

**STUDI SISTEM PEMELIHARAAN REL KERETA API
(STUDI KASUS : PETAK JALAN PAYAKABUNG – SERDANG)**

MAMAN NURYAMAN¹, FIRDAUS²

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains Teknologi, Universitas Bina Darma^{1,2}
Email: nurmaman4@gmail.com¹

Abstract: *The railway track maintenance system on the Payakabung – Serdang segment aims to identify the condition of track materials, evaluate the applied maintenance system, and analyze the Track Quality Index (TQI) as an indicator of track quality. This research applies a quantitative approach by collecting primary data on track material conditions and secondary data such as train traffic frequency, inspection schedules, and TQI values. The analysis was carried out descriptively through tables, graphs, and technical calculations. The study found several types of track damage, including defective rails (55 points), broken sleepers (27 units), loose joint bolts (60 units), installed fishplates (16 points), and ballast shortages of 200 m³ at several locations. The most dominant damages were defective rails, broken sleepers, and loose joint bolts. Based on the calculation, the line capacity reached 15,190,956 tons/year, categorized as Class II track with UIC 5 classification. The total TQI value indicates that the track condition is still in the good category, although the maintenance system tends to be more corrective than preventive. The railway track maintenance on the Payakabung – Serdang segment has been carried out through regular inspections and periodic repairs. However, preventive measures need to be improved to maintain consistent track quality and ensure the safety of train operations.*

Keywords: *Track maintenance, railway track, Track Quality Index (TQI), Payakabung – Serdang.*

Abstrak: Sistem pemeliharaan rel kereta api pada petak jalan Payakabung – Serdang. Bertujuan untuk mengidentifikasi kondisi material jalan rel, menilai sistem pemeliharaan yang diterapkan, serta menganalisis nilai *Track Quality Index* (TQI) sebagai indikator kualitas lintasan. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif dengan pengumpulan data primer berupa kondisi material jalan rel, serta data sekunder berupa frekuensi lalu lintas kereta, jadwal pemeriksaan, dan data TQI. Analisis dilakukan secara deskriptif melalui penyajian tabel, grafik, dan perhitungan teknis. Dalam penelitian ditemukan beberapa kerusakan pada material jalan rel, antara lain rel cacat (55 titik), bantalan pecah (27 buah), baut sambung longgar (60 buah), plat sambung terpasang (16 titik), serta kekurangan balas sebesar 200 m³ pada beberapa lokasi. Kerusakan yang paling dominan adalah rel cacat, bantalan pecah, dan baut sambung longgar. Berdasarkan hasil perhitungan, daya angkut lintas mencapai 15.190.956 ton/tahun yang tergolong dalam kelas jalan II dengan kategori UIC 5. Nilai total TQI menunjukkan bahwa kondisi lintasan masih berada pada kategori baik, meskipun sistem pemeliharaan lebih bersifat korektif daripada preventif. Sistem pemeliharaan jalan rel pada petak Payakabung – Serdang telah dilaksanakan melalui inspeksi rutin dan perbaikan berkala, namun perlu ditingkatkan dari segi pencegahan agar kualitas dan keselamatan perjalanan kereta api tetap terjamin.

Kata kunci: Pemeliharaan rel, Jalan rel, *Track Quality Index* (TQI), Payakabung – Serdang.

A.Pendahuluan

Transportasi kereta api memegang peranan strategis dan sangat penting dalam sistem logistik serta mobilitas nasional, sehingga menjadi tulang punggung utama untuk pergerakan barang berat (heavy haul) dan perjalanan jarak jauh [1]. Keandalan operasional moda transportasi ini, yang dikenal efisien dan aman secara inheren, sangat bergantung pada

integritas infrastruktur utama yakni jalan rel. Jalan rel sendiri merupakan sistem dinamis yang tersusun dari rel, bantalan, balas, dan komponen pengikat lainnya, yang harus mampu menahan beban gandar yang sangat besar dan berulang serta tekanan lateral dan vertikal selama pergerakan kereta [2]. Untuk itu, penerapan sistem pemeliharaan yang terencana, teratur, dan tepat waktu menjadi hal yang sangat penting, bukan sekadar tindakan preventif, melainkan syarat mutlak untuk menjaga performa optimal, memastikan keselamatan perjalanan, dan memperpanjang umur pakai seluruh elemen jalan rel [3]. Jika pemeliharaan diabaikan atau kurang optimal, kualitas jalan rel akan cepat memburuk dengan kerusakan seperti patah rel, keausan berlebihan, serta perubahan geometri lintasan yang meningkatkan risiko anjlok (*derailment*), yang pada akhirnya menimbulkan dampak luas mulai dari risiko keselamatan hingga kerugian ekonomi signifikan, termasuk gangguan jadwal, pembatasan kecepatan operasional, dan lonjakan biaya perbaikan yang mendadak [4].

