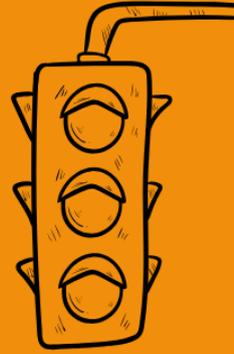




Jurnal MITRANS

Media Publikasi Terapan Transportasi



- **Evaluasi Kondisi Gardu Tol dan Dampaknya Terhadap Panjang Antrian Kendaraan (Studi Kasus: Gerbang Tol Kejapanan Utama Pasuruan)**
Rista Septi Nurdiana, Anita Susanti
- **Pengembangan Inovasi Layanan Commuter Pass Terhadap Biaya Tiket Suroboyo Bus (Studi Kasus: Rute Terminal Purabaya - Tanjung Perak)**
Putri Aisyah, Anita Susanti
- **Evaluasi Kinerja Yard Occupancy Ratio (YOR) Pada Terminal Petikemas Surabaya**
Adhelia Syahada Annindya Lukito, Anita Susanti
- **Analisis Kapasitas Saluran Drainase Dukuh Kupang Dengan Optimalisasi Kolam Penampungan (Bozem) Pada Catchment Area Gunung Sari Surabaya**
Gagas lucky Widiyanto, R. Endro Wibisono
- **Analisis Kerusakan Jalan dan Penentuan Penanganannya dengan Aplikasi Pada Link 166 Di Kabupaten Jombang**
Dhyva Choirunnisa Wicakrani, Ari Widayanti
- **Karakteristik Limbah Keramik dan Material Agregat Alam Untuk Campuran Perkerasan Lapis Antara Asphalt Concrete - Binder Course (AC-BC)**
Mahendra Ade Andriansyah, Ari Widayanti
- **Karakteristik Material RCA, Fly Ash, dan Agregat Alam sebagai Alternatif Material pada Campuran Perkerasan AC-BC**
Nisa Husna Resiana, Ari Widayanti
- **Karakteristik Limbah Keramik, Agregat Alam, dan Filler Fly Ash untuk campuran Lapis Aus Asphalt Concrete - Wearing Course (AC-WC)**
Annisa Rosida, Ari Widayanti
- **Karakteristik Recycled Concrete Aggregates (RCA) dan Material Lainnya Pada Lapisan Concrete Base Course (AC-BASE)**
Bagas Adzan Putra Sukaryo, Ari Widayanti
- **Penilaian Kerusakan Jalan Menggunakan Pavement Condition Index (PCI) Pada Ruas Jalan Raya Mastrip - Joyoboyo**
Kresna Dini Fitriani, Ari Widayanti
- **Identifikasi Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI) Beserta Penanganannya Pada Ruas Jalan Cangkir - Mastrip Provinsi Jawa Timur**
Kresna Dina Fitriana, Ari Widayanti
- **Perencanaan Infrastruktur Penyeberangan Pejalan Kaki Untuk Meningkatkan Keselamatan Penumpang di Grab Lounge Bungurasih Sidoarjo**
Selly Adiza Siswanto, Kusuma Refa Haratama

Kata Pengantar

Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi (MITRANS) merupakan Open Journal System (OJS) yang berada di Program Studi D4 Transportasi Fakultas Vokasi Universitas Negeri Surabaya (UNESA). MITRANS menerbitkan Volume 3, Nomor 1, April 2025. Penerbitan jurnal ini dimaksudkan untuk memberikan informasi ilmiah mengenai perkembangan ilmu transportasi yang meliputi hasil penelitian, kajian pustaka dan telaah kritis pada kasus-kasus ilmu transportasi. Pada Volume 3, Nomor 1 ini menerbitkan 12 judul artikel ilmiah yang kami sajikan. Redaksi mengucapkan terima kasih kepada para mitra bestari dan penyunting yang telah menyediakan waktunya untuk menyunting naskah artikel yang dimuat. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada para penulis dan semua pihak yang telah membantu hingga terbitnya jurnal ini. Kami sangat mengharapkan peran aktif semua pihak sebagai penulis artikel, baik dari lingkungan akademisi maupun praktisi dan lain-lain khususnya bidang transportasi. Semoga materi yang disampaikan dapat berguna bagi pembaca dan pengembangan ilmu pengetahuan secara umum. Kritik dan saran sangat redaksi harapkan untuk perbaikan penerbitan berikutnya. Terimakasih dan Selamat Membaca.

Volume 3, No. 1, April 2025

E-ISSN : 3025 - 8774

Media Publikasi Terapan Transportasi (MITRANS)

Pimpinan Redaksi :

R. Endro Wibisono, S.Pd., M.T. (UNESA)

Editor :

Kencana Verawati, Universitas Negeri Jakarta (UNJ),
Vivian Karim Ladesi, Universitas Negeri Jakarta (UNJ),
Muhammad Hadid, Institut Teknologi Kalimantan (ITK)
Arik Triarso, Universitas Negeri Surabaya (UNESA),
Amanda Ristriana Pattisinai, Universitas Negeri Surabaya (UNESA)
Wahyu Dwi Mulyono, Universitas Negeri Surabaya (UNESA),
Hendro Sutowijoyo, Universitas Narotama (UNNAR),
Purwo Mahardi, Universitas Negeri Surabaya (UNESA),

Mitra Bestari :

Dr. Winoto Hadi, S.T., M.T. (UNJ)
Dr. Ir. Dadang Supriyatno, M.T., IPU., ASEAN. Eng. (UNESA)
Dr. Anita Susanti, S.Pd., M.T. (UNESA)
Dr. Ari Widayanti, S.T., M.T. (UNESA)
Adhi Muhtadi, S.T., S.Si., M.Si., M.T. (UNNAR)
Muhammad Shofwan Donny Cahyono, S.S.T., M.T. (UWIKI)
Miftachul Huda, S.Pd., M.T., (UM Surabaya)

Alamat Penerbit :

Prodi D4 Transportasi
Gedung K4, Fakultas Vokasi
Universitas Negeri Surabaya
Telp. 085791231992

Website: <https://journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans/index>

Email : mitrans@unesa.ac.id

Frekuensi terbit setahun 3 kali (April, Agustus, Desember)

Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi (MITRANS) merupakan suatu wadah karya tulis ilmiah para dosen dan praktisi yang bergerak dibidang transportasi sebagai perwujudan tri darma perguruan tinggi.

JURNAL MITRANS

Media Publikasi Terapan Transportasi

Halaman Judul	i
Kata Pengantar.....	ii
Susunan Dewan Redaksi	iii
Daftar Isi	iv
Petunjuk Penulisan	vi

Evaluasi Kondisi Gardu Tol dan Dampaknya Terhadap Panjang Antrian Kendaraan (Studi Kasus: Gerbang Tol Kejapanan Utama Pasuruan)

Rista Septi Nurdiana, Anita Susanti 1-8

Pengembangan Inovasi Layanan Commuter Pass Terhadap Biaya Tiket Suroboyo Bus (Studi Kasus: Rute Terminal Purabaya - Tanjung Perak)

Putri Aisyah, Anita Susanti..... 9-16

Evaluasi Kinerja Yard Occupancy Ratio (YOR) Pada Terminal Petikemas Surabaya

Adhelia Syahada Annindya Lukito, Anita Susanti..... 17-22

Analisis Kapasitas Saluran Drainase Dukuh Kupang Dengan Optimalisasi Kolam Penampungan (Bozem) Pada Catchment Area Gunung Sari Surabaya

Gagas Lucky Widiyanto, R. Endro Wibisono..... 23-35

Analisis Kerusakan Jalan dan Penentuan Penanganannya dengan Aplikasi Pada Link 166 Di Kabupaten Jombang

Dhyva Choirunnisa Wicakrani, Ari Widayanti 36-45

Karakteristik Limbah Keramik dan Material Agregat Alam Untuk Campuran Perkerasan Lapis Antara Asphalt Concrete - Binder Course (AC-BC)

Mahendra Ade Andriansyah, Ari Widayanti 46-52

Karakteristik Material RCA, Fly Ash, dan Agregat Alam sebagai Alternatif Material pada Campuran Perkerasan AC-BC

Nisa Husna Resiana, Ari Widayanti..... 53-60

Karakteristik Limbah Keramik, Agregat Alam, dan Filler Fly Ash untuk campuran Lapis Aus Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)

Annisa Rosida, Ari Widayanti 61-69

Karakteristik Recycled Concrete Aggregates (RCA) dan Material Lainnya Pada Lapisan Concrete Base Course (AC-BASE)

Bagas Adzan Putra Sukaryo, Ari Widayanti 70-77

Penilaian Kerusakan Jalan Menggunakan Pavement Condition Index (PCI) Pada Ruas Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo

Kresna Dini Fitriani, Ari Widayanti 78-89

Identifikasi Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Pavement Condition Index (PCI) Beserta Penanganannya Pada Ruas Jalan Cangkir – Mastrip Provinsi Jawa Timur

Kresna Dina Fitriana, Ari Widayanti..... 90-99

Perencanaan Infrastruktur Penyeberangan Pejalan Kaki Untuk Meningkatkan Keselamatan Penumpang di Grab Lounge Bungurasih Sidoarjo

Selly Adiza Siswanto, Kusuma Refa Haratama100-109

Tersedia online di www.journal.unesa.ac.idHalaman jurnal di www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans

Evaluasi Kondisi Gardu Tol dan Dampaknya Terhadap Panjang Antrian Kendaraan (Studi Kasus: Gerbang Tol Kejapanan Utama Pasuruan)

Rista Septi Nurdiana ^a, Anita Susanti ^b

^a Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

^b Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

email: ^aristasepti.21010@mhs.unesa.ac.id, ^banitasusanti@unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 10 Januari 2025

Revisi 6 Februari 2025

Diterima 12 Februari 2025

Online 28 April 2025

Kata kunci:

Gardu Tol

Antrian Kendaraan

E-Tol

Peralatan Tol

Waktu Tunggu

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kondisi gardu tol di Gerbang Tol Kejapanan Utama Pasuruan dan dampaknya terhadap panjang antrian kendaraan. Dengan menggunakan pendekatan kualitatif, penelitian ini menggali pengalaman dan pandangan dari berbagai pihak yang terlibat termasuk *Manager Area*, *Senior Officer Transaction*, *Officer Technician*, *Customer Service Supervisor* dan *Customer Service*. Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa faktor, seperti waktu pelayanan yang lama serta masalah teknis pada peralatan tol seperti mesin *reader* dan *Automatic Lane Barrier (ALB)*, berkontribusi signifikan terhadap terjadinya panjang antrian kendaraan. Penelitian ini juga mengidentifikasi bahwa saldo e-tol yang tidak mencukupi saat transaksi menjadi faktor tambahan yang memperpanjang waktu tunggu. Hasil penelitian ini memberikan gambaran komprehensif mengenai permasalahan yang ada dan menawarkan rekomendasi untuk meningkatkan efisiensi pelayanan di gerbang tol, termasuk perencanaan jumlah gardu tol yang lebih akurat dan peningkatan sistem pembayaran menggunakan teknologi *Single Lane Free Flow (SLFF)*. Implikasi dari penelitian ini diharapkan dapat membantu pengelola jalan tol dalam merumuskan strategi untuk mengurangi kemacetan yang terjadi Gerbang Tol Kejapanan Utama dan meningkatkan kepuasan pengguna jalan.

