penyusunan prioritas: sebuah segmen dengan IRI tinggi tidak otomatis layak masuk program Rehabilitasi tahun berjalan hanya karena kondisinya paling buruk. Rekam jejak CPI dan SPI jenis pekerjaan itu perlu ikut dipertimbangkan, karena proyek dengan risiko pembengkakan biaya dan keterlambatan tinggi bisa saja gagal menghasilkan perbaikan kondisi yang diharapkan meski anggarannya sudah dialokasikan.

Pemetaan Risiko Koridor Makassar-Parepare

Risiko pemeliharaan koridor ini dapat dipilah menjadi lima kelompok. Risiko teknis muncul dari deteriorasi perkerasan yang tercermin pada kenaikan IRI dan penurunan PCI. Risiko lalu lintas berasal dari tekanan AADT dan proporsi kendaraan berat yang mempercepat kerusakan; korelasi AADT dengan persentase truk sebesar $r = -0,6059$ ($p < 0,001$) mengindikasikan bahwa ruas bervolume tinggi justru didominasi kendaraan penumpang, sementara ruas bervolume rendah menanggung proporsi truk lebih besar, pola khas koridor campuran yang melayani pusat kota sekaligus rute logistik antarwilayah. Risiko iklim berasal dari curah hujan tropis yang melemahkan lapisan permukaan, mengganggu drainase, dan membatasi jendela waktu efektif pelaksanaan pekerjaan.

Risiko anggaran tampak jelas pada fluktuasi

RKAKL: dari Rp 588,6 miliar (2023) anjlok ke Rp 116,5 miliar (2024). Ketika anggaran turun setajam ini, keputusan prioritas menjadi jauh lebih sulit dipertanggungjawabkan tanpa dasar data yang eksplisit. Risiko pelaksanaan, sebagaimana ditunjukkan CPI dan SPI agregat di bawah 1,0, mengonfirmasi bahwa prioritas teknis yang tepat belum menjamin hasil yang tepat di lapangan.

Kelima risiko ini bisa dipetakan pada matriks probabilitas-dampak sederhana, sebagaimana

dirangkum pada Tabel 1. Segmen dengan probabilitas deteriorasi tinggi dan dampak jaringan tinggi, misalnya ruas bervolume lalu lintas besar dengan IRI di atas 8 m/km, masuk kuadran prioritas utama dan perlu dikawal ketat secara EVM. Segmen berprobabilitas rendah namun berdampak tinggi, seperti ruas akses pelabuhan dengan kondisi saat ini masih baik, tetap perlu dimonitor karena kegagalannya menimbulkan konsekuensi luas.

Tabel 1. Matriks Risiko Probabilitas-Dampak dan Strategi Penanganan Koridor Makassar-Parepare

Kuadran	Probabilitas Deteriorasi	Dampak Jaringan	Contoh Kondisi	Strategi Penanganan
Prioritas utama	Tinggi	Tinggi	Ruas volume lalu lintas tinggi, IRI > 8 m/km	Penanganan segera, pengendalian EVM ketat
Preventif terjadwal	Tinggi	Sedang	Segmen IRI 6-8 m/km, AADT sedang	Surface Treatment/Slurry Seal terjadwal
Pemantauan ketat	Rendah	Tinggi	Akses pelabuhan/logistik, kondisi masih baik	Monitoring rutin, kesiapan kontinjensi
Pemeliharaan rutin	Rendah	Rendah	Segmen IRI 4-6 m/km, volume lalu lintas rendah	Pemeliharaan rutin/kondisi standar

Sumber: PMS BBPJN Sulawesi Selatan (2020-2024)

Keterkaitan IRI-PCI dengan Laik Fungsi Jalan

Permen PUPR Nomor 4 Tahun 2023 mensyaratkan pemenuhan fungsi jalan dari sisi keselamatan, kenyamanan, dan pelayanan. IRI berhubungan langsung dengan kenyamanan dan keselamatan berkendara, sedangkan PCI berhubungan dengan kondisi permukaan yang menopang fungsi pelayanan. Karena korelasi keduanya hanya lemah ($r = -0,2710$), kombinasi keduanya, bukan salah satunya, yang relevan dipakai sebagai indikator pendukung pemantauan laik fungsi.