Dalam konteks operasional di Indonesia, khususnya pada jaringan di Sumatera Selatan, segmen jalan Payakabung – Serdang menjadi bagian vital yang mendukung lalu lintas angkutan komoditas berat, yang dikenal dengan istilah Babaranjang. Petak jalan ini menghadapi beban dan intensitas operasional jauh lebih tinggi dibanding jalur penumpang biasa, sehingga mempercepat kelelahan material yang terjadi [5]. Dari analisis Daya Angkut Lintas (*Passing Tonnage*) yang diuraikan dalam penelitian ini, jalur Payakabung – Serdang diklasifikasikan ke dalam Kelas Jalan II / UIC 5 dengan kapasitas beban di atas 15 juta ton per tahun. Klasifikasi tersebut menimbulkan tekanan ekstrim terhadap seluruh komponen jalan rel, termasuk rel tipe R-54, bantalan, hingga subgrade. Inspeksi lapangan dan data awal mengindikasikan adanya kerusakan material yang berulang dan cukup serius, meliputi rel cacat atau depek, bantalan pecah, serta baut sambung yang longgar dalam jumlah dominan [6]. Rel depek adalah kegagalan yang sangat krusial karena berhubungan dengan *fatigue* material dan sering menjadi pemicu patah rel, sedangkan tingginya temuan bantalan pecah menunjukkan adanya kegagalan dukungan alas atau distribusi beban yang tidak merata sehingga melebihi batas elastis material.

Tingginya angka kerusakan material ini memunculkan keraguan terhadap efektivitas dan efisiensi sistem pemeliharaan yang diterapkan oleh operator kereta api, apakah sudah cukup mampu menghadapi beban berat dari operasional heavy haul tersebut. Isu utama yang muncul adalah apakah filosofi pemeliharaan yang dijalankan masih bersifat korektif dan reaktif, yang cenderung menunggu kerusakan nyata sebelum melakukan tindakan, ataukah sistem pemeliharaan tersebut sudah bertransformasi menjadi pendekatan preventif dan prediktif yang proaktif dengan tujuan mencegah kegagalan sebelum terjadi [7]. Pendekatan pemeliharaan yang lebih modern dan efektif sangat diperlukan untuk menjamin ketahanan infrastruktur, menjaga keselamatan operasional, serta meminimalisir biaya perbaikan yang tidak terduga akibat kerusakan yang sudah parah. Evaluasi dan peningkatan sistem pemeliharaan menjadi hal mendesak untuk memastikan bahwa segmen Payakabung – Serdang dan jaringan kereta api pada umumnya mampu memenuhi tuntutan intensitas operasional yang sangat tinggi dan beban berat dalam jangka panjang [8].

Evaluasi efektivitas pemeliharaan jalan rel tidak cukup hanya berdasarkan kerusakan material yang terlihat secara visual, tetapi harus melibatkan analisis kualitas geometri lintasan yang diukur secara kuantitatif melalui *Track Quality Index* (TQI). TQI adalah indikator standar internasional yang mengukur penyimpangan kondisi geometrik lintasan dari standar ideal, menggunakan pengukuran presisi alinyemen vertikal, horizontal, dan parameter geometri penting lainnya dengan alat khusus. Nilai TQI yang rendah menunjukkan kualitas baik, sementara nilai tinggi menandakan penurunan kualitas yang berisiko bagi keselamatan dan biaya operasional [9]. Pada petak heavy haul Payakabung – Serdang, analisis TQI sangat penting untuk menilai hasil kumulatif pemeliharaan, dimana nilai TQI yang stabil dan baik menunjukkan efektivitas pemeliharaan meskipun beban operasional tinggi. Penelitian

sebelumnya menegaskan pentingnya TQI sebagai dasar pengambilan keputusan pemeliharaan yang ilmiah [10].

