

Peningkatan Kualitas Jalan pada Jalan Abdul Gani atas Kota Batu

Qori' Arrahmah Fara Misni^{1*}, Amalia Nur Adibah², Andi Syaiful Amal³

^{1,2,3}Fakultas Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Malang, Malang Indonesia

Corresponding Author's e-mail : amalianuradibah@umm.ac.id



e-ISSN: 2964-2981

ARMADA : Jurnal Penelitian Multidisiplin

<https://ejournal.45mataram.ac.id/index.php/armada>

Vol. 04, No. 07 Juli, 2026

Page: 2545-2553

DOI:

<https://doi.org/10.55681/armada.v4i7.2928>

Article History:

Received: Mei 03, 2026

Revised: Juni 10, 2026

Accepted: Juli 18, 2026

Abstract : *Jalan Abdul Gani Atas in Batu City is a vital route that connects the Kusuma Agrotourism tourist area, the Transport Museum, and Amarta Hills with residential areas. The $\pm 2,300$ m long road with a width of 6.5 m has suffered severe damage in the form of potholes, cracks, grain release, and subsidence due to traffic loads, extreme weather, and declining material quality. This research aims to improve the quality of the Abdul Gani Atas road in Batu City and formulate appropriate maintenance solutions. The methods used are Surface Distress Index (SDI) based on Bina Marga with four parameters and Root Cause Analysis (RCA) with the 5 Whys technique. The results of the SDI calculation showed heavy damage (SDI 175) at STA 0.000 + 0.100 and STA 0.100 + 0.200 in the form of subsidence, light damage to STA 0.200 + 0.300 and STA 0.300 + 0.400 due to overflowing drainage, as well as moderate damage to STA 0 + 800 + 0.900 and STA 1,700 + 1,800 in the form of holes. The main factors of damage include declining material quality, traffic loads that exceed capacity, poor drainage systems, and lack of regular maintenance. The handling of the recommended Bina Marga standards includes improving drainage by replacing the culvert box and grill, adding a 1.5 m wide sidewalk, overlaying using 4 cm thick ACWC, and repairing the foundation with 6 cm thick ACBC according to Bina Marga's specifications.*

Keywords : *Surface Distress Index (SDI), Root Cause Analysis (RCA), Road Damage Assessment, Road Maintenance, Drainage Improvement, Bina Marga Standards*

Abstrak : *Jalan Abdul Gani Atas di Kota Batu merupakan jalur vital yang menghubungkan kawasan wisata Kusuma Agrowisata, Museum Angkut, dan Amarta Hills dengan area permukiman. Jalan sepanjang ± 2.300 m dengan lebar 6,5 m ini mengalami kerusakan parah berupa lubang, retak, pelepasan butir, dan keambelasan akibat beban lalu lintas, cuaca ekstrem, dan menurunnya kualitas material. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas jalan Abdul Gani Atas di Kota Batu dan merumuskan solusi pemeliharaan tepat. Metode yang digunakan adalah Surface Distress Index (SDI) berdasarkan Bina Marga dengan empat parameter serta Root Cause Analysis (RCA) dengan teknik 5 Whys. Hasil perhitungan SDI menunjukkan kerusakan berat (SDI 175) pada STA 0.000 + 0.100 dan STA 0.100 + 0.200 berupa keambelasan, kerusakan ringan pada STA 0.200 + 0.300 dan STA 0.300 + 0.400 akibat drainase meluap, serta kerusakan sedang pada STA 0+800 + 0.900 dan STA 1.700 + 1.800 berupa lubang. Faktor utama kerusakan meliputi menurunnya kualitas material, beban lalu lintas*

yang melebihi kapasitas, sistem drainase yang kurang baik, dan kurangnya perawatan rutin. Penanganan dari standar Bina Marga yang di rekomendasikan meliputi perbaikan drainase dengan mengganti box culvert dan grill, menambahkan trotoar lebar 1,5 m, overlay menggunakan ACWC setebal 4 cm, dan perbaikan pondasi dengan ACBC setebal 6 cm sesuai spesifikasi Bina Marga.