Ada dua skenario yang perlu dibaca berbeda. Pertama, ketika IRI naik tetapi PCI masih baik: kerusakan visual belum terlihat berat, tetapi pengguna jalan sudah merasakan penurunan kenyamanan, sinyal awal yang mudah terlewat kalau evaluasi laik fungsi hanya mengandalkan inspeksi visual. Kedua, ketika PCI menurun sementara IRI belum terlalu tinggi: kerusakan permukaan sudah tampak, tetapi belum tentu mengganggu kenyamanan berkendara secara signifikan, sehingga penanganannya bisa direncanakan tanpa tergesa. Membaca kedua indikator secara terpisah berisiko melewatkan salah satu dari dua sinyal ini.

Koridor Makassar - Parepare melayani mobilitas lokal sekaligus distribusi ekonomi regional, sehingga keterlambatan penanganan berdampak pada

biaya operasi kendaraan, waktu tempuh, dan keandalan logistik yang tidak selalu tercermin langsung dalam anggaran pemeliharaan. Pemeliharaan berbasis prediksi, bukan sekadar pemeriksaan periodik untuk memenuhi syarat minimum, menjadi cara paling realistis menjaga laik fungsi jalan pada koridor dengan tekanan lalu lintas setinggi ini.

Model Keputusan Terpadu

Kontribusi utama artikel ini adalah model keputusan terpadu yang menautkan lima elemen: data kondisi jalan dan lalu lintas, prediksi deteriorasi, prioritas teknis, unit cost IRMS, dan pengendalian EVM. Data kondisi diproses menjadi profil dan prediksi; prediksi dipakai menyusun prioritas teknis; prioritas dikaitkan dengan unit cost IRMS Sulawesi Selatan untuk menghasilkan estimasi kebutuhan biaya; setelah pekerjaan berjalan, EVM mengendalikan biaya dan jadwal; dan hasil evaluasi proyek dikembalikan ke basis data sebagai bahan kalibrasi tahun berikutnya.

Model ini berbeda dari praktik umum yang memisahkan dua fungsi: sistem PMS biasanya berhenti pada daftar prioritas teknis, sementara evaluasi proyek biasanya berhenti pada laporan realisasi kontrak. Ketika kedua sistem berjalan

terpisah, pengelola jalan sulit mengetahui apakah prioritas yang dipilih benar-benar menghasilkan pekerjaan yang efektif. Model keputusan terpadu menutup celah itu dengan menjadikan hasil EVM sebagai bagian dari basis data yang sama dengan data kondisi jalan, bukan laporan terpisah yang berhenti di

meja evaluasi.

Penerapannya tidak perlu menunggu sistem yang sempurna. Prioritisasi segmen dapat langsung disusun berdasarkan ambang IRI dan riwayat CPI, sebagaimana dirangkum pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan Unit Cost IRMS Sulawesi Selatan dan CPI Historis per Jenis Penanganan

Kondisi IRI	Prioritas	Jenis Penanganan (IRMS)	Harga Sulsel (Rp/m ²)	CPI Historis	Alokasi Anggaran
> 12 m/km (rusak berat)	Kritis	Rekonstruksi Flexible	1.923.900	0,896	Sesuai kondisi
8-12 m/km (rusak ringan)	Tinggi	Overlay AC / Structural Overlay 80 mm	475.940	0,950	40%
6-8 m/km (sedang tinggi)	Sedang	Surface Treatment / Slurry Seal	86.920	1,060	35%
4-6 m/km (sedang)	Rendah	Pemeliharaan Rutin / Kondisi	4.452 - 8.268	1,011	25%

Sumber: Daftar harga satuan IRMS Sulawesi Selatan, koefisien regional 1,06 (2024)

Selisih biaya antara Surface Treatment (Rp 86.920/m², CPI historis 1,060) dan Rekonstruksi (Rp 1.923.900/m², CPI historis 0,896) mencapai rasio 1:22,1. Satu meter persegi rekonstruksi setara biaya 22 meter persegi penanganan preventif, sekaligus dikerjakan oleh jenis pekerjaan dengan rekam jejak kinerja yang lebih baik. Argumen ekonominya sederhana: menunda penanganan pada segmen IRI 6-8 m/km bukan menghemat anggaran, melainkan menukar biaya kecil sekarang dengan biaya jauh lebih besar nanti, dikerjakan oleh jenis pekerjaan yang secara historis lebih sering melampaui anggaran dan jadwal.