Klasifikasi jalan rel Kelas II / UIC 5 yang menahan beban berat mengharuskan inspeksi lebih sering, teknologi perbaikan canggih, dan material berkualitas tinggi. Namun, kerusakan material signifikan yang ditemukan di jalur ini menunjukkan adanya kesenjangan dalam penerapan standar teknis atau pengaruh kelelahan material yang melebihi prediksi. Meskipun sudah ada prosedur inspeksi dari PT Kereta Api Indonesia (Persero), kurangnya evaluasi terpadu antara data kerusakan material dan TQI real-time menciptakan research gap. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi sistem pemeliharaan, menganalisis kerusakan material, mengevaluasi TQI, dan memberikan rekomendasi teknis serta manajerial yang menekankan tindakan preventif demi menjaga kualitas lintasan dan keselamatan operasional secara berkelanjutan, sekaligus membantu operator dalam pengambilan keputusan alokasi anggaran dan penerapan teknologi pemeliharaan prediktif pada jalur heavy haul di Sumatera Selatan.

B. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif yang menitikberatkan pada pengujian data empiris untuk mendeskripsikan dan menganalisis secara sistematis kondisi material jalan rel serta kinerja geometrik lintasan di lapangan. Pendekatan deskriptif dipilih karena tujuan utama penelitian adalah memberikan gambaran yang akurat mengenai fenomena yang diamati, yaitu efektivitas pemeliharaan dan kualitas lintasan pada jalur heavy haul, tanpa melakukan manipulasi variabel. Objek penelitian mencakup prasarana jalan rel pada petak Payakabung – Serdang, termasuk rel, bantalan, balas, alat penambat, serta data operasional dan pemeliharaan terkini yang relevan dengan kondisi tersebut.

Analisis Daya Angkut Lintas (Passing Tonage)

Daya Angkut Lintas (T) dihitung berdasarkan frekuensi lalu lintas kereta api dan berat gandar yang diizinkan untuk setiap jenis sarana. Hasil perhitungan T (ton/tahun) ini digunakan untuk mengklasifikasikan petak jalan (Kelas I, II, III) sesuai dengan Peraturan Dinas terkait. Klasifikasi ini kemudian dijadikan tolok ukur dalam mengevaluasi kesesuaian material dan sistem pemeliharaan yang diterapkan dengan beban operasional aktual.

Analisis Kerusakan Material

Analisis kerusakan material disajikan secara deskriptif melalui tabulasi dan grafik untuk mengukur dan mendistribusikan kerusakan dominan (rel depek, bantalan pecah, baut sambung longgar) yang diidentifikasi di lapangan. Analisis ini bertujuan untuk menentukan fokus perbaikan dan mengevaluasi efektivitas tindakan korektif yang saat ini dilakukan oleh unit pemeliharaan.

Analisis Track Quality Index (TQI)

Analisis TQI adalah komponen sentral untuk evaluasi kualitas geometrik. Perhitungan Total TQI dilakukan menggunakan rumus yang ditetapkan oleh standar PT KAI, yaitu dengan menjumlahkan nilai TQI per segmen pengukuran dan merata-ratakannya.

Di mana TQI_i adalah nilai TQI pada segmen ke- i , dan L_i adalah panjang segmen pengukuran ke- i . Nilai Total TQI yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan standar kategori kualitas jalan rel yang berlaku (misalnya, Baik, Sedang, Kurang) untuk memberikan penilaian objektif terhadap kondisi geometrik petak jalan Payakabung – Serdang, dan menjadi basis untuk menilai keberhasilan sistem pemeliharaan.

C.Pembahasan dan Analisa

1. Hasil Analisis Data Kerusakan Material

Kerusakan Rel (Rel Depek/Cacat)