Kata Kunci : Indeks Kerusakan Permukaan (SDI), Analisis Akar Penyebab (RCA), Penilaian Kerusakan Jalan, Pemeliharaan Jalan, Perbaikan Drainase, Standar Bina Marga

PENDAHULUAN

Infrastruktur jalan memiliki peranan krusial dalam sektor transportasi dan mampu memberikan dampak terhadap kemajuan aspek ekonomi, social, budaya, serta politik di suatu wilayah. Jalan berfungsi sebagai komponen sangat penting dalam sistem transportasi. Kondisi akses jalan yang memadai dapat mendorong kemajuan ekonomi, sedangkan keterbatasan akses jalan dan keadaan jalan yang rusak dapat berdampak buruk pada kegiatan masyarakat (Ibrahim et al., 2023). Wilayah Jalan Abdul Gani Atas di Kota Batu, Jawa Timur, merupakan Kawasan dataran tinggi yang sejuk, didominasi oleh perbukitan dan terletak dilereng pegunungan. Terkenal sebagai pusat pariwisata dan agrowisata. Area ini menjadi lokasi utama destinasi populer seperti Kusuma Agrowisata, tempat pengunjung dapat memetik buah langsung dan berbatasan langsung dengan kawasan ikonik lain, seperti area belakang Museum Angkut, Jatim Park 1, dan Klub Bunga.

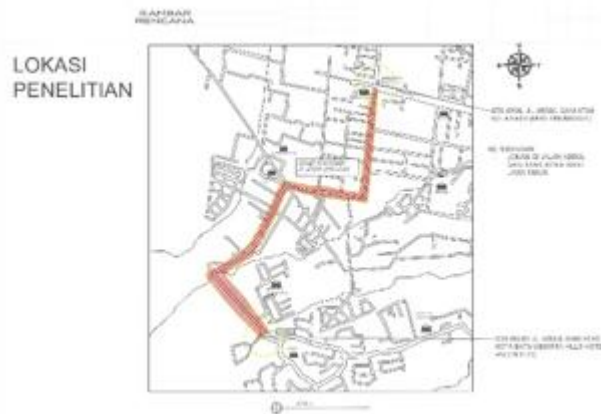
Kawasan ini sangat bernilai investasi tinggi banyak digunakan untuk pembangunan vila peristirahatan, hotel, dan area komersial karena didukung lanskap yang menawan. Untuk itu sangat penting melakukan peningkatan kualitas jalan pada Abdul Gani Atas. Dalam rangka menunjang perekonomian dari sektor pariwisata, pertanian, dan agrowisata di Kota Batu diperlukan adanya pendukung berupa akses jalan, salah satunya dengan adanya pengembangan fasilitas jalan. Sehingga bertujuan untuk peningkatan kualitas jalan guna mempermudah akses, selain itu kendaraan juga bisa merasa aman dan nyaman ketika melintas terutama jalan Abdul Gani Atas (Godiva et al., 2021) Ruas Jalan Abdul Gani Atas sebagai jalan utama penghubung pusat kota dan wisata mengalami kerusakan parah seperti lubang, retak, pelepasan butir, dan kegemukan aspal akibat beban lalu lintas, cuaca, serta kualitas material. Penelitian ini menggunakan metode Bina Marga dengan analisis memakai (*Surface Distress Index/SDI*) berdasarkan % luas retak, lebar retak, jumlah lubang/100 m, dan kedalaman rutting, serta *Root Cause Analysis* (RCA) untuk mengidentifikasi akar penyebab kerusakan secara mendalam, guna mengevaluasi kondisi dan dampaknya terhadap kenyamanan serta keselamatan pengguna jalan (Direktur Jenderal Bina Marga, 2021).