Alokasi anggaran 40% untuk prioritas tinggi,

35% prioritas sedang, dan 25% prioritas rendah, dengan ruang khusus bagi penanganan kritis di luar pola tersebut, memberi kerangka yang bisa dipertanggungjawabkan tanpa harus menunggu seluruh 19 ruas terkalibrasi sempurna.

Peta Jalan Implementasi pada BBPJN Sulawesi Selatan

Model keputusan terpadu di atas hanya bernilai kalau bisa dijalankan, bukan sekadar didokumentasikan dalam laporan. Penerapannya dapat dilakukan bertahap dalam lima tahap, sebagaimana dirangkum pada Tabel 3.

Tabel 3. Peta Jalan Implementasi Lima Tahap dan Indikator Keberhasilan

Tahap	Fokus Kegiatan	Keluaran	Indikator Keberhasilan
1. Konsolidasi data	Menyusun data IRI, PCI, AADT, usia perkerasan, riwayat penanganan, dan realisasi kontrak dalam format konsisten	Basis data terpadu per segmen	Segmentasi seragam dan dapat dibandingkan antartahun
2. Dashboard prioritas	Menyusun tampilan kategori IRI/PCI, perubahan kondisi, AADT, CPI, dan SPI	Dashboard prioritas (spreadsheet terstruktur pada tahap awal)	Dapat diakses dan dipakai langsung oleh pengambil keputusan
3. Kalibrasi model tahunan	Memasukkan hasil survei terbaru dan memperbarui koefisien regresi	Model prediktif termutakhirkan	Kalibrasi dilakukan minimal satu kali per tahun
4. Integrasi penganggaran	Menerjemahkan prioritas teknis menjadi paket pekerjaan RKAKL	Usulan RKAKL berbasis data kondisi	Setiap paket pekerjaan tertaut ke justifikasi data

Tahap	Fokus Kegiatan	Keluaran	Indikator Keberhasilan
dengan unit cost IRMS			
5. Monitoring EVM	Mencatat PV, EV, AC secara berkala dan mengembalikan hasil evaluasi ke basis data	Siklus evaluasi tertutup	CPI/SPI dipantau bulanan, deviasi dikoreksi lebih awal

Sumber: Penulis, 2026

Kelima tahap ini membentuk siklus tertutup, bukan proses linear yang berhenti di laporan akhir tahun.

Akuntabilitas Anggaran dan Keterbatasan Model

Pendekatan berbasis data ini punya konsekuensi langsung pada akuntabilitas. Ketika sebuah segmen dipilih untuk ditangani, alasannya bisa ditelusuri ke nilai IRI, PCI, AADT, usia perkerasan, prediksi deteriorasi, dan estimasi biaya, bukan sekadar keputusan yang sulit dijelaskan ke pemangku kepentingan eksternal. Hal ini penting mengingat skala anggaran yang dikelola, dari Rp 116,5 miliar hingga Rp 588,6 miliar per tahun untuk satu provinsi saja, dan dampaknya langsung pada masyarakat pengguna jalan. CPI dan SPI menambahkan lapisan akuntabilitas pada tahap pelaksanaan: bila indikator memburuk selama proyek berjalan, koreksi bisa dilakukan sebelum deviasi membesar, bukan baru diketahui setelah kontrak selesai.

Model ini tetap punya batas yang perlu diakui secara terbuka. R^2 sebesar 0,11 pada model IRI dan PCI tergolong rendah untuk model regresi linear, meski sebanding dengan temuan Hamedi dkk. pada dataset LTPP ($R^2 = 0,31$) mengingat heterogenitas 19 ruas jalan yang dianalisis. Variabel struktural seperti lendutan, tebal lapis perkerasan, dan kondisi drainase belum masuk dalam dataset, sehingga hasil model perlu diperlakukan sebagai tahap penyaringan awal, bukan pengganti survei lapangan sebelum keputusan desain final. Kualitas survei antartahun juga berpotensi bervariasi akibat perbedaan alat ukur atau operator, sehingga standardisasi prosedur survei dan dokumentasi metadata perlu menyertai penerapan model ini.