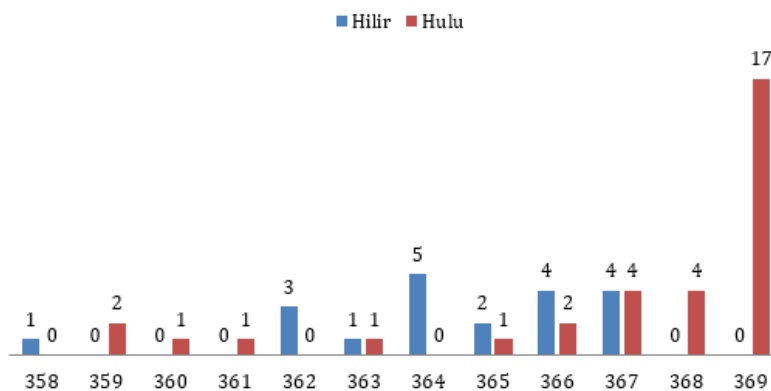
Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan tentang studi kasus sistem pemeliharaan jalan rel pada petak jalan Payakabung - Serdang menghasilkan beberapa temuan yang dapat penulis jelaskan dalam data berupa tabel, grafik dibawah ini:

Tabel 20 Daftar Rel Cacat Petak Jalan Payakabung - Serdang

No	Koridor	Jalur		Ket.
		Hilir	Hulu	
1.	KM 358	1	0	
2	KM 359	0	2	
3	KM 360	0	1	
4	KM 361	0	1	
5	KM 362	3	0	
6	KM 363	1	1	
7	KM 364	5	0	
8	KM 365	2	1	
9	KM 366	4	2	
10	KM 367	4	4	
11	KM 368	0	4	
12	KM 369	0	17	
JUMLAH		22	33	

Dari data tersebut dapat penulis jelaskan ditemukan total kerusakan rel sebanyak 55 titik. 22 titik pada jalur hilir dan 33 pada jalur hulu. Kerusakan pada rel atau biasa disebut rel depek atau rel cacat pada sistem pemeliharaan dominan berada pada koridor KM 369 yaitu sebanyak 17 titik dibandingkan dengan koridor lainnya hanya 1sampai 5 titik.

Grafik Rel Depek



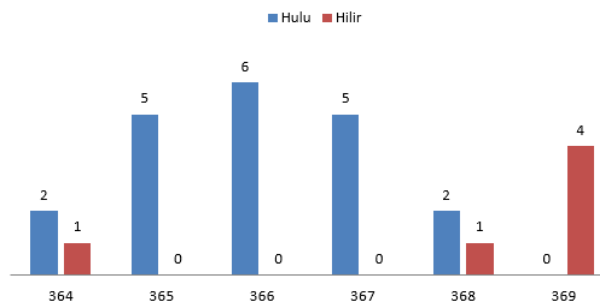
2. Bantalan pecah

Tabel 21 Daftar Jumlah Bantalan Pecah Petaak Jalan Payakabung – Serdang

No	Koridor (KM)	Jalur		Ket.
		Hulu	Hilir	
1	364	2	1	
2	365	5	0	
3	366	6	0	
4	367	5	0	
5	368	2	1	
6	369	0	4	
Jumlah		21	6	

Dari data diatas dapat dijelaskan hasil temuan yang penulis dapat kerusakan material pada sistem pemeliharaan berupa bantalan pecah diperoleh hasil dengan total sebanyak 27 bantalan pecah masing-masing 21 bantalan pecah pada jalur hilir dan 6 bantalan pecah pada jalur hulu. Jumlah bantalan pecah yang paling banyak terdapat pada koridor KM 366 sebanyak 6 buah bantalan dan KM 367 sebanyak 5 buah bantalan.

Grafik Bantalan Pecah



3. Jumlah Pedrol

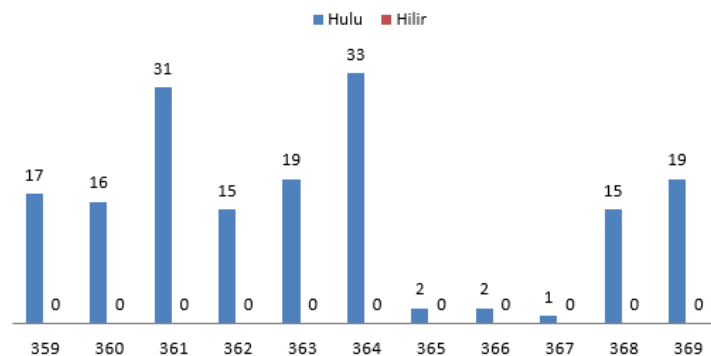
Tabel 22 Daftar Jumlah Pedrol Kurang Pada Petak Jalan Payakabung-Serdang