METODE PENELITIAN

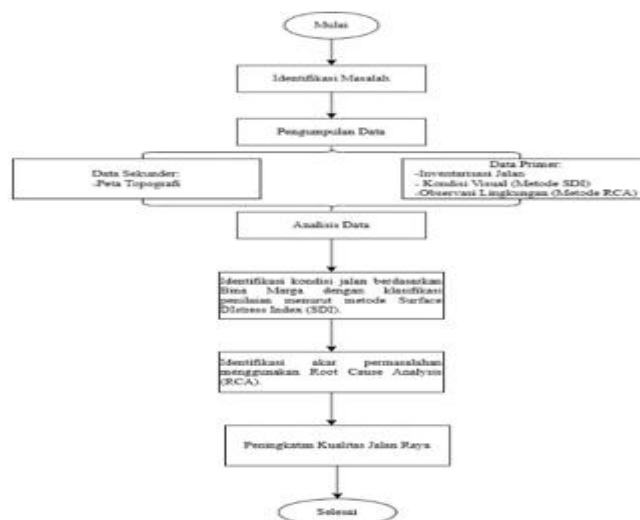
Tahap penelitian diawali dengan dikumpulkan melalui metode *Surface Distress Index* (SDI). Prosesnya dimulai dengan mengidentifikasi kerusakan jalan dengan tahapan meliputi *survey* kerusakan permukaan jalan, pengumpulan data jenis dan tingkat kerusakan sesuai formulir Bina Marga, perhitungan nilai SDI menggunakan rumus bobot yang telah ditetapkan, dan klasifikasi tingkat kerusakan berdasarkan ambang batas standar. Setelah nilai SDI diperoleh, dilakukan analisis penyebab kerusakan menggunakan *Root Cause Analysis* (RCA) dengan metode teknik 5 why untuk menelusuri akar masalah kerusakan jalan. Selanjutnya untuk mengatasi kerusakan yang ditemukan, penanganan dilakukan mengacu pada standar Bina Marga. Pemilihan metode perbaikan disesuaikan dengan kondisi kerusakan apakah perlu melakukan penambalan, *overlay* aspal, atau bahkan rekonstruksi. Seluruh proses perbaikan dilaksanakan sesuai spesifikasi teknis Bina Marga, lalu dilakukan evaluasi untuk memastikan hasil penanganan memadai.

Melalui penelitian ini dapat memberikan rekomendasi yang jelas dan tepat sasaran dalam pemeliharaan kondisi jalan. Untuk pengumpulan data untuk analisa SDI (*Surface Distress Index*)

dan RCA (*Root Cause Analysis*) pada Jalan Abdul Gani Atas, Kota Batu mencakup data primer dari survei lapangan (inventarisasi jalan, kondisi visual per segmen 100 m seperti retak, lubang, *rutting*, dan kekasaran, serta observasi lingkungan seperti drainase, limpasan air dan pola kendaraan) serta data sekunder (peta topografi dari DPUPR). Analisis SDI menghitung skor berdasarkan % luas retak, lebar retak, jumlah lubang, dan kedalaman bekas roda untuk klasifikasi (0 – 50: baik; 51 – 100: sedang; 101 – 150: rusak ringan; >150: rusak berat) (Djoko Kirmanto, 2011)., sementara RCA menggunakan 5 Why meneliti faktor manusia, lingkungan, material, dan pemeliharaan. RCA sering digunakan dalam menjalankan berbagai macam kegiatan bisnis, termasuk proyek pembangunan jalan dan semacamnya itu (Wibowo, 2018). Integrasi hasil membentuk matriks penanganan yaitu pemeliharaan rutin (SDI <100), rehabilitasi overlay (100 – 150) dan rekonstruksi total (>150) dengan koreksi RCA prioritas seperti perbaikan drainase untuk mencegah kerusakan berulang. Lokasi penelitian dilakukan pada ruas jalan provinsi Jalan Abdul Gani Atas, Kota Batu, Jawa Timur. Panjang jalan $\pm$ 2.300 m dengan lebar 6,5 m dengan Panjang Ruas (PR) luas [400 – 080] dari STA 0 + 000 – STA 2 + 184 terdapat beberapa STA saja yang harus diteliti dengan rata – rata curah hujan sekitar 2.500 – 3.000 mm/tahun. Peranan jalan tersebut jalan 1 jalur, 2 lajur, 2 arah, untuk kelandaian rata – rata yang diizinkan oleh PUPR sekitar 10 – 15 %. Lokasi dapat dilihat Gambar 1 dan diagram alir dapat dilihat Gambar 2.