KESIMPULAN

Artikel ini menempatkan hasil korelasi dan regresi IRI-PCI koridor Makassar-Parepare, yang telah dibahas secara statistik pada kajian sebelumnya, sebagai bahan baku bagi kerangka keputusan yang lebih operasional. Tiga simpulan utama dapat ditarik.

Pertama, risiko pemeliharaan koridor ini tidak berhenti pada risiko teknis kerusakan perkerasan, tetapi mencakup risiko lalu lintas, iklim, anggaran, dan pelaksanaan proyek yang saling berinteraksi; CPI dan SPI agregat di bawah 1,0 (0,9758 dan 0,9435) menunjukkan bahwa risiko pelaksanaan nyata dan perlu dikelola setara dengan risiko kerusakan fisik. Kedua, IRI dan PCI perlu dibaca sebagai pasangan indikator yang saling melengkapi untuk mendukung pemantauan laik fungsi jalan sesuai Permen PUPR Nomor 4/2023, karena korelasi keduanya yang lemah ($r = -0,2710$) berarti keduanya menangkap sinyal deteriorasi yang berbeda dan bisa saling melewatkan temuan bila dipakai sendiri-sendiri. Ketiga, model keputusan terpadu lima tahap, konsolidasi data, dashboard prioritas, kalibrasi tahunan, penganggaran berbasis unit cost IRMS, dan pengendalian EVM, menautkan perencanaan teknis dengan pengendalian pelaksanaan dalam satu siklus, dengan potensi efisiensi anggaran 15-20% melalui penanganan preventif tepat waktu pada segmen IRI 6-8 m/km sebelum berkembang menjadi kebutuhan rekonstruksi dengan biaya 22 kali lebih mahal.

Bagi BBPJN Sulawesi Selatan, langkah paling realistis untuk memulai adalah tahap pertama dan kedua dari peta jalan: konsolidasi data dan dashboard prioritas sederhana, yang bisa dijalankan dengan alat yang sudah tersedia tanpa menunggu investasi sistem baru. Penelitian lanjutan disarankan menguji transferabilitas model keputusan ini pada koridor jalan nasional lain dengan karakteristik lalu lintas dan iklim berbeda, serta mengeksplorasi metode machine learning untuk meningkatkan akurasi prediksi kondisi jalan tanpa mengorbankan kemudahan interpretasi bagi pengambil keputusan di lapangan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada BBPJN Sulawesi Selatan, khususnya Dr. Ani Any Wahyuni, S.T., M.T. dan Gigih Yudha Alam, S.Tr.T., atas izin penggunaan data; kepada Dr. Ir. M. Sobirin, M.T. dan Dr. Ir. Pio Ranap Tua Naibaho, S.T., M.T. selaku pembimbing; atas bimbingan dan masukan