No	Koridor (KM)	Jalur		Ket.
		Hulu	Hilir	
1	359	17	0	
2	360	16	0	
3	361	31	0	
4	362	15	0	
5	363	19	0	
6	364	33	0	
7	365	2	0	
8	366	2	0	
9	367	1	0	
10	368	15	0	
11	369	19	0	
Jumlah		171	0	

Dari hasil temuan terdapat jumlah pedrol yang kurang diantara terdapat 33 pedrol pada jalur hulu KM 364, 31 pedrol pada KM 361, 19 pedrol pada KM 363 dan KM 369, 17 pedrol pada KM 359, 16 Pedrol Pada KM 360, 15 Pedrol pada KM 362 dan 368, 2 Pedrol pada KM

365 dan KM 366, 1 pedrol pada KM 367. Jumlah pedrol tercatat sebanyak 171 pedrol sepanjang jalur Payakabung – Serdang yang mayoritas terletak di jalur hulu.

Grafik Pedrol Kurang



4. Plat Sambung

Tabel 23 Daftar Plat Sambung Terpasang di Petak Jalan payakabung-Serdang

No	Koridor (KM)	Jalur		Ket.
		Hulu	Hilir	
1	360	1	0	
2	361	0	2	
3	362	1	0	
4	363	4	3	
5	365	0	1	
6	366	0	1	
7	367	0	1	
8	369	2	0	
Jumlah		8	8	16

Dari hasil penelitian tercatat ada beberapa plat sambung yang terpasang sepanjang jalu lintas Payakabung-Serdang yaitu 1 plat sambung di KM 360 pada jalur hulu, 2 Plat sambung di KM 361 pada jalur hilir, 1 plat sambung di KM 362 pada jalur hilir, 7 plat sambung di KM 363, 4 plat sambung pada jalur hulu dan 3 plat sambung pada jalur hilir, 1 plat sambung di KM 365, KM 366, KM 367 pada jalur hilir dan 2 plat sambung di KM 369 pada jalur hulu. Sehingga didapat total plat sambung terpasang sebanyak 16.

5. Baut Sambung

No	Koridor (Km)	Jalur		Ket.
		Hulu	Hilir	
1	360	12	0	
2	361	0	6	
3	362	0	6	
4	363	0	6	
5	365	0	6	
6	366	0	6	
7	367	0	4	
8	369	4	0	
Jumlah		16	34	60

Dari hasil peneltiaan sebanyak 60 buah baut sambung terpasang yang sebagian mengalami kerusakan atau kelonggaran. Koridor KM 360 sebanyak 12 baut sambung pada jalur hulu, KM 361 sampai KM 366 terdapat 6 buah baut sambung pada jalur hilir, KM 367 terdapat 4 baut sambung pada jalur hilir dan 4 baut sambung di KM 369 pada jalur hulu.

6. Analisis Nilai Track Quality Indeks (TQI)

Berdasarkan data TQI dari data lapangan maka dapat dihitung untuk total keseluruhan TQI pada petak jalan Payakbung – Serdang sesuai dengan peraturan perawatan PT. Kereta Api (persero) sebagai berikut :

$$\text{Total TQI} = \frac{13055,55}{324} = 40,29$$

7. Hasil perhitungan Daya Angkut Lintas

Untuk menghitung besarnya daya angkut lintas (Passing Tone) menggunakan informasi yang didapat dari lapangan serta dilampirkan berupa tabel 1. Pada halaman lapiran dengan metode perhitungan bersumber dari persamaan dibawah ini :

$$\begin{aligned} TE &= T_p + (K_b \times T_b) + (K_t \times T_1) \\ &= 11.961 + (1,5 \times T_b) + (1,5 \times 17.600) \\ &= 11.961 + (1,5 \times 17.600) \\ &= 38.361 \text{ ton} \\ T &= 360 \times S \times TE \\ &= 360 \times 1,1 \times 38.361 \\ &= 15.190.956 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Dengan demikian ruas jalan antara Payakbung dan Serdang termasuk dalam jalan kelas II yaitu $10.000.000 \geq 15.190.956 \geq 20.000.000$ (ton/tahun) dan tergolong UIC 5 yaitu $28.000 \geq 15.190 \geq 14.000$.