Gambar 1. Lokasi Penelitian Ruas Jalan Provinsi Jalan Abdul Gani Atas, Kota Batu



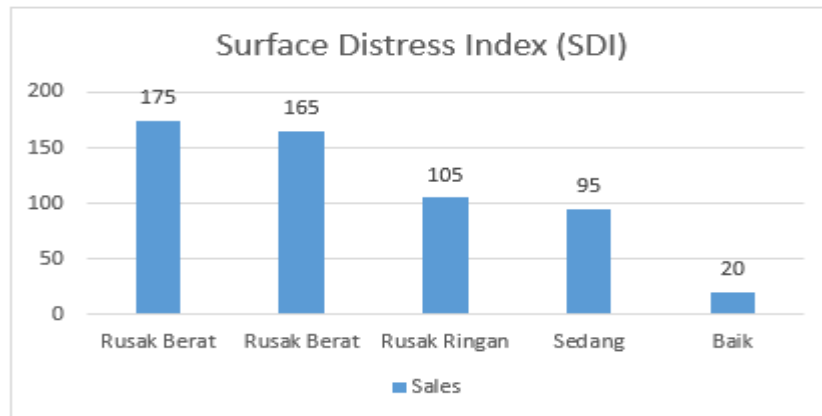
Gambar 2. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Kerusakan Jalan (Surface Distress Index)

Saat melakukan survei kondisi jalan pada Jalan Abdul Gani Atas, titik awal (STA 0+000) dimulai dari Museum Angkut, dan titik akhir (STA 2+300) pada Amarta Hills Hotel And Resor, dengan panjang total 2300 meter. Pembagian segmen menjadi 23 segmen, masing-masing segmen memiliki panjang 100 meter. Jenis kerusakan jalan yang ditemukan dalam penelitian ini antara lain adalah retak, lubang, kerusakan tepi dan bekas roda yang kesemuanya merupakan indikator klasik dari penurunan kualitas perkerasan lentur. Studi yang menjelaskan bahwa retak timbul akibat kelelahan struktural permukaan jalan karena beban berulang serta suhu tinggi (Krisdiyanto *et al.*, 2022). Di wilayah tropis seperti Kota Batu, fluktuasi suhu dan kelembapan sangat mempengaruhi perilaku material aspal. Ini diperburuk oleh tidak optimalnya pemadatan saat pelaksanaan konstruksi dan rendahnya kualitas material aspal (Anwar *et al.*, 2023).

Terdapat juga pergeseran fungsi ruang pedestrian jelas membuat ketidaknyamanan para pejalan kaki. Mereka tidak bisa lagi tenang berjalan sambil menikmati sekitar kota dan juga mereka harus berhati-hati dan tetap waspada, jangan sampai terserempet kendaraan yang berlalu lalang (Gobel, 2018). Hasil survei menunjukkan kerusakan dengan tingkat rusak berat, rusak ringan, dan sedang yang tersebar pada titik STA 0.00+0.100, STA 0.100+0.200, STA 0.200+0.300, STA 0.300+0.400, STA 0.800+0.900, STA 1.700+1.800. Segmen lainnya menunjukkan jalan yang relatif baik dengan sedikit hingga tidak ada kerusakan. Nilai SDI yang diperoleh memberikan informasi yang berguna untuk perencanaan pemeliharaan jalan dan pengambilan keputusan terkait prioritas perbaikan jalan. Data kuantitatif dalam bentuk Grafik 1, menyajikan hasil rinci dari nilai SDI per segmen jalan. Dimana pada STA 0.00+0.100 dan STA 0.100+0.200 terdapat kerusakan berat yang terjadi dilokasi yaitu keambelasan jalan, lalu pada STA 0.200+0.300 dan STA 0.300+400 terdapat kerusakan ringan terjadi dilokasi yaitu drainase meluap yang mengakibatkan debit air mengalir di permukaan jalan pada akhirnya mengikis jalan, lalu pada STA 0.800+0.900 dan STA 1.700+1.800 terdapat kerusakan sedang terjadi dilokasi yaitu lubang pada jalan.