Evaluation of the Condition of Toll Substations and Their Impact on Vehicle Queue Length (Case Study: Kejapanan Utama Pasuruan Toll Gate)

ARTICLE INFO

Keywords:

Toll Booths

Vehicle Queue

E-Toll

Toll Equipment

Waiting Time

ABSTRACT

This study aims to evaluate the condition of toll booths at the Kejapanan Utama Toll Gate in Pasuruan and its impact on vehicle queue lengths. Using a qualitative approach, this research explores the experiences and views of various parties involved including *Area Managers*, *Senior Transaction Officers*, *Technician Officers*, *Customer Service Supervisors* and *Customer Service*. Based on the results of the study, several factors,

Nurdiana, R. S., & Susanti, A. (2025). Evaluasi Gardu Tol dan Dampaknya Terhadap Panjang Antrian Kendaraan (Studi Kasus: Gerbang Tol Kejapanan Utama Pasuruan). MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi, v3(n1), 1 – 8.

such as long service times and technical problems in toll equipment such as reader machines and Automatic Lane Barrier (ALB), contribute significantly to the occurrence of long vehicle queues. The study also identified that insufficient e-toll balances during transactions are an additional factor that prolongs waiting times. The results of this study provide a comprehensive overview of the existing problems and offer recommendations to improve service efficiency at toll gates, including more accurate planning of the number of toll booths and improvement of the payment system using Single Lane Free Flow (SLFF) technology. The implications of this study are expected to help toll road managers in formulating strategies to reduce congestion that occurs at the Kejapanan Utama Toll Gate and increase road user satisfaction.

© 2023 MITRANS : Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

1. Pendahuluan

Salah satu prasarana transportasi darat yang efektif dalam mengurangi kemacetan lalu lintas adalah jalan tol (Pradhitasari H & Pradono, 2011). Gerbang Tol Kejapanan Utama, yang terletak di Kabupaten Pasuruan, merupakan bagian integral dari Jalan Tol Surabaya – Gempol. Adanya jalan tol ini bertujuan untuk mendukung perkembangan ekonomi dan pembangunan wilayah dengan fokus pada peningkatan konektivitas dan aksesibilitas ke kawasan industri dan wisata di wilayah Pasuruan. Jalan Tol Surabaya – Gempol mendukung pertumbuhan ekonomi dengan meningkatkan aksesibilitas. Namun, lonjakan volume kendaraan menambah kompleksitas pengelolaan, sehingga memerlukan perhatian lebih pada perbaikan infrastruktur dan manajemen lalu lintas di gerbang tol untuk memastikan efisiensi mobilitas (Suprayitno, 2012). Jalan tol berperan penting dalam meningkatkan hubungan antar wilayah serta mempercepat mobilitas barang dan orang (Rendino dkk., 2023). Namun, aspek lain yang juga sangat penting adalah perbaikan infrastruktur jalan di daerah pedesaan, bertujuan untuk mengurangi kesenjangan antara wilayah perkotaan dan pedesaan (Sumaryoto, 2010).

Masalah kemacetan di gerbang tol dalam sistem transportasi sering kali terjadi pada jam-jam sibuk. Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya panjang antrian di gerbang tol termasuk jumlah gardu tol yang tidak mencukupi untuk menampung arus kendaraan serta waktu pelayanan yang terlalu lama. Kondisi ini dapat menyebabkan ketidaknyamanan bagi pengguna jalan dan memperpanjang waktu tempuh pengguna jalan tol (Sari dkk., 2018). Berdasarkan informasi dari wawancara dengan pihak *senior officer transaction*, Gerbang Tol Kejapanan juga mengalami antrian kendaraan pada jam-jam sibuk, seperti antara pukul 10.00 WIB hingga 12.00 WIB di siang hari dan pukul 15.00 WIB hingga 18.00 WIB di sore hari. Untuk mencegah terjadinya antrian panjang yang dapat mengganggu standar pelayanan minimum (SPM), perencanaan jumlah gardu tol yang akurat sangat diperlukan. Ketidakakuratan dalam menentukan jumlah gardu dapat mengakibatkan antrian kendaraan yang berlebihan, sehingga pada akhirnya berdampak negatif terhadap kepuasan pengguna jalan tol dan efisiensi pelayanan (Rini, 2020).

Berpijak pada uraian di atas, bahwa evaluasi kondisi gardu tol di Gerbang Tol Kejapanan Utama Pasuruan melalui pendekatan kualitatif memberikan pemahaman yang mendalam tentang faktor-faktor yang mempengaruhi panjang antrian kendaraan. Dengan menggali pengalaman penelitian dengan cara melakukan pengamatan langsung di lapangan, penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi permasalahan yang ada pada kondisi gardu tol, sehingga dapat memberikan gambaran jelas mengenai dampaknya terhadap panjang antrian.

2. Studi Literatur

Studi litetaratur berisi beberapa kajian terdahulu yang menjadi dasar rujukan dalam penelitian yang dilakukan oleh penulis. Berikut ini merupakan beberapa studi literatur yang digunakan oleh penulis yaitu:

2.1. (Syofa dkk., 2024)

Penelitian dengan judul “Analisis Kinerja Pelayanan Gardu Tol Pekanbaru-Dumai” menunjukkan bahwa waktu kendaraan pada umur rencana jalan 15 tahun yaitu 2.811 smp/jam, dengan waktu

kendaraan dalam antrian adalah 44 detik dan jumlah kendaraan dalam antrian adalah 11 smp, dengan waktu pelayanan maksimal 4 detik.

2.2. (Syahira & Utomo, 2022)

Penelitian yang berjudul “Evaluasi Kinerja Gardu Tol pada Gerbang *Exit* Tol Waru Utama” mengalami antrian kendaraan lebih dari 1 kilometer pada jam puncak. Analisis yang dilakukan adalah analisis komponen antrian (tingkat kedatangan, tingkat keberangkatan, dan waktu pelayanan) menggunakan metode M/M/N.

2.3. (Wahyuni & Bernik, 2020)

Kepadatan volume kendaraan terjadi selama jam sibuk setiap hari tanpa kecuali di akhir pekan yang mengakibatkan antrian kendaraan. Hasil penelitian dengan judul “Analisis Sistem Antrian dalam Penggunaan *E-Toll* untuk Menentukan Jumlah Gardu Tol Optimal pada Gerbang Tol” menunjukkan bahwa jumlah gardu optimal yang harus dioperasikan untuk mengontrol kemacetan dan mengurangi jumlah kendaraan yang menunggu dan berada di dalam sistem atau antrian adalah 11 gardu tol.

2.4. (Chandrapradja & Susilo, 2023)

Penelitian dengan judul “Penilaian Terhadap Kemampuan Tampung dan Waktu Pelayanan di Gerbang Tol Tanjung Duren” menunjukkan bahwa sering terjadi antrian kendaraan yang merentang hingga jalan kolektor dengan panjang antrian sekitar 250 meter.

2.5. (Ichwan & Arifin, 2022)

Penyelesaian dilakukan untuk meningkatkan kinerja gerbang tol demi memperpendek antrian kendaraan. Penelitian dengan judul “Analisis Peningkatan Kinerja Gerbang Tol Cempaka Putih” menunjukkan hasil penelitian bahwa waktu tunda rata-rata kendaraan sebesar 112,31 detik, panjang antrian kendaraan yaitu sebesar 178,61 meter. Sehingga bisa disimpulkan bahwa kondisi eksisting belum memenuhi standar pelayanan minimum jalan tol dengan intensitas lalu lintas berdasarkan perhitungan manual memiliki nilai lebih besar dari 1.

2.6. (Andani & Sihombing, 2023)

Ditemukan beberapa masalah seperti macet karena kurangnya saldo, error nya mesin juga error nya peralatan di gerbang tol dan masih dijumpai transaksi yang dilakukan secara tunai. Penelitian dengan judul “Implementasi Kebijakan Transaksi Nontunai di Jalan Tol Melalui Kartu Elektronik Tol (*E-Toll*) Pada PT. Jasamarga Tollroad Operator Ruas Medan-Kualanamu-Tebing Tinggi.” Penelitian ini menunjukkan bahwa pada indikator standar dan sasaran kebijakan, pelaksanaan kebijakan belum sepenuhnya sesuai dengan standar yang telah ditetapkan sehingga tujuan belum sepenuhnya terealisasi.

3. Metode Penelitian

Dalam penelitian ini, pendekatan yang digunakan adalah metode kualitatif. Metode ini dirancang untuk memberikan penjelasan mendalam mengenai potret permasalahan tentang panjang antrian dan kondisi gardu tol dengan cara menyajikan kutipan, narasi, dan dialog antar individu yang terlibat. Dengan demikian, penelitian ini tidak melibatkan analisis data numerik atau statistik, melainkan lebih fokus pada pemahaman konteks dan makna dari pengalaman yang dialami oleh peneliti. Lokasi penelitian ini difokuskan pada Gerbang Tol Kejawanan Utama yang terletak di Kabupaten Pasuruan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi berbagai aspek terkait dengan permasalahan kondisi gardu tol yang berdampak pada antrian kendaraan di lokasi tersebut. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari dua kategori utama yaitu data primer. Data ini diperoleh melalui wawancara langsung dengan berbagai pihak yang memiliki peran penting dalam operasional gerbang tol, termasuk *Manager Area*, *Senior Officer Transaction*, *Officer Technician*, *Customer Service Supervisor*, dan *Customer Service*. Melalui wawancara ini, peneliti menggali informasi yang lebih mendalam mengenai pengalaman dan pandangan mereka terkait kondisi gardu tol serta tantangan yang dihadapi. Selain data primer, penelitian ini juga memanfaatkan data sekunder yang diperoleh dari dokumentasi yang relevan serta literatur yang ada. Sumber-sumber ini mencakup buku

pedoman, artikel jurnal, dan karya ilmiah lainnya yang dapat memberikan konteks tambahan dan mendukung evaluasi yang dilakukan.