Untuk menghitung tegangan pada komponen jalan rel kereta api Payakbung – Serdang dengan menggunakan informasi berikut, dengan menggunakan Tipe rel (R-54), $V_{maks} = 90,5$ km/jam, $V_{plan} = 113,125$ km/jam, kelas jalan II = $10.10^6 - 20.10^6$ ton/tahun.

Dari hasil penelitian yang penulis lakukan pada sistem pemeliharaan jalan rel kereta api pada petak jalan Payakbung – Serdang didapat temuan berupa kerusakan pada material jalan real berupa rel depek atau rel cacat, adanya bantalan pecah, jumlah pedrol yang kurang, adanya plat sambung yang terpasang dan baut sambung yang longgar serta volume balas yang kurang. Kerusakan yang paling banyak ditemukan adalah rel depek, bantalan pecah dan baut sambung longgar. Hal ini sejalan dengan tingginya frekuensi lalulintas kereta api dilintasan ini sehingga komponen material yang cepat aus. Hasil ini juga selaras dengan penelitian terdahulu yang menyatakan bahwa lintasan dengan frekuensi perjalanan lalu lintas kereta api tinggi lebih rentan mengalami aus pada kepala rel atau biasa disebut dengan rel depek.

Rel depek bisa diakibatkan karena celah yang terlalu lebar sehingga hantaman roda membuat cacat pada bagian ujung rel, beban lintas yang tinggi dan volume angkutan babarpanjang pada jalur ini mempercepat keausan pada rel. Bila dibandingkan dengan standar peraturan Menteri Perhubungan tentang Pemeliharaan jalur Rel, kondisi temuan tersebut masih dalam batas toleransi dan bisa dikatakan aman untuk lalu lintas kereta api. Saat ini, sistem pemeliharaan yang dilakukan bersifat korektif dan preventif. Bersifat korektif yang dimaksud disini adalah melakukan sistem pemeliharaan rel setelah terjadi kerusakan. Sedang Preventif ialah pemeliharaan dengan melakukan pemeriksaan secara rutin baik secara manual dengan tenaga pekerja dengan berjalan menelusuri rel untuk memastikan kondisi jalan rel dalam kondisi baik.

Jalur stasiun Payakbung- serdang yang memiliki panjang lintasan ± 9.000 m masuk

ke dalam kelas jalan II (PD 10) = $10 \cdot 10^6 \geq 15.190.956 \geq 20 \cdot 10^6$ ton/tahun dengan golongan UIC 5 = $28.000 \geq 15.190 \geq 14.000$. sedangkan untuk mengetahui kondisi baik atau harus dilakukan pergantian material jalan rel. Ditentukan berdasarkan nilai *Track Quality Indeks*. Dari hasil penelitaian didapat nilai total Track Quality Indeks yang menyatakan bahwa kondisi kualitas jalan rel baik.