Gambar 3. Perhitungan Persegmen Jalan
(Sumber: Hasil Penelitian, 2026)

Analisis Kerusakan Jalan (Root Cause Analysis)

Setelah itu dilakukan mencari akar penyebab permasalahan melalui *Root Cause Analysis* (RCA) merupakan suatu metode analisis yang dipakai untuk menentukan penyebab utama suatu permasalahan dengan mengidentifikasi masalah paling umum atau paling terlihat kepada persoalan khusus yang merupakan akar dari masalah tersebut (Wibowo, 2018). Berdasarkan identifikasi penyebab tersebut, dapat dibuat rencana penanganan yang tepat, meliputi penambalan bagian yang rusak, penguatan struktur jalan, perbaikan sistem pembuangan air, serta pelaksanaan perawatan pencegahan secara berkala agar jalan tetap awet dan nyaman digunakan. Melihat kondisi perkerasan yang telah mengalami kerusakan sebaiknya segera dilakukan perbaikan, metode perbaikan yang digunakan harus disesuaikan dengan jenis kerusakannya sehingga

diharapkan dapat meningkatkan kondisi perkerasan jalan tersebut sesuai apa yang berada di Gambar 1. (Yunardhi et al., 2018).

Tabel 1. Rencana Penanganan (RCA)

1	Surface Distress Index	Tahapan 5 Why (Root Cause Analysis)	
STA 0+000 ~ 0+100 & STA 0+100 ~ 0+200 (Rusak Berat)		Pertanyaan	Jawaban
		Why 1 Mengapa terjadinya ambles pada jalan Abdul Gani Atas, Kota Batu?	Karena lapisan perkerasan mengalami penurunan akibat tanah dasar yang tidak mampu menahan beban lalu lintas.
		Why 2 Mengapa tanah dasar tidak mampu menahan beban lalu lintas?	Karena daya dukung tanah menurun akibat kadar air yang tinggi dan proses jenuh air.
		Why 3 Mengapa kadar air pada tanah dasar menjadi tinggi?	Karena sistem drainase di sekitar jalan tidak berfungsi secara optimal sehingga air hujan meresap ke dalam struktur perkerasan.
		Why 4 Mengapa sistem drainase tidak berfungsi secara optimal	Karena saluran drainase mengalami penyumbatan, kerusakan, serta kapasitasnya tidak mampu menampung debit limpasan air hujan.
2	Surface Distress Index	Why 5 Mengapa saluran drainase mengalami penyumbatan dan tidak dilakukan perbaikan secara optimal?	Karena Pemeliharaan drainase dan jalan belum dilakukan secara rutin serta belum ada penanganan preventif terhadap kerusakan yang mulai muncul.
		Tahapan 5 Whys (Root Cause Analysis)	

			Pertanyaan	Jawaban
STA 0+800 ~ 0+900 & STA 1+700 ~ 1+800 (Sedang)		Why 1	Mengapa terjadinya lubang pada jalan raya?	Karena lapisan perkerasan mengalami kerusakan dan terlepas akibat beban lalu lintas serta pengaruh air.
		Why 2	Mengapa lapisan perkerasan mengalami kerusakan?	Karena air masuk kedalam lapisan perkerasan melalui retakan sehingga mengurangi kekuatan ikatan antar material.
		Why 3	Mengapa air dapat masuk ke dalam lapisan perkerasan?	Karena sistem drainase tidak berfungsi dengan baik dan retakan pada permukaan jalan tidak segera diperbaiki.
		Why 4	Mengapa retakan dan drainase tidak segera diperbaiki?	Karena kegiatan inspeksi serta pemeliharaan jalan belum dilakukan secara rutin dan tepat waktu.
		Why 5	Mengapa pemeliharaan jalan belum dilakukan secara rutin dan tepat waktu?	Karena belum tersedia program pemeliharaan preventif yang terjadwal serta alokasi sumber daya untuk penanganan kerusakan dini masih terbatas.
3	Surface Distress Index	Tahapan 5 Whys (Root Cause Analysis)		
			Pertanyaan	Jawaban
STA 0+800 ~ 0+900 & STA 1+700 ~ 1+800 (Sedang)		Why 1	Mengapa terjadinya debit air tumpah ke jalan raya?	Karena saluran drainase tidak mampu menampung debit air hujan sehingga air meluap ke badan jalan.