Dengan pendekatan ini, diharapkan penelitian dapat memberikan gambaran yang komprehensif mengenai kondisi gerbang tol serta faktor-faktor yang mempengaruhi kinerjanya.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Kondisi Eksisting Gerbang Tol

Tabel 1. Kondisi *Existing* (Penulis, 2025)

Permasalahan	Kondisi <i>Existing</i>	Foto
Terjadi panjang antrian kendaraan pada Gerbang Tol <i>Entrance</i> dan <i>Exit</i> Kejapanan Utama Pasuruan	<p>Panjang antrian ini sering kali terjadi pada saat musim libur lebaran. Meskipun demikian, tidak hanya pada musim libur lebaran saja, tetapi Gerbang Tol Kejapanan juga sering mengalami panjang antrian kendaraan pada jam-jam sibuk. Seperti, pada pukul 10.00 WIB – 12.00 WIB di siang hari dan pada pukul 15.00 WIB – 18.00 WIB di sore hari. Bisa dilihat pada dokumentasi di samping ini, bahwa panjang antrian tidak hanya terjadi pada gerbang tol <i>entrance</i> atau <i>exit</i> saja, melainkan keduanya sering mengalami permasalahan panjang antrian kendaraan pada jam-jam tertentu. Berdasarkan hasil wawancara yang telah dilakukan bahwa pada pukul 10.00 WIB - 12.00 WIB sering terjadi antrian pada gerbang tol <i>entrance</i>. Sedangkan pada pukul 15.00 WIB – 18.00 WIB terjadi Panjang antrian pada gerbang</p>	
Peralatan tol <i>Automatic Lane Barrier</i> (ALB) mengalami <i>trouble</i>	<p>Peralatan tol <i>Automatic Lane Barrier</i> (ALB) sering kali juga terjadi kendala. Kendala yang dialami biasanya ALB tersebut tidak terbuka atau mengalami <i>trouble</i>, di sisi lain pengguna jalan tol sudah melakukan <i>tapping</i> e-tol untuk pembayaran pada mesin <i>reader</i>. Hal ini sering kali terjadi pada Gardu Tol Semi Otomatis (GSO). Permasalahan ini lah yang menjadi salah satu terjadinya panjang antrian kendaraan pada gerbang tol.</p>	

Permasalahan	Kondisi Existing	Foto
Ketidaksesuaian durasi <i>tapping</i> e-tol dengan peraturan SPM jalan tol pada peralatan tol mesin <i>reader</i>	<p><i>Reader</i> e-tol ini berfungsi sebagai pembaca data kartu e-tol, sebagai alat transaksi pembayaran tol, dan sebagai pembaca juga penulisan data untuk tol perusahaan dan kartu e-tol di gerbang <i>entrance</i>. Permasalahan yang sering kali pada mesin <i>reader</i> yaitu mengalami keterlambatan dalam proses transaksi akibat respons alat pembaca kartu e-tol yang lama durasinya tidak sesuai dengan peraturan yang ada di standar pelayanan minimal (SPM) jalan tol. Hal ini juga menjadi salah satu penyebab terjadinya Panjang antrian kendaraan pada gerbang tol.</p>	

4.2. Dampak Terhadap Antrian Kendaraan

Beberapa potret kondisi permasalahan yang telah dijabarkan pada poin 4.1 di atas merupakan salah satu dari banyaknya permasalahan lain yang ada di lapangan, sehingga berdampak terhadap adanya antrian kendaraan pada gerbang tol. Selain dari permasalahan pada kondisi *existing* pada poin 4.1 di atas, permasalahan lainnya yaitu terkait dengan:

- a) Saldo e-tol tidak mencukupi saat melakukan transaksi pembayaran pada mesin *reader*. Meskipun demikian, hal tersebut tidak akan menjadi kesalahan dari pihak pengguna jalan tol, sebab pada Gerbang Tol Kejapanan Utama ada tempat khusus untuk melakukan pengisian ulang atau *top-up* saldo e-tol. Berdasarkan hasil dari pengamatan yang telah dilakukan, bahwa kebanyakan pengguna jalan tol yang melakukan *top-up* saldo e-tol adalah para pengguna jalan tol selain mobil penumpang seperti, truk, dan bus. Hal ini yang membuat ketidaksesuaian durasi waktu untuk melakukan transaksi pembayaran *tapping* e-tol sesuai dengan peraturan dari standar pelayanan minimal jalan tol (SPM) jalan tol. Bahwa pada SPM jalan tol telah dijelaskan untuk kecepatan transaksi rata-rata di lingkup gerbang tol sistem tertutup, sebab Gerbang Tol Kejapanan Utama merupakan gerbang tol sistem tertutup dengan tolok ukur pada gardu masuk yaitu maksimal 5 detik setiap kendaraan. Sedangkan untuk gardu keluar maksimal 9 detik setiap kendaraan. Pada Gardu Tol Otomatis (GTO), gardu tol ambil kartu dan gardu tol transaksi yaitu tolok ukur maksimalnya adalah 4 hingga 5 detik setiap kendaraan. Sedangkan untuk mobil penumpang biasa melakukan *top-up* saldo e-tol tanpa ke tempat pengisian ulang, tetapi kebanyakan dari pengguna jalan tol untuk mobil penumpang sering kali melakukan *top-up* saldo e-tol menggunakan handphone pribadi, sehingga tidak perlu turun dari kendaraan dan tidak membutuhkan waktu tunggu yang lama untuk melakukan transaksi pembayaran. Solusi alternatif yang diterapkan oleh pihak PT. Jasa Marga yaitu dengan cara melakukan transaksi pembayaran secara tunai untuk segera mengatasi permasalahan yang telah dialami pengguna jalan tol. Oleh karena itu, diharapkan bisa mereduksi adanya panjang antrian kendaraan. Namun hal ini juga tidak sepenuhnya efektif sebab saat melakukan transaksi pembayaran secara tunai maka petugas jalan tol yaitu *customer service* (CS) harus menyediakan uang pecahan untuk kembalinya dan mesin gardu tol juga harus di setting secara manual oleh petugas CS agar ALB

pada gardu tol yang akan dilewati pengguna jalan tol bisa terbuka. Permasalahan terkait dengan saldo e-tol yang tidak cukup saat melakukan transaksi pembayaran inilah yang menjadi salah satu penyebab terjadinya panjang antrian kendaraan pada Gerbang Tol Kejapanan Utama.

- b) Kecepatan waktu pelayanan yang berfokus pada Gerbang Tol Semi Otomatis (GSO), sebab pada GSO ini merupakan gardu yang apabila pengguna jalan tol melakukan *tapping* e-tol untuk melakukan transaksi pembayaran ada petugas CS yang berada di *Control Room* (CR), tugas seorang CS yang berada di CR ini yaitu mengidentifikasi jenis golongan kendaraan pengguna jalan tol untuk diklasifikasikan sesuai dengan kategori golongan kendaraan masing-masing, hal ini berdasarkan pada Keputusan Menteri (Kepmen) PU Nomor 370/KPTS/M/2007. Permasalahan yang sering terjadi yaitu petugas CS yang lambat dalam mengidentifikasi golongan kendaraan saat pengguna jalan tol melakukan transaksi pembayaran, sebab pengguna jalan tol tidak akan bisa melakukan transaksi pembayaran apabila dari pihak CS yang berada CR tidak segera menekan tombol untuk mengidentifikasi jenis golongan kendaraan. Faktor yang mempengaruhi keterlambatan dari mengidentifikasi jenis golongan kendaraan oleh petugas CS yaitu salah satunya adalah petugas CS tidak mematuhi peraturan yang telah ditetapkan bahwa untuk petugas CS dilarang menggunakan handphone saat sedang bertugas, selain itu ada juga petugas CS yang sedang bertugas untuk mengidentifikasi jenis golongan kendaraan tetapi petugas CS sedang dalam kondisi makan. Hal tersebut tentu saja tidak diperbolehkan dan sudah menjadi peraturan yang telah ditetapkan oleh PT Jasa Marga *Tollroad Operator* (JMTO) bahwa petugas CS yang sedang bekerja tidak boleh melakukan kegiatan lain yang menyebabkan kehilangan fokus saat bekerja untuk mengidentifikasi jenis golongan kendaraan. Berdasarkan hasil wawancara dari pihak *Senior Officer Transaction*, bahwa untuk permasalahan tersebut bisa diatasi dengan cara melakukan inspeksi secara tiba-tiba tanpa penjadwalan pada gerbang tol untuk melihat kinerja para petugas CS yang melanggar peraturan, jika ada salah satu petugas CS yang melanggar pertauran maka akan terkena peringatan langsung dari petugas inspeksi. Dengan demikian, permasalahan ini juga menjadi salah satu penyebab terjadinya panjang antrian kendaraan pada Gerbang Tol Kejapanan Utama Pasuruan.
- c) Pengaruh dari jenis kartu e-tol yang digunakan pengguna jalan tol untuk melakukan transaksi pembayaran berpengaruh pada kecepatan transaksi pembayaran. Jenis kartu e-tol yang sering mengalami error yaitu biasanya kartu BCA. Berdasarkan hasil wawancara dari pihak *Officer Technician* bahwa permasalahan yang terjadi tersebut dikarenakan jenis gen kartu e-tol yang lama, sehingga pengguna jalan tol perlu *upgrade* jenis gen kartu e-tol yang terbaru untuk mempercepat proses transaksi pembayaran. Selain itu, permasalahan lainnya yaitu pada mesin *reader* yang ada gardu sedang menampung banyak data yang telah dibaca sehingga terjadi penumpukan data dan mengalami keterlambatan saat melakukan transaksi pembayaran. Sedangkan untuk jenis kartu e-tol yang bisa melakukan proses transaksi secara cepat yaitu kartu Mandiri dan BNI, sebab kedua jenis bank tersebut telah melakukan kerjasama dengan pihak PT Jasa Marga. Dengan demikian, jenis kartu e-tol tersebut relatif lebih cepat untuk digunakan transaksi pembayaran dibandingkan dengan jenis kartu e-tol lainnya. Permasalahan ini juga menjadi salah satu penyebab dan dampak terhadap adanya panjang antrian kendaraan pada gerbang tol Gerbang Tol Kejapanan Utama.

Dengan demikian, dampak terhadap antrian kendaraan menyebabkan waktu tunggu yang lama bagi pengguna jalan, juga berdampak pada kerugian ekonomi, dan konsumsi bahan bakar yang meningkat.

4.3. Rekomendasi

Peneliti melihat adanya berita informasi bahwa sejak tahun 2018 di Jalan Tol Bali-Mandara (JTBM) telah dilakukan uji coba terbatas untuk penerapan teknologi *Single Lane Free Flow* (SLFF) yang masih menggunakan gardu dan ALB. Berdasarkan hasil wawancara dengan *Manager Area* PT Jasa Marga *Tollroad Operator* (JMTO) Ruas Cabang Surabaya – Gempol, bahwa SLFF yang diterapkan di Jalan Tol Bali tersebut masih menggunakan ALB, meskipun proses transaksi pembayaran sudah tidak lagi menggunakan *tapping* kartu e-tol atau menggunakan tunai. Hal ini dikarenakan SLFF tersebut masih

dalam proses menuju tahap pengembangan sebelum diterapkannya MLFF pada masa yang akan datang. Sehingga rekomendasi strategis menurut penulis untuk mengatasi berbagai permasalahan yang ada dan berdampak pada panjang antrian kendaraan di Gerbang Tol Kejawanan Utama yang memiliki berbagai macam variasi jenis golongan kendaraan yang melewati gerbang tol tersebut, maka diperlukan perencanaan pada tahun yang akan datang untuk mengimplementasikan upaya penerapan SLFF pada Gerbang Tol Kejawanan Utama guna mereduksi waktu tundaan yang diakibatkan oleh berbagai permasalahan yang ada sehingga berdampak pada panjang antrian kendaraan.

5. Kesimpulan

Penelitian ini mengevaluasi kondisi peralatan tol yang ada di Gerbang Tol Kejawanan Utama Pasuruan dan dampaknya terhadap panjang antrian kendaraan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa beberapa potret kondisi *existing* permasalahan berkontribusi terhadap terjadinya panjang antrian kendaraan, termasuk waktu pelayanan yang terlalu lama, masalah teknis pada peralatan tol seperti *Automatic Lane Barrier* (ALB) dan mesin *reader* e-tol. Wawancara dengan pihak terkait, seperti *Senior Officer Transaction*, mengungkapkan bahwa antrian sering terjadi pada jam sibuk, terutama antara pukul 10.00 WIB hingga 12.00 WIB dan 15.00 WIB hingga 18.00 WIB. Selain itu, saldo e-tol yang tidak mencukupi juga menjadi penyebab utama terjadinya kemacetan, sebab pada kenyataannya telah disediakan fasilitas untuk bisa melakukan *top-up* saldo e-tol kepada petugas yang berada di Gerbang Tol Kejawanan Utama. Perbaikan dalam manajemen lalu lintas dan infrastruktur peralatan tol di Gerbang Tol Kejawanan Utama sangat diperlukan untuk meningkatkan efisiensi pelayanan dan mengurangi panjang antrian kendaraan. Dalam pandangan penulis, penerapan teknologi yang lebih canggih dalam sistem pembayaran tol, seperti penerapan *Single Lane Free Flow* (SLFF) dapat menjadi solusi efektif untuk mempercepat proses transaksi. Keterbatasan penelitian ini terkait dengan metode kualitatif yang digunakan mungkin tidak dapat memberikan data kuantitatif yang lebih luas mengenai volume kendaraan dan waktu tunggu secara akurat. Selain itu, penelitian ini hanya berfokus pada satu lokasi gerbang tol, sehingga hasilnya mungkin tidak dapat digeneralisasikan ke gerbang tol lainnya dengan kondisi yang berbeda.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penelitian ini, meskipun mereka tidak terdaftar sebagai penulis. Khususnya, peneliti menghargai kontribusi dari *Manager Area*, *Senior Officer Transaction*, *Teknisi Officer*, *Customer Service Supervisor*, dan *Customer Service* yang telah meluangkan waktu untuk wawancara dan memberikan informasi berharga terkait kondisi gardu tol di Gerbang Tol Kejawanan Utama Pasuruan. Tidak lupa penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada orang tua dan dosen pembimbing yang telah memberikan dukungan untuk melakukan penelitian ini. Selain itu, penulis menghargai masukan dari para *reviewer* yang telah memberikan rekomendasi konstruktif untuk meningkatkan kualitas artikel ini. Proses *review* yang dilakukan secara *double blind* sangat membantu kami dalam memperbaiki dan menyempurnakan tulisan ini. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi positif bagi pengembangan infrastruktur jalan tol di Indonesia.

7. Referensi

- Andani, & Sihombing, S. M. (2023). IMPLEMENTASI KEBIJAKAN TRANSAKSI NONTUNAI DI JALAN TOL MELALUI KARTU ELEKTRONIK TOL (E-TOLL) PADA PT. JASAMARGA TOLLROAD OPERATOR RUAS MEDAN-KUALANAMU-TEBING TINGGI. In *Journal of Science and Social Research* (Issue 2). <http://jurnal.goretanpena.com/index.php/JSSR>
- Chandrapradja, M. A. H., & Susilo, B. H. (2023). PENILAIAN TERHADAP KEMAMPUAN TAMPUNG DAN WAKTU PELAYANAN DI GERBANG TOL TANJUNG DUREN. <https://doi.org/10.25105/jrltb.v1i2.17957>

- Ichwan, M., & Arifin, Z. N. (2022). Analisis Peningkatan Kinerja Gerbang Tol Cempaka Putih (Vol. 4, Issue 2).
- Pradhitasari H, & Pradono. (2011). MANFAAT INVESTASI PEMBANGUNAN JALAN TOL BANDUNG INTRA URBAN DARI PERSPEKTIF MAKRO (Bandung Intra Urban Toll Road Investment Benefits, A Macro Perspectives). In VOLUME (Vol. 13).
- Rendino, Zalima, M., Annisa, S., Amelia, S., & Panorama, M. (2023). Kontribusi TOL (Tax On Location) dalam Pembangunan Ekonomi Di Palembang.
- Rini, D. C. P. (2020). PERENCANAAN JUMLAH GARDU PADA TOL PASURUAN – PROBOLINGGO.
- Sari, M., Saidah, D., & Wahyuni, E. (2018). Dampak Kemacetan di Jalan Tol Brebes Timur. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik*, 05(01). <http://ejournal.stmt-trisakti.ac.id/index.php/jmtranslog>
- Sumaryoto. (2010). DAMPAK KEBERADAAN JALAN TOL TERHADAP KONDISI FISIK, SOSIAL, DAN EKONOMI LINGKUNGANNYA. In *Journal of Rural and Development: Vol. I (Issue 2)*.
- Suprayitno, B. (2012). PRIVATISASI JALAN TOL SEBAGAI SOLUSI DALAM MEMPERCEPAT TERWUJUDNYA INFRASTRUKTUR JALAN TOL YANG MEMADAI DI INDONESIA.
- Syahira, K., & Utomo, N. (2022). Evaluasi Kinerja Gardu Tol pada Gerbang Exit Tol Waru Utama.
- Syofa, Djuniati, S., & MM, H. S. (2024). Analisis Kinerja Pelayanan Gardu Tol Pekanbaru-Dumai. 12(1). <https://doi.org/10.35583/js.v12i1.197>
- Wahyuni, P. D., & Bernik, M. (2020). Analisis Sistem Antrian dalam Penggunaan E-Toll untuk Menentukan Jumlah Gardu Optimal pada Gerbang Tol.

Tersedia online di www.journal.unesa.ac.idHalaman jurnal di www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans

Pengembangan Inovasi Layanan *Commuter Pass* Terhadap Biaya Tiket Suroboyo Bus (Studi Kasus: Rute Terminal Purabaya – Tanjung Perak)

Putri Aisyah ^a, Anita Susanti ^b

^a Program Studi D4 Transportasi, Universitas Penulis Satu, Kota Surabaya, Indonesia

^b Program Studi D4 Transportasi, Universitas Penulis Satu, Kota Surabaya, Indonesia

email: ^aputri.20042@mhs.unesa.ac.id, ^banitasusanti@unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 10 Januari 2025

Revisi 6 Februari 2025

Diterima 12 Februari 2025

Online 28 April 2025

Kata kunci:

Commuter Pass

Penumpang

Suroboyo Bus

Tarif

Kebutuhan Rutin

ABSTRAK

Transportasi umum memiliki peran penting dalam mendukung mobilitas masyarakat perkotaan. Suroboyo Bus, sebagai moda transportasi inovatif di Surabaya, menyediakan aplikasi GoBis yang mempermudah akses informasi rute dan pembelian tiket. Namun, sistem pembayaran saat ini hanya berlaku untuk perjalanan sekali jalan, sehingga kurang efektif bagi pengguna yang rutin bepergian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui akumulasi penumpang sebagai salah satu pengaruh yang dapat mendukung minat masyarakat terhadap layanan tiket *commuter pass*. Hasil penelitian menyatakan bahwa akumulasi penumpang menunjukkan pola perjalanan penumpang lebih terfokus pada kebutuhan rutin, seperti bekerja atau sekolah, selama hari kerja, sementara aktivitas perjalanan lebih sedikit dan tersebar pada hari libur. Adanya pola perjalanan yang rutin memungkinkan untuk mendukung adanya layanan tiket berlangganan *commuter pass* untuk Suroboyo Bus dan mendukung keberlanjutan operasional transportasi publik di Surabaya.

Innovation Development Of *Commuter Pass* Services On Suroboyo Bus Ticket Rates (Case Study: Purabaya Terminal Route – Tanjung Perak)

ARTICLE INFO

Keywords:

Commuter Pass

Passenger

Suroboyo Bus

Fare

Routine Requirement

ABSTRACT

Public transportation plays an important role in supporting urban mobility. Suroboyo Bus, as an innovative mode of transportation in Surabaya, provides the GoBis application that facilitates access to route information and ticket purchases. However, the current payment system is only valid for one-way trips, making it less effective for users who regularly travel. This study aims to determine passenger accumulation as one of the influences that can support public interest in *commuter pass* ticket services. The results state that passenger accumulation shows that passenger travel patterns are more focused on routine needs, such as work or school, during weekdays, while travel activities are

Aisyah, P. & Susanti, A.(2025). Pengembangan Inovasi Layanan Commuter Pass Terhadap Tarif Biaya Tiket Suroboyo Bus (Studi Kasus: Terminal Purabaya – Tanjung Perak). MITRANS: Jurnal Ilmiah Sistem Informasi, v3(n1), 9 – 16.

fewer and scattered on holidays. The existence of routine travel patterns may support the commuter pass subscription ticket service for Suroboyo Bus and support the sustainability of public transportation operations in Surabaya.

© 2023 MITRANS : Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

1. Pendahuluan

Angkutan umum merupakan suatu kegiatan memindahkan manusia atau barang dari suatu tempat ketempat yang lain menggunakan sarana angkutan umum dengan membayarkan sejumlah biaya tertentu (Widayant dkk., 2014). Angkutan umum perkotaan yang tidak diimbangi dengan sistem transportasi berkelanjutan yang optimal menyebabkan berbagai masalah seperti ketidakefisienan, ketidakmerataan layanan, dan dampak negatif terhadap lingkungan (Yendri dkk., 2021). Tarif angkutan menjadi salah satu faktor penting yang memengaruhi minat masyarakat dalam menggunakan transportasi umum. Tarif yang ditentukan harus mempertimbangkan Biaya Operasional Kendaraan (BOK), daya minat masyarakat, serta kebijakan pemerintah untuk menjamin kualitas layanan (Naris dkk., 2020; Wari, Hardiyati, & Romadi, 2020).

Suroboyo Bus menjadi salah satu moda transportasi yang sering digunakan oleh masyarakat di Surabaya dengan sistem yang lebih terintegrasi yang didukung oleh aplikasi GoBis, penumpang dapat mengakses informasi rute, membeli tiket, dan memilih metode pembayaran seperti QRIS, E-money, atau penukaran botol plastik (Dwitasari dkk., 2020). Di era yang saat ini, berbagai macam sistem pembayaran juga ikut berkembang seiring berjalannya waktu selain pembayaran nontunai yang dapat mengurangi penggunaan uang tunai, dan sampah botol plastik guna mengurangi serta mempermudah dalam pengolahan sampah, terdapat juga sistem pembayaran yang cukup menarik yang digunakan oleh beberapa negara sebagai salah satunya yaitu *commuter pass*. *Commuter pass* merupakan tiket langganan yang memungkinkan perjalanan berulang dalam periode tertentu dengan biaya yang lebih ekonomis (Anna, 2022). Sistem ini telah diterapkan di berbagai negara dengan durasi tiket 1 bulan, 3 bulan, hingga 6 bulan, serta tarif yang disesuaikan untuk pelajar dan pengguna umum (Shrestha dkk., 2011).

Berpijak pada pernyataan diatas, penelitian yang berjudul "Pengembangan Inovasi Layanan Commuter Pass Terhadap Tarif Biaya Tiket Suroboyo Bus (Studi Kasus: Terminal Purabaya – Tanjung Perak) diharapkan dapat mengetahui akumulasi penumpang sebagai salah satu pengaruh yang dapat mendukung minat masyarakat terhadap layanan tiket *commuter pass*.

2. Studi Literatur

Studi literatur berisi penelitian terdahulu yang mendukung untuk merancang penulisan pada penelitian yang terkait. Beberapa penelitian tersebut dijelaskan secara singkat sebagai berikut:

2.1. Penelitian oleh (Gu & Chen, 2023) dengan judul "*Modeling mode choice of customized bus services with loyalty subscription schemes in multi-modal transportation networks*" mencakup identifikasi faktor-faktor utama yang mempengaruhi keputusan penumpang dalam memilih layanan bus yang disesuaikan dibandingkan moda transportasi lainnya. Faktor ini bisa mencakup waktu perjalanan, penghematan biaya dari program loyalitas, kenyamanan, dan ketersediaan moda transportasi lainnya.

2.2. Penelitian oleh (Peter R. White, 2015) dengan judul "*TRAVELCARD TICKETS IN URBAN PUBLIC TRANSPORT*" mencakup respon pengguna pada penggunaan travelcard di eropa barat menunjukkan bahwa adanya peningkatan pertahunnya khususnya pada kartu langganan bulanan transportasi umum.

2.3. Penelitian oleh (Bartin dkk., 2018) dengan judul "*Evaluation framework for mobile ticketing applications in public transit: a case study*" mencakup aplikasi tiket mobile yang dirancang dengan baik dapat meningkatkan efisiensi operasional sistem transportasi, seperti mengurangi waktu antrian di stasiun atau halte serta mempercepat proses boarding. Penelitian ini juga membahas bagaimana aplikasi tersebut berdampak pada keseluruhan kinerja layanan transportasi.

2.4. Penelitian oleh (Brakewood dkk., 2014) dengan judul “*Forecasting Mobile Ticketing Adoption on Commuter Rail*” berisi mengenai tiket mobile yang menawarkan keuntungan bagi penumpang, seperti pengurangan waktu antrian, kemudahan akses, dan fleksibilitas. Bagi operator kereta, tiket mobile mungkin mengurangi biaya operasional terkait pencetakan tiket fisik dan meningkatkan efisiensi pengelolaan penumpang.

2.5. Penelitian oleh (Nishi-Nippon Railroad Co., 2020) dengan judul “*定期券のご案内 (Commuter Pass Information)*” Menyediakan simulasi perhitungan tarif untuk tiket bus berlangganan serta menghitung biaya tiket bulanan atau reguler berdasarkan rute perjalanan dan frekuensi penggunaan.

3. Metode Penelitian

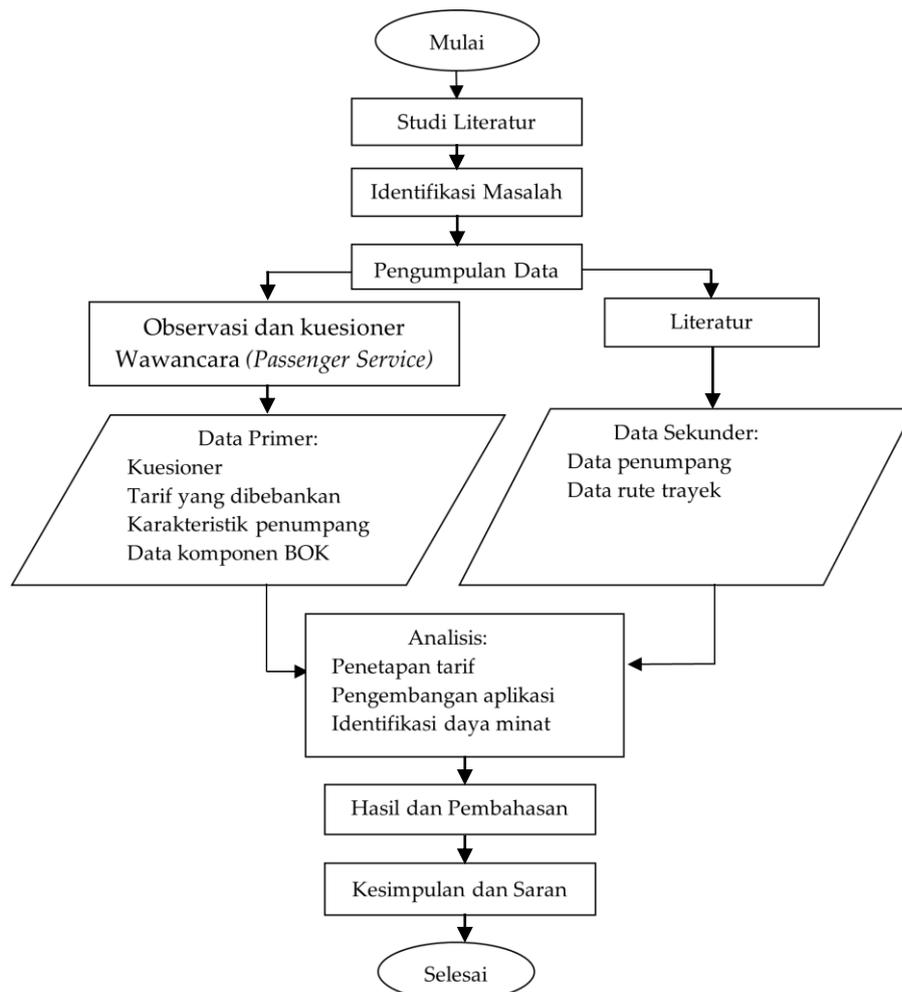
Jenis penelitian yang digunakan pada pelaksanaan penelitian proyek akhir ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Penelitian ini merupakan tipe penelitian yang menggambarkan fenomena secara rinci melalui pengumpulan data numerik dan analisis statistik dengan pendekatan deskriptif untuk mengidentifikasi serta memperoleh informasi empiris yang valid dan reliabel (Sugiyono, 2018).

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian merupakan objek penelitian dimana kegiatan penelitian dilakukan. Penentuan lokasi penelitian dimaksudkan untuk mempermudah atau memperjelas lokasi yang menjadi sasaran dalam penelitian. Adapun lokasi yang dipilih oleh peneliti yaitu pada transportasi publik Suroboyo Bus rute Terminal Purabaya – Tanjung perak.

3.2 Diagram Alir

Proses penelitian diuraikan lebih jelas pada gambar 3.1 dengan menggunakan diagram alir sebagai berikut:



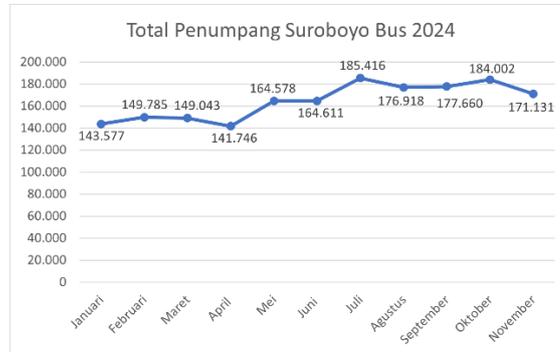
Gambar 1. Diagram Alir

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Data Penumpang

A. Data Penumpang Suroboyo Bus Tahun 2024

Karakteristik penumpang berdasarkan data penumpang tahun 2024 berdasarkan data dari Dinas Perhubungan dapat dijabarkan sebagai berikut:



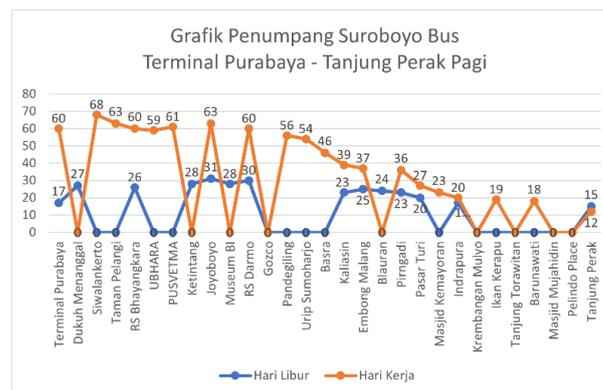
Gambar 2. Data Penumpang Suroboyo Bus 2024

Sumber: Dinas Perhubungan Kota Surabaya, 2024

Grafik tersebut menunjukkan total jumlah penumpang Suroboyo Bus sepanjang tahun 2024, dengan lonjakan jumlah penumpang setiap bulannya. Pada awal tahun, jumlah penumpang berada di angka 143.577 pada bulan Januari dan mengalami peningkatan secara bertahap hingga mencapai puncaknya di bulan Juli dengan total 185.416 penumpang, angka tertinggi dalam grafik ini. Penurunan jumlah penumpang juga terjadi di bulan Agustus hingga November, meskipun ada sedikit peningkatan pada bulan Oktober sebelum kembali menurun di November. Peningkatan signifikan terlihat pada periode April ke Mei dan Juni ke Juli ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh musim liburan atau adanya promosi khusus. Secara keseluruhan, grafik ini mencerminkan peningkatan penumpang di pertengahan tahun dengan sedikit penurunan menjelang akhir tahun.

B. Akumulasi Penumpang

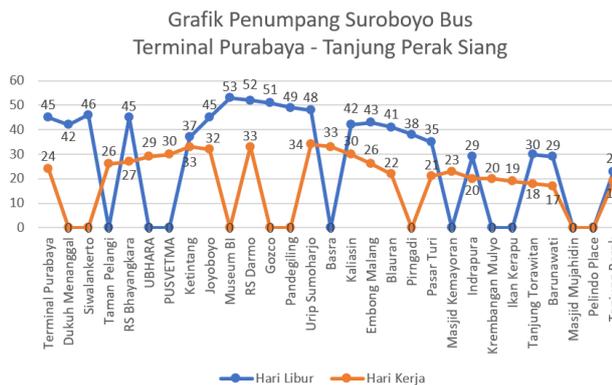
Akumulasi penumpang dalam berdasarkan 3 waktu (pagi, siang, sore) di hari kerja dan di hari libur dijelaskan pada grafik berikut:



Gambar 3. Grafik Penumpang Suroboyo Bus Pagi

Sumber: Penulis, 2025

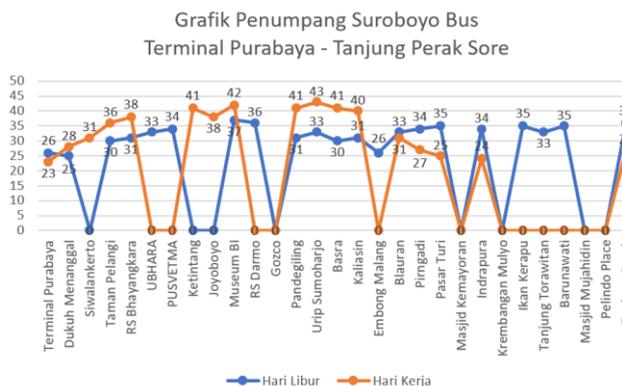
Akumulasi puncak penumpang untuk rute Terminal Purabaya – Tanjung Perak pada waktu pagi di hari kerja didapat sebanyak 68 penumpang terjadi karena penumpang bertambah sebanyak 8 penumpang dari halte Siwalankerto. Akumulasi puncak penumpang di hari libur didapat sebanyak 31 penumpang terjadi karena penumpang bertambah sebanyak 3 penumpang dari halte RS Darmo.



Gambar 4. Grafik Penumpang Suroboyo Bus Siang

Sumber: Penulis, 2025

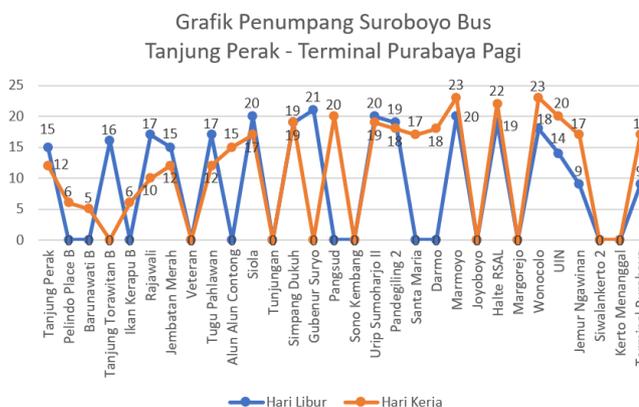
Akumulasi puncak penumpang untuk rute Terminal Purabaya – Tanjung Perak pada waktu siang di hari kerja didapat sebanyak 34 penumpang terjadi karena penumpang bertambah sebanyak 1 penumpang dari halte Urip Sumoharjo 1. Akumulasi puncak penumpang di hari libur didapat sebanyak 53 penumpang terjadi karena penumpang bertambah sebanyak 8 penumpang dari halte Museum BI.



Gambar 5. Grafik Penumpang Suroboyo Bus Sore

Sumber: Penulis, 2025

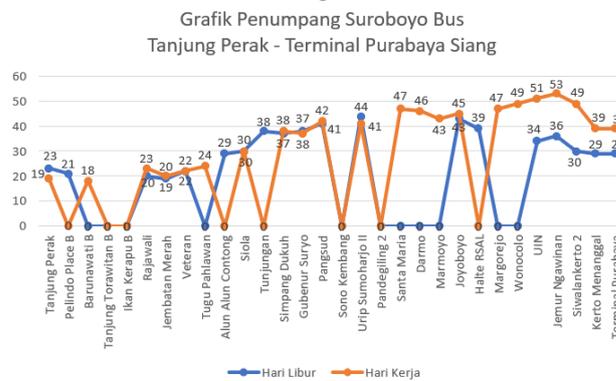
Akumulasi puncak penumpang untuk rute Terminal Purabaya – Tanjung Perak pada waktu sore di hari kerja didapat sebanyak 42 penumpang terjadi karena penumpang bertambah sebanyak 1 penumpang dari halte Museum BI. Akumulasi puncak penumpang di hari libur didapat sebanyak 36 penumpang terjadi karena penumpang bertambah sebanyak 1 penumpang dari halte RS Darmo.



Gambar 6. Grafik Penumpang Suroboyo Bus Pagi

Sumber: Penulis, 2025

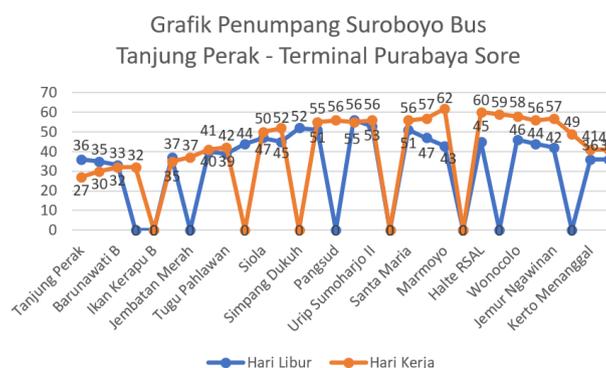
Akumulasi puncak penumpang untuk rute Tanjung Perak – Terminal Purabaya pada waktu pagi di hari kerja didapatkan sebanyak 23 penumpang terjadi karena penumpang bertambah sebanyak 5 penumpang dari halte Marmoyo dan sebanyak 1 penumpang dari halte Wonocolo. Akumulasi puncak penumpang di hari libur didapatkan sebanyak 21 penumpang terjadi karena penumpang bertambah sebanyak 1 penumpang dari halte Gubernur Suryo.



Gambar 7. Grafik Penumpang Suroboyo Bus Siang

Sumber: Penulis, 2025

Akumulasi puncak penumpang untuk rute Tanjung Perak – Terminal Purabaya pada waktu siang di hari kerja didapatkan sebanyak 53 penumpang terjadi karena penumpang bertambah sebanyak 2 penumpang dari halte Jemur Ngawinan. Akumulasi puncak penumpang di hari libur didapatkan sebanyak 44 penumpang terjadi karena penumpang bertambah sebanyak 3 penumpang dari halte Urip Sumoharjo 2.



Gambar 8. Grafik Penumpang Suroboyo Bus Sore

Sumber: Penulis, 2025

Akumulasi puncak penumpang untuk rute Tanjung Perak – Terminal Purabaya Perak pada waktu sore di hari kerja didapatkan sebanyak 66 penumpang terjadi karena penumpang bertambah sebanyak 3 penumpang dari halte RSAL. Akumulasi puncak penumpang di hari libur didapatkan sebanyak 56 penumpang terjadi karena penumpang bertambah sebanyak 5 penumpang dari halte Sono Kembang.

5. Kesimpulan

Grafik ini menunjukkan bahwa jumlah penumpang Suroboyo Bus rute Terminal Purabaya ke Tanjung Perak pada pagi hari jauh lebih tinggi pada hari kerja dibandingkan hari libur. Titik-titik pemberhentian seperti Dukuh Menanggal dan Joyoboyo menjadi lokasi dengan jumlah penumpang tertinggi, yang kemungkinan besar karena lokasi strategis atau peranannya sebagai pusat aktivitas utama penumpang di pagi hari. Sebaliknya, pada hari libur, jumlah penumpang menurun drastis di hampir semua titik pemberhentian, dengan beberapa titik bahkan tidak mencatat penumpang sama sekali. Dapat disimpulkan dari penjelasan di atas pola perjalanan penumpang lebih terfokus pada kebutuhan rutin, seperti bekerja atau sekolah, selama hari kerja, sementara aktivitas perjalanan lebih sedikit dan tersebar

pada hari libur. Meskipun begitu, adanya pola perjalanan yang rutin memungkinkan untuk mendukung adanya layanan tiket berlangganan *commuter pass*.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kepada semua pihak yang telah mendukung penyelesaian jurnal ini. Penulis berterima kasih kepada dosen pembimbing yang telah memberikan arahan serta koreksi yang sangat berarti. Tidak lupa, kepada rekan-rekan yang memberikan kontribusi berupa data, masukan, serta dukungan moral.

7. Referensi

- Widayant, A., Soeparno, & Karunia, B. (2014). Permasalahan Dan Pengembangan Angkutan Umum Di Kota Surabaya. *Jurnal Transportasi*, 14(1), 53–60.
- Yendri, O., Samudra, A., & Mulyati, E. (2021). Analisis Biaya Operasional Kendaraan Untuk Tarif Angkutan Umum (Studi Kasus Rute Kota Lubuk Linggau –Kecamatan Singkut Kabupaten Sarolangun). *Jurnal Civronlit Unbari*, 6(1), 22. <https://doi.org/10.33087/civronlit.v6i1.72>
- Naris Wari, W., Ketut Hendra Wiryasuta, I., Masniarahma, A., Erna Suryani, dan, Sipil, T., Negeri Banyuwangi, P., & Raya Jember Km, J. (2020). Penentuan Tarif Efektif Angkutan Umum Berdasarkan Biaya Operasional Kendaraan Studi Kasus Bus Minto Trayek Situbondo-Banyuwangi. *Seminar Nasional Terapan Riset Inovatif (SENTRINOV) Ke-6 ISAS Publishing Series: Engineering and Science*, 6(1), 694–701.
- Dwitasari, P., Darmawati, N. O., Noordyanto, N., Sittasya, V. A., Zulranyah, W., Raihanah, F. D., & Karim, A. A. (2020). Penggunaan Metode Observasi Partisipan untuk Mengidentifikasi Permasalahan Operasional Suroboyo Bus Rute Merr-ITS. *Jurnal Desain Idea: Jurnal Desain Produk Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya*, 19(2), 53. https://doi.org/10.12962/iptek_desain.v19i2.7943
- Anna. (2022). *What is Teikiken: the Commuter Pass in Japan*. <https://jw-webmagazine.com/teikiken-commuter-pass-in-japan/>
- SHRESTHA, P. K., NAKAMURA, F., & OKAMURA, T. (2011). Study on the Impact of Fare Collection Process with Multiple Fare Media on the Passenger Service Time at Bus Stop. *Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, 9, 1115–1127.
- Putra, Y. W. S., Dawis, A. M., Novi, N., Natsir, F., Fitria, F., Widhiyanti, A. A. S., Hasan, F. N., Somantri, S., Maniah, M., Andriyani, W., & others. (2023). *PENGANTAR APLIKASI MOBILE*. Penerbit Widina. <https://books.google.co.id/books?id=2tLcEAAAQBAJ>
- Gu, Y., & Chen, A. (2023). Modeling mode choice of customized bus services with loyalty subscription schemes in multi-modal transportation networks. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 147(August 2021). <https://doi.org/10.1016/j.trc.2023.104012>
- Peter R. White. (2015). "TRAVELCARD" TICKETS IN URBAN PUBLIC TRANSPORT. *The Routledge Handbook of Tourism and Sustainability*, 15(1), 440–449. <https://doi.org/10.4337/9781800377486.public.transport>
- Bartin, B., Ozbay, K., & Yang, H. (2018). Evaluation framework for mobile ticketing applications in public transit: A case study. *IET Intelligent Transport Systems*, 12(9), 1166–1173. <https://doi.org/10.1049/iet-its.2018.5248>
- Brakewood, C., Roja, F., Robin, J., Sion, J., & Jordan, S. (2014). Forecasting mobile ticketing adoption on commuter rail Forecasting Mobile ticketing adoption on commuter rail. *Journal of Public Transportation*, 17(1), 1–19. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.17.1.1>

Nishi-Nippon Railroad Co., L. (2020). 定期券のご案内 (Commuter Pass Information).
<https://www.nishitetsu.jp/bus/teiki/unchinsimu/>

Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D* (Issue January).

Tersedia online di www.journal.unesa.ac.idHalaman jurnal di www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans

Evaluasi Kinerja Yard Occupancy Ratio (YOR) Pada Terminal Petikemas Surabaya

Adhelia Syahada Annindya Lukito ^a, Anita Susanti ^b

^a D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia

^b D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia

email: ^aadheliasyahada.21032@mhs.unesa.ac.id, ^banitasusanti@unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 10 Januari 2025

Revisi 7 Februari 2025

Diterima 12 Februari 2025

Online 28 April 2025

Kata kunci:

Terminal Petikemas Surabaya

Yard Occupancy Ratio

Arus Peti Kemas

Dwelling Time

Kinerja

ABSTRAK

Terminal Petikemas Surabaya dirancang untuk memproses pelayanan peti kemas di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. Dalam beberapa tahun terakhir, Terminal Petikemas Surabaya menghadapi tantangan terkait dengan *overcapacity* di area penumpukan. Hal ini disebabkan oleh peningkatan volume arus peti kemas yang tidak diimbangi dengan kapasitas dan efisiensi operasional yang memadai. Adanya Peningkatan arus peti kemas setiap tahunnya dan keterbatasan luas fasilitas lapangan peti kemas perlu diimbangi dengan manajemen pelayanan yang baik yang dapat melancarkan proses keluar dan masuknya peti kemas di lapangan penumpukan peti kemas, untuk menghindari tingginya nilai utilisasi dari lapangan penumpukan (*Yard Occupancy Ratio*). Oleh sebab itu, penelitian ini berfokus untuk mengevaluasi kinerja YOR Terminal Petikemas Surabaya serta memberikan solusi terhadap hasil evaluasi agar aktivitas bongkar muat petikemas berjalan lancar. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan melakukan perhitungan luas lapangan penumpukan peti kemas domestik yang terpakai dan luas lapangan penumpukan peti kemas domestik yang tersedia di Terminal Petikemas Surabaya. Hasil analisis menunjukkan bahwa rata-rata YOR pada tahun 2023 adalah 31,29%, yang menurut standar UNCTAD dapat dikatakan rendah. Melalui simulasi dan analisis *scenario*, ditemukan *scenario* yang paling efektif untuk mengurangi tingkat pemanfaatan tempat penumpukan (YOR) adalah dengan pengurangan *dwelling time* dengan hal ini dapat membantu mencapai nilai YOR yang sesuai dengan standar yang ditentukan oleh Kementerian Perhubungan dan UNCTAD.

Evaluation of Yard Occupancy Ratio (YOR) Performance At Surabaya Container Terminal

ARTICLE INFO

Keywords:

Terminal Petikemas Surabaya

Yard Occupancy Ratio

Container Flow

Dwelling Time

Performance

ABSTRACT

Terminal Petikemas Surabaya is designed to process container services at Tanjung Perak Port in Surabaya. In recent years, Terminal Petikemas Surabaya has faced challenges related to *overcapacity* in the stacking area. This is caused by an increase in container flow volume that is not matched by adequate capacity and operational efficiency. The increase in container flow every year and the limited area of container yard facilities need to be balanced with good service management that can smooth the process of exiting and entering containers in the container stacking yard, to avoid the high utilization value of the stacking yard (*Yard Occupancy Ratio*). Therefore, this research focuses on evaluating the YOR performance of Surabaya Container Terminal and providing solutions to the evaluation results so that container loading and unloading activities run smoothly. This research uses a quantitative method by calculating the area of domestic container

Lukito, A. S. A., & Susanti, A. (2025). Evaluasi Kinerja Yard Occupancy Ratio (YOR) Pada Terminal Petikemas Surabaya. MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi, v3(n1), 17-22.

stacking fields used and the area of domestic container stacking fields available at the Surabaya Container Terminal. The analysis shows that the average YOR in 2023 is 31.29%, which according to UNCTAD standards can be considered low. Through simulation and scenario analysis, it is found that the most effective scenario to reduce the utilization rate of the stacking yard (YOR) is to reduce the dwelling time by this can help achieve a YOR value that is in accordance with the standards set by the Ministry of Transportation and UNCTAD.

© 2023 MITRANS : Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

1. Pendahuluan

Pelabuhan Tanjung Perak adalah pelabuhan terbesar kedua di Indonesia setelah Pelabuhan Tanjung Priok di Jakarta, dan merupakan salah satu pelabuhan utama di wilayah timur Indonesia, karena posisinya sebagai pusat koleksi dan distribusi barang ke semua region di Indonesia (Maryam & Handayani, 2015). Pelabuhan Tanjung Perak dikelola oleh PT Pelabuhan Indonesia (Persero), yang mengawasi beberapa perusahaan yang menyediakan layanan pelabuhan, termasuk untuk penumpang dan barang, seperti kegiatan bongkar muat (Rohman, 2016). Sehubungan dengan layanan bongkar muat peti kemas, PT. Terminal Petikemas Surabaya (TPS) bertanggung jawab untuk menyediakan jasa tersebut. Perusahaan ini mengelola layanan jasa bongkar muat untuk peti kemas internasional dan domestik (Wijaya & Purwiyanto, 2018).

Terminal Petikemas Surabaya telah menjadi komponen penting dalam sistem logistik nasional, dengan menangani arus peti kemas sebanyak 1 juta unit TEU setiap tahunnya (Zamrida, 2018). Namun, dalam beberapa tahun terakhir, Terminal Petikemas Surabaya menghadapi tantangan akibat *overkapasitas* di area penumpukan. Hal ini disebabkan oleh peningkatan volume arus peti kemas yang tidak diimbangi dengan kapasitas dan efisiensi operasional yang memadai. Data menunjukkan bahwa nilai *Yard Occupancy Ratio* (YOR) yang tinggi menunjukkan perlunya evaluasi dan perbaikan dalam manajemen *container yard* (Kentjana, 2023).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja YOR pada Terminal Petikemas Surabaya, dengan menekankan pada pengidentifikasian faktor-faktor yang memengaruhi nilai YOR serta rekomendasi untuk meningkatkan efisiensi operasional. Melalui analisis ini, diharapkan dapat ditemukan solusi untuk mengurangi nilai YOR dan meningkatkan produktivitas terminal, sehingga dapat mendukung pertumbuhan ekonomi melalui optimasi layanan logistik. (Antika dkk., 2019).

2. State of the Art

Beberapa penelitian yang dilakukan terkait tujuan dan pendekatan yang digunakan dapat diringkas sebagai berikut:

2.1. Penelitian oleh (Pakpahan, 2019), dengan judul **“Evaluasi Kinerja Yard Occupancy Ratio (YOR) Pelabuhan Tenau, Kupang”**. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi kinerja Pelabuhan YOR Tenau Kupang dan mencari solusi untuk masalah yang ditemukan sehingga proses bongkar muat peti kemas dapat berlangsung dengan lancar.

2.2. Penelitian oleh (Zoleng dkk., 2021), dengan judul **“Analisa Tingkat Pemanfaatan Lapangan Penumpukan Peti Kemas Pelabuhan Yos Sudarso Ambon”**. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi model kapasitas yang diperlukan, menganalisis kinerja lapangan penumpukan di Pelabuhan Yos Sudarso Ambon pada tahun 2019, dan menganalisis kapasitas lapangan penumpukan yang optimal sampai tahun 2020.

2.3. Penelitian oleh (Kentjana, 2023), dengan judul **“Analisis Standar Kinerja Pelayanan Bongkar Muat Peti kemas di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya”**. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pendekatan dan prosedur perbaikan yang diperlukan untuk meningkatkan kinerja pelayanan bongkar muat peti kemas di pelabuhan.

2.4. Penelitian oleh (Sora dkk., 2020), dengan judul **“Analisis Kapasitas Terminal Peti kemas Pelabuhan Tenau Kupang”**. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi penggunaan lapangan penumpukan di Pelabuhan Tenau Kupang dengan menggunakan metode YOR. Ini juga bertujuan untuk menggunakan metode regresi untuk memprediksi pergerakan arus peti kemas dalam sepuluh tahun ke depan dan mengoptimalkan zona penumpukan dalam berbagai scenario.

2.5. Penelitian oleh (Supriyono, 2013), dengan judul **“Analisa Kinerja Terminal Peti kemas di Tanjung Perak Surabaya (Study Kasus : PT. Terminal Petikemas Surabaya)”**. Tujuan penelitian ini adalah untuk menemukan faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi operasional terminal dengan menilai kinerja layanan peti kemas dengan menggunakan indikator seperti *Berth Occupancy Ratio* (BOR), *Berth Throughput* (BTP), dan *Yard Occupancy Ratio* (YOR).

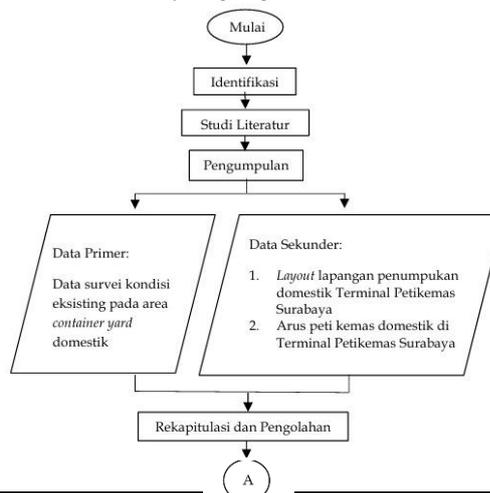
3. Metode Penelitian

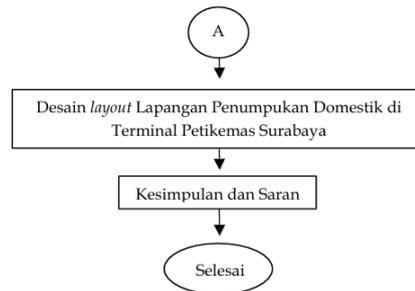
Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif untuk menghitung luas area penumpukan peti kemas domestik yang terpakai dan yang tersedia di Terminal Petikemas Surabaya, seperti yang tercantum pada gambar berikut.



Gambar 1. Lapangan Penumpukan Petikemas (Google Picture, 2024)

Hasil dari perhitungan ini akan dianalisis untuk mengevaluasi kinerja *Yard Occupancy Ratio* (YOR) di terminal tersebut. YOR berfungsi sebagai indikator untuk memantau tingkat penggunaan *Container Yard* (CY) atau area penumpukan. Secara singkat, YOR mencerminkan persentase kapasitas terminal yang digunakan untuk menampung peti kemas dalam jangka waktu tertentu. Penelitian ini mengumpulkan data utama melalui pengamatan langsung di lapangan serta wawancara dengan staf PT. Terminal Petikemas Surabaya. Sementara itu, data sekunder dikumpulkan untuk mendapatkan informasi tertulis dan referensi dari literatur yang signifikan.





Gambar 2. Diagram Alir

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Fasilitas Lapangan Penumpukan

Dalam melaksanakan kegiatan bongkar muat peti kemas, Terminal Petikemas harus dilengkapi dengan beragam fasilitas (Salim, 1994). Berbagai fasilitas yang tersedia di terminal peti kemas berperan penting dalam mendukung kelancaran proses bongkar muat, antara lain:

Tabel 1. Fasilitas Lapangan Penumpukan

No	Nama Fasilitas	Ukuran	
1	Lapangan Penumpukan Peti kemas Internasional	Luas	33 Ha
		Kapasitas	33,737 TEUs
2	Lapangan Penumpukan Peti kemas Domestik	Luas	4,7 Ha
		Kapasitas	3,689 TEUs
3	CFS (Pergudangan)	Luas	10,680 m ²

4.2. Produktivitas Peti Kemas Domestik

Berdasarkan data yang dirilis oleh PT Terminal Petikemas Surabaya, berikut adalah kondisi trafik arus peti kemas domestik selama tiga tahun terakhir (2021-2023) di Terminal Petikemas Surabaya:

Tahun	Produktivitas Peti kemas	Produktivitas
2021	85,595	
2022	72,694	
2023	73,713	

4.3. Kinerja Yard Occupancy Ratio (YOR)

Pemanfaatan area lapangan penumpukan peti kemas, yang sering disebut sebagai CYOR atau YOR, adalah rasio yang menggambarkan penggunaan area tersebut. Rasio ini dihitung dengan membandingkan jumlah penggunaan area lapangan penumpukan peti kemas, yang diukur dalam satuan 1 TEU per m² per tahun, dengan kapasitas lapangan penumpukan yang tersedia. Berdasarkan informasi dari PT Terminal Petikemas Surabaya, kondisi di terminal tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

- a) Data arus peti kemas domestik tahun 2023 = 73,713 TEUs
- b) Rata-rata lama penumpukan peti kemas (Dwelling Time) = 3 Hari

Berdasarkan data tersebut, perhitungan *Yard Occupancy Ratio* dilakukan untuk menghitung tingkat pemanfaatan area lapangan penumpukan peti kemas domestik pada tahun 2023 :

$$YOR = \frac{\text{Total TEUs dalam satu periode} \times \text{Dwelling Time}}{\text{Kapasitas CY} \times \text{Periode dalam 1 Tahun}} \times 100\%$$

$$YOR = 31,29\%$$

Berdasarkan perhitungan tersebut, diperoleh nilai kinerja *Yard Occupancy Ratio* (YOR) di Terminal Petikemas Surabaya sebesar 31,29%, yang menurut standar UNCTAD dapat dikatakan rendah.

4.4. Optimalisasi Kinerja Lapangan Penumpukan

Berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap kinerja YOR, tingkat pemanfaatan area lapangan penumpukan peti kemas di Terminal Petikemas Surabaya dinilai rendah. Dalam beberapa tahun ke depan, area penumpukan mungkin tidak dapat menampung masuknya peti kemas yang berdatangan. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah optimasi yang berfokus pada peningkatan kapasitas area penumpukan.

Optimalisasi kapasitas area penumpukan di Terminal Petikemas Surabaya akan dicapai dengan menerapkan *scenario* peningkatan kinerja sebagai berikut:

- a) *Scenario* 1: Meningkatkan jumlah tumpukan peti kemas ditingkatkan dari 4 *tier* menjadi 5 *tier* untuk mencapai efisiensi yang lebih baik dalam pemanfaatan area.
- b) *Scenario* 2: Mengurangi *dwelling time* di area penumpukan peti kemas di Terminal Petikemas Surabaya.

Berdasarkan *scenario* diatas, *scenario* yang paling efektif untuk mengurangi tingkat pemanfaatan tempat penumpukan (YOR) adalah dengan mengurangi jumlah hari bongkar muat. Sementara itu, peningkatan jumlah tumpukan peti kemas tidak memberikan dampak signifikan terhadap pengurangan nilai YOR. Selain itu, semakin tinggi tumpukan peti kemas, semakin banyak waktu tidak produktif yang diperlukan untuk memindahkan tumpukan yang berada di bawah. Langkah-langkah optimasi ini bersifat jangka pendek. Sedangkan, untuk solusi jangka menengah atau panjang, disarankan agar PT Terminal Petikemas mempertimbangkan pengembangan luas area penumpukan.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perhitungan dan penelitian lapangan, dapat disimpulkan bahwa nilai *Yard Occupancy Ratio* (YOR) di Terminal Petikemas Surabaya selama tiga tahun terakhir (2021-2023) berada di bawah standar yang ditetapkan. Penelitian ini menekankan perlunya optimalisasi penggunaan area penumpukan dengan cara meningkatkan jumlah tumpukan peti kemas dapat ditumpuk meningkat dari 4 *tier* menjadi 5 *tier*, serta mengurangi jumlah hari bongkar muat (*dwelling time*) untuk menurunkan nilai YOR. Melalui simulasi dan analisis *scenario*, ditemukan bahwa pengurangan *dwelling time* dapat membantu mencapai nilai YOR yang sesuai dengan standar yang ditentukan oleh

Kementerian Perhubungan dan UNCTAD. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kinerja operasional Terminal Petikemas Surabaya, perlu diterapkan langkah-langkah strategis dalam manajemen *container yard*. Rekomendasi ini diharapkan dapat mendukung kelancaran arus peti kemas dan meningkatkan efisiensi operasional di terminal.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua orang yang membantu dan mendukung penelitian ini. Para penulis juga sangat berterima kasih kepada pembimbing mereka yang memberi mereka bimbingan dan arahan, serta kepada kontribusi dan dukungan dari rekan-rekan mereka selama proses penelitian. Penulis berharap temuan penelitian ini akan menambah pengetahuan dan praktik di bidang logistik dan manajemen terminal. Sebagai penulis, kami menyadari beberapa kekurangan dalam artikel ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bermanfaat untuk meningkatkan kualitas artikel berikutnya.

7. Referensi

- Andriyanto, A., & Sinaga, C. (2023). Pengaruh Dwelling Time Terhadap Yard Occupancy Ratio Dengan Menggunakan Metode Regresi Linear Sederhana Di PTP Terminal Nonpetikemas Multipurpose Cabang Tanjung Priok. *Jurnal Logistik Bisnis*, 13(2), 35–39. <https://ejournal.ulbi.ac.id/index.php/logistik/index>
- Antika, A. P., Muliayatno, I. P., & Santosa, A. W. B. (2019). Analisa Pengaruh Penambahan Alat Bongkar Muat Terhadap Penurunan Nilai YOR di Terminal Petikemas Surabaya. *Teknik Perkapalan*, 7(2), 152–160. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/26745>
- Kentjana, W. (2023). *Analisis Standar Kinerja Pelayanan Bongkar Muat Petikemas di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya*.
- Maryam, R. A., & Handayani, H. H. (2015). Studi Pengembangan Webgis Sarana Dan Prasarana Pelabuhan (Studi Kasus: Tanjung Perak Surabaya). *Geoid*, 10(2), 120. <https://doi.org/10.12962/j24423998.v10i2.799>
- Pakpahan, H. M. (2019). *Evaluasi Kinerja Yard Occupancy Ratio (YOR) Pelabuhan Tenau, Kupang*. 2019(November), 449–456.
- Rohman, F. M. (2016). Simulasi Bongkar Muat Tps (Terminal Petikemas Surabaya) Untuk Mengoptimalkan Produksi Bongkar Muat. *Jurnal ITS*, 90.
- Sora, M. R., Tambunan, E., & Simanjuntak, P. (2020). Analisis Kapasitas Terminal Petikemas Pelabuhan Tenau Kupang. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil Dan Lingkungan - CENTECH*, 2(2), 64–71. <https://doi.org/10.33541/cen.v2i2.3472>
- Supriyono. (2013). *Analisa Kinerja Terminal Petikemas di Tanjung Perak Surabaya (Study Kasus : PT. Terminal Petikemas Surabaya)*. 89–97.
- Wijaya, S. A., & Purwiyanto, D. (2018). Evaluasi Kinerja Layanan Pengeluaran Petikemas Impor di PT. Terminal Petikemas Surabaya. *Jurnal Aplikasi Pelayaran Dan Kepelabuhanan*, 8(2), 156–165. <https://doi.org/10.30649/japk.v8i2.51>
- Zamrida, L. (2018). PENGUKURAN DAN ANALISIS KUALITAS PELAYANAN LOGISTIK PADA PT TERMINAL PETIKEMAS SURABAYA. *UNDERGRADUATE THESIS*, 6(1), 119. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gde.2016.09.008%0Ahttp://dx.doi.org/10.1007/s00412-015-0543-8%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/nature08473%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jmb.2009.01.007%0Ahttp://dx.doi.org/10.1016/j.jmb.2012.10.008%0Ahttp://dx.doi.org/10.1038/s4159>
- Zoleng, I., Nenny, & Saleh, M. (2021). Analisa Tingkat Pemanfaatan Lapangan Penumpukan Peti

Kemas Pelabuhan Yos Sudarso Ambon. *Hengkara Majaya*, 2(2), 35–39.
<https://doi.org/10.61759/hmj.v2i2.9>

Tersedia online di www.journal.unesa.ac.idHalaman jurnal di www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans

Analisis Kapasitas Saluran Drainase Dukuh Kupang Dengan Optimalisasi Kolam Penampungan (Bozem) Pada *Catchment Area* Gunung Sari Surabaya

Gagas Lucky WIdianto ^a, R. Endro Wibisono ^b

^a D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia.

^b D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia.

email: ^a gagas.20035@mhs.unesa.ac.id ^b endrowibisono@unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 17 Januari 2025

Revisi 7 Februari 2025

Diterima 12 Februari 2025

Online 28 April 2025

Kata kunci:

Kapasitas Saluran

Debit Banjir

Bozem

ABSTRAK

Dukuh Kupang termasuk salah satu dalam wilayah Kecamatan Sawahan. Laporan Akhir SDMP Tahun 2018-2038, genangan di daerah Dukuh Kupang telah mencapai ketinggian 30 cm yang berlangsung selama 2 jam. Salah satu dalam menangani genangan ini yaitu pembuatan penampungan air sementara berupa bozem Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui seberapa besar kapasitas saluran drainase Dukuh Kupang dengan menggunakan metode analisis hidrologi dan hidrolika, serta menganalisis kapasitas tampungan bozem dengan menghitung volume air masuk dari saluran drainase serta menganalisis garis energi yang ada pada saluran. Hasil penelitian ini apabila dicari kapasitas saluran, maka akan didapat kesimpulan bahwa pada saluran sekunder Jalan Simo Gunung 1, saluran sekunder Jalan Simo Gunung 2 saluran sekunder Jalan Simo Gunung 3 diketahui terjadi meluapnya air untuk periode 2 tahun maupun periode 5 tahun. Kapasitas bozem diperkirakan dapat meluap, maka dari itu diperlukan perencanaan pintu air dengan dimensi sebesar lebar 3,5 m, tinggi 2 m, dan bukaan pintu 0,5 m. Pada saluran tersier Jalan Dukuh Kupang Barat I menuju ke saluran sekunder Jalan Simo Gunung 3 dengan garis energi yang cukup menurun dari serta pada saluran tersier Jalan Dukuh Kupang Barat II menuju sekunder Jalan Simo Gunung 2 dengan garis energi menurun, maka dengan hasil seperti itu dapat dinyatakan aman.

Capacity Analysis of Dukuh Kupang Drainage Channel with Optimization of Storage Pond (Bozem) in Gunung Sari Catchment Area Surabaya

ARTICLE INFO

Keywords:

Drainage capacity

flood discharge

bozem

ABSTRACT

Dukuh Kupang is one of the areas in Sawahan Sub-district. SDMP Final Report 2018-2038, inundation