D. Penutup

Berdasarkan hasil analisis kuantitatif dan pembahasan yang telah dilakukan, penelitian mengenai sistem pemeliharaan rel kereta api di petak jalan Payakabung – Serdang menyimpulkan bahwa jalur ini merupakan koridor Kelas Jalan II / UIC 5 dengan Daya Angkut Lintas (*Passing Tonnage*) mencapai 15.190.956 ton/tahun, menegaskan tingkat stres operasional yang sangat tinggi. Meskipun demikian, nilai Total Track Quality Index (TQI) jalur tersebut tercatat sebesar 40,29, yang menempatkan kondisi kualitas geometrik lintasan secara keseluruhan dalam kategori Baik. Namun, temuan ini kontras dengan data kerusakan material primer yang signifikan, di mana kerusakan dominan meliputi rel cacat/depek (55 titik), bantalan pecah (27 buah), dan baut sambung longgar (60 buah). Disparitas ini menunjukkan bahwa sistem pemeliharaan yang berjalan saat ini masih cenderung korektif (reaktif), yang hanya berhasil menjaga geometri lintas agar tidak melampaui batas aman TQI, tetapi gagal mempertahankan integritas material secara preventif dan jangka panjang, sehingga menimbulkan risiko kerusakan yang terus berulang dan berpotensi fatal. Oleh karena itu, disarankan agar operator segera melakukan pergeseran paradigma pemeliharaan menjadi model prediktif dan preventif; hal ini mencakup peningkatan frekuensi dan kualitas inspeksi ultrasonik untuk mendeteksi cacat rel sejak dini, serta meninjau ulang interval penggantian (*replacement interval*) rel dan bantalan berdasarkan akumulasi *Passing Tonnage* dan tingkat kelelahan material (*fatigue*), bukan hanya berdasarkan usia, demi menjamin keamanan dan efisiensi operasional yang berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- [1] T. Budi Santoso, B. Lutfiani Al Zakina, M. Zainul Ikhwan, K. kunci, B. Tinggi, and L. Sepur, “Analisis Kondisi Eksisting Jalan Rel Blitar-Malang Berdasarkan Nilai Track Quality Index Analysis of the Existing Condition of the Blitar-Malang Railway Based on the Track Quality Index,” vol. 08, no. 02, pp. 101–110, 2023, [Online]. Available: <http://ejurnal.unmuhjember.ac.id/index.php/HEXAGON>
- [2] R. Rizki and A. Lubis, “Rekomendasi Frekuensi Pemecokan Jalan Rel untuk Kereta Semiepat 160 Km / Jam (Studi Kasus : Surabaya-Cepu),” vol. 8, pp. 188–194, 2024.
- [3] H. Widayastuti, A. F. Sedayu, W. S. Budhi, W. K. Chiu, and Istiar, “Prediction of speed limit on the railway track using track quality index and multibody dynamics simulation,” *Mater. Res. Proc.*, vol. 27, pp. 59–66, 2023, doi: 10.21741/9781644902455-8.
- [4] A. B. Al-Hamdan, Y. I. Alatoon, I. Nlenanya, and O. Smadi, “Weighting Variables for Transportation Assets Condition Indices Using Subjective Data Framework,” *CivilEng*, vol. 5, no. 4, pp. 949–970, 2024, doi: 10.3390/civileng5040048.
- [5] R. Rumondang, M. Y. Lubis, R. Sembiring, and A. R. Lubis, “PT. Media Akademik Publisher KAJIAN YURIDIS PENGELOLAAN BARANG MILIK NEGARA (BMN) TERHADAP PEMANFAATAN ASET TANAH BADAN USAHA MILIK NEGARA (BUMN) PADA PT. KERETA API INDONESIA (PERSERO) LINTAS JALUR REL KERETA API PERBAUNGAN-TEBING TINGGI,” *Agustus*, vol. 2, no. 8, pp. 3031–5220, 2024.
- [6] W. A. S. A. *, 1, A. P. B, and dan G. F. N. B, “Penanganan Amblesan Jalan Kereta Api Pada Km . 112 + 000 - Km . Enim,” vol. 3, no. 2, pp. 3–8, 2022.

- [7] P. R. Sidabutar, “PEMBANGUNAN STASIUN LUBUK PAKAM BARU Diajukan Untuk Syarat Dalam Ujian Sidang Sarjana Teknik Sipil Strata Satu Universitas Medan Area Disusun Oleh : FAKULTAS TEKNIK PEMBANGUNAN STASIUN LUBUK PAKAM BARU Diajukan Untuk Syarat Dalam Ujian Sidang Sarjana Tekn,” 2022.
- [8] Andry Yuliyanto, Galih Rio Prayogi, Michael, Frans Dermanto Hutabarat, and Muhammad Abi Berkah Nadi, “Evaluasi rel dan bantalan berdasarkan beban angkut lintas dan kinerja operasi kereta api (studi kasus: jalan rel Tanjung Karang-Rejosari),” *Padur. J. Tek. Sipil Univ. Warmadewa*, vol. 13, no. 1, pp. 26–35, 2024, doi: 10.22225/pd.13.1.9159.26-35.
- [9] Y. Setiawan, “Evaluasi Kondisi Jalan Rel Lintas Kroya-Kutoarjo Jawa Tengah Berdasarkan Track Quality Index,” *J. Ismetek 14 No. 1*, no. 1, pp. 6–10, 2022.
- [10] Y. A. Tanne, H. Safira, O. T. R. Zai, R. Meilani, and S. A. Kurnia, “Evaluasi Perlintasan Sebidang atau Level Crossing (Studi Kasus: Bandung Raya),” *J. Perkeretaapi. Indones. (Indonesian Railw. Journal)*, vol. 8, no. 1, pp. 32–41, 2024, doi: 10.37367/jpi.v8i1.313.