	Why 2	Mengapa saluran drainase tidak mampu menampung debit air hujan?	Karena kapasitas saluran drainase berkurang akibat sedimentasi, sampah, dan dimensi saluran yang tidak memadai.
	Why 3	Mengapa terjadi sedimentasi, penumpukan sampah, dan dimensi saluran tidak memadai?	Karena pemeliharaan saluran drainase tidak dilakukan secara rutin dan saluran sudah mengalami penurunan fungsi.
	Why 4	Mengapa pemeliharaan saluran drainase tidak dilakukan secara rutin?	Karena belum terdapat program inspeksi dan pemeliharaan berkala yang dilaksanakan secara konsisten.
	Why 5	Mengapa belum terdapat program inspeksi dan pemeliharaan yang konsisten?	Karena pengelolaan pemeliharaan infrastruktur drainase belum menjadi prioritas sehingga tindakan preventif terhadap kerusakan belum berjalan optimal.

(Sumber: Hasil Penelitian 2026)

Berdasarkan hasil penelitian ini, dapat dinyatakan setiap persegmen 100 meter mempunyai masalah yang dialami, disebabkan oleh banyak faktor dikarenakan curah hujan tinggi, beban kendaraan yang berlebih, drainase yang tidak memadai, tidak ada perencanaan trotoar yang memadai, lubang yang disebabkan pengerjaan *overlay* yang kurang benar, material yang tidak tahan lama terhadap beban dan cuaca.

Penanganan Kerusakan Jalan

Kerusakan jalan pasti akan terjadi, karena setiap barang atau benda yang di pakai dimungkinkan akan mengalami kerusakan yang tidak diinginkan yaitu apabila kerusakan yang terjadi tidak segera mendapatkan perbaikan, sehingga kerusakannya akan semakin parah yang bisa membahayakan para pengguna jalan (Yassin et al., 2020). Untuk itu peningkatan kualitas jalan di Ruas Jalan Abdul Gani Atas, Kota Batu membawa dampak yang signifikan terhadap aktivitas ekonomi dan kesejahteraan masyarakat setempat (Mandala et al., 2025). Semestinya kondisi jalan tidak akan semakin buruk seperti yang terjadi pada saat ini jika setiap muncul kerusakan langsung ditindaklanjuti dengan pemeliharaan yang baik (Yassin et al., 2020). Dengan itu penanganan harus

sesuai dengan standar Bina Marga dilakukanlah Marga dilakukanlah peningkatan kualitas kerusakan yang terjadi pada sistem drainase ditangani dengan cara membongkar drainase tipe U ukuran 80 x 80 x 100 yang rusak, mengganti atau memperbaiki box culvert pada jalan masuk dengan ukuran 80 x 80 x 120 dengan mengganti grill untuk jalur masuk air ke drainase dengan ukuran 80 x 120, memperbaiki trotoar di sisi kanan dan kiri dengan lebar 1,5 meter, kemudian melakukan overlay jalan menggunakan material ACWC setebal 4 cm untuk penutupan lubang serta memperbaiki pondasi jalan dengan material ACBC setebal 6 cm untuk keamblasan jalan yang terjadi sesuai spesifikasi perencanaan agar sistem drainase dan jalan dapat berfungsi kembali dengan baik. Jalan yang sebelumnya rusak dan kurang layak kini menjadi lebih baik, memudahkan arus transportasi orang dan barang. Selain itu mendorong pertumbuhan usaha yang sudah ada, perbaikan jalan juga menarik munculnya berbagai peluang usaha baru lalu memberikan keuntungan ekonomi bagi masyarakat yang memilikinya, dan sangat penting juga bagi pengguna jalan agar nyaman dan aman (Mandala dkk., 2025).