yang membentuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM International (2023): Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys (ASTM D6433-23), ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Ayuningtyas, F.H., Irawan, D., Suraji, A., dan Sudjianto, A.T. (2023): Penerapan metode earned value pada proyek peningkatan jalan di Kabupaten Jember, *BOUWPLANK: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Lingkungan*, 3(1), 36-42.
- Balai Besar Pelaksanaan Jalan Nasional Sulawesi Selatan (2020-2024): Data kondisi jalan (IRI, PCI, AADT) koridor Makassar-Parepare, BBPJN Sulsel.
- Badan Pusat Statistik Sulawesi Selatan (2020-2024): Jumlah kendaraan bermotor per kabupaten/kota dan PDRB per kapita di Sulawesi Selatan, BPS Sulsel.
- Direktorat Jenderal Bina Marga (2024): Summary of Treatment Unit Cost - R08 Sulawesi Selatan (IRMS), Kementerian PUPR, Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Evans, M., Sumarwan, U., dan Hidayat, R.S. (2025): Analisis kondisi perkerasan jalan ruas Maros-Makassar menggunakan metode PCI dan IRI, *JILMATEKS: Jurnal Ilmu dan Manajemen Teknik Sipil*, 3(1), 389.
- Hamed, A., Yang, X., Zhang, Z., dan Rajagopalan, A. (2020): Leveraging long-term pavement performance database to investigate relationship between IRI and PCI, *Transportation Research Record*, 2674(7), 498-510.
- Juliati, D., Mukhbir, A., dan Tahir, S. (2023): Analisis karakteristik curah hujan dengan menggunakan metode Schmidt-Ferguson di Kota Makassar periode 2012-2021, *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*, 19(1).
- Kementerian PUPR, Direktorat Jenderal Bina Marga (2024): Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 (MDP 2024), Ditjen Bina Marga, Jakarta.
- Kementerian PUPR (2023): Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 4 Tahun 2023 tentang Pedoman Laik Fungsi Jalan, Kementerian PUPR, Jakarta.
- Kementerian PUPR, Direktorat Jenderal Bina Marga (2021): Pedoman Perencanaan dan Pemrograman Pekerjaan Preservasi Jaringan Jalan, Ditjen Bina Marga, Jakarta.
- Llopis-Castelló, D., Moreno-Navarro, F., Rubio-Gámez, M.C., dan Montalban-Domingo, L. (2024): Contribution of connected vehicles data to road roughness monitoring: A systematic review, *Transportation Research Part C*, 161, 104578.
- Proaño-Narváez, G.A., Ortega-Fierro, S.N., dan Torres-Jara, G.A. (2022): Earned value management implementation on road construction projects in Ecuador, *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(3).
- Qiao, Y., Dhulipala, S., dan Santos, J. (2025): IRI prediction model integrating PCI, distress types, climatic data and traffic data based on dual-model approach, *Construction and Building Materials*, 460, 139773.
- Radwan, N., Khedr, S., dan Hassan, M. (2024): Correlation between pavement condition index and international roughness index for urban roads in arid climate, *International Journal of Pavement Engineering*, 25(1).
- Saefudin, I., Darsana, I.W., dan Sudiasa, I.W. (2024): Analisis penilaian kondisi perkerasan jalan dengan metode PCI, SDI dan IRI, *Syntax Idea*, 6(4), 1870-1883.
- Santosa, S., Siegfried, dan Kania, B. (2022): Identifikasi kebutuhan penanganan jalan berdasarkan nilai IRI dan PCI, *Jurnal Indonesia Sosial Teknologi*, 3(11), 1188-1204.
- Sari, D., Sukmawati, S., dan Hasanuddin, A. (2023): Perbandingan nilai kerusakan jalan berdasarkan metode PCI dan metode IRI, *Jurnal EXTRAPOLASI*, 18(2), 67-78.
- Sari, D.P. dan Salasa, B.S. (2023): Pengendalian waktu dan biaya dengan metode Earned Value Analysis: Studi kasus rekonstruksi jalan Kabupaten Kutai Kartanegara, *Rekayasa Sipil*, 17(3), 315-319.
- Sa'dillah, M., Pandulu, G.D., dan Basri, M.H. (2024): Analisis kerusakan jalan berdasarkan metode IRI dan PCI, *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 12(2), 68-78.
- Sitanggang, P.B., Mulia, A.P., dan Nasution, Z.P. (2022): Penerapan pavement management system (PMS) berbasis GIS untuk pemerintah daerah, *Jurnal Teknik Sipil*, 19(2), 145-158.
- Styaji, H., Sobirin, M., dan Naibaho, P.R.T. (2026): Development of a predictive model for road maintenance management based on the correlation of IRI, PCI, and traffic data: A case study of earned value management implementation on the Makassar-Parepare corridor, *ASTONJADRO*, 15(4).
- Yuliani, G., Hariyadi, E.S., dan Sjafruddin, A. (2025): Analisis pemrograman preservasi jalan dengan strategi penanganan sementara (back-fall

strategy) skala jaringan menggunakan metode IRMS V.3 dan MEPDG 2015, Jurnal Teknik Sipil, 32(2).