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil survei kerusakan jalan dan perhitungan *Surface Distress Index* (SDI) pada ruas Jalan Abdul Gani Atas, Kota Batu, ditemukan bahwa kondisi jalan mengalami tingkat kerusakan yang bervariasi, dengan kerusakan dominan berupa keamblasan sebesar 31% (berat), genangan akibat luapan drainase sebesar 19% (ringan), dan lubang sebesar 17% (sedang). Hasil perhitungan SDI pada STA 0+00-0+100 menunjukkan nilai 175 yang termasuk kategori rusak berat. Kerusakan tersebut dipengaruhi oleh penurunan kualitas material, beban lalu lintas yang melebihi kapasitas, sistem drainase yang kurang memadai, serta minimnya pemeliharaan rutin. Penanganan dari standar Bina Marga meliputi perbaikan drainase melalui penggantian *box culvert* dan *grill*, penambahan trotoar selebar 1,5 m serta overlay perkerasan menggunakan AC-WC setebal 4 cm dan AC-BC setebal 6 cm untuk memperbaiki keamblasan. Saran untuk penelitian selanjutnya mengkaji perbandingan metode penanganan konvensional dan ramah lingkungan, seperti pengguna RAP dan nanosilika, serta mempertimbangkan pengaruh perubahan iklim dan peningkatan volume lalu lintas dalam penyusunan strategi pemeliharaan jalan yang lebih berkelanjutan dan ekonomis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah mendukung pelaksanaan survei dan analisis kondisi Jalan Abdul Gani Atas, Kota Batu. Semoga hasil penelitian ini dapat menjadi masukan dalam perencanaan penanganan dan pemeliharaan jalan yang lebih aman, efektif, ekonomis, dan berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, A., Jaya, F. H., & Rustam, R. (2023). Peningkatan nilai stability aspal hotmix menggunakan campuran serbuk batu basalt scoria. *JTS Saburai: Jurnal Teknik Sipil Saburai*, 1(1), 47–56. <https://doi.org/10.24967/jts.v1i01.2411>
- Direktur Jenderal Bina Marga. (2021). *Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 22/SE/Db/2021 tentang Manual Aplikasi Sistem Program Pemeliharaan Jalan Provinsi/Kabupaten (PKRMS) Manual Nomor 04/M/BM/2021*.
- Gobel, F. (2018). Penerapan konsep full pedestrian mall pada koridor perdagangan: Studi kasus Jalan Soeprapto Kota Gorontalo. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 1(1). <https://doi.org/10.32662/gojise.v1i1.143>
- Godiva, P., Subagyo, U., & Poerwanto, J. A. (2021). Perencanaan geometrik Jalan Lingkar Selatan Kota Batu. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 2(4), 141–143. <https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/documents/detail/5027782>
- Ibrahim, R., Sultan, M. A., & Sabaruddin. (2023). Evaluasi dan penanganan kerusakan jalan menggunakan metode Surface Distress Index pada ruas Jalan Ahmad Malawat Kota Tidore Kepulauan. *Teras Jurnal: Jurnal Teknik Sipil*, 13(1), 127–138. <https://doi.org/10.29103/tj.v13i1.831>

- Kementerian Pekerjaan Umum. (2011). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 13 Tahun 2011 tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan*.
- Krisdiyanto, A., Dewi, K., & Wijayanto, M. A. (2022). Analisa perbandingan perencanaan tebal perkerasan lentur metode AASHTO 1993 dan tebal perkerasan lentur metode Bina Marga 2017. *Jurnal Teknik Sipil*, 15(1). <https://doi.org/10.56444/jts.v15i1.34>
- Mandala, F. M., Nalle, A. A., & Sili, M. A. R. (2025). The impact of road quality improvement on economic activities and community welfare: Case study of Frans Leburaya Road, Kupang City. *Glory: Jurnal Ekonomi & Ilmu Sosial*. <https://ejurnal.undana.ac.id/index.php/glory/article/view/22142/8093>
- Wibowo, K. (2018). *Analisa dan evaluasi: Akar penyebab dan biaya sisa material konstruksi proyek pembangunan kantor kelurahan di Kota Solo, sekolah, dan pasar menggunakan Root Cause Analysis (RCA) dan Fault Tree Analysis (FTA)*.
- Yassin, G., Ismail, D. E., & Tijow, L. M. (2020). Penegakan hukum kecelakaan lalu lintas akibat jalan rusak. *Gorontalo Law Review*, 3(2). <https://doi.org/10.32662/golrev.v3i2.982>
- Yunardhi, H., Alkasi, M. J., & Sutanto, H. (2018). Analisa kerusakan jalan dengan metode PCI dan alternatif penyelesaiannya (Studi kasus: Ruas Jalan D.I. Panjaitan). *Jurnal Teknologi Sipil*. <https://doi.org/10.30872/ts.v2i2.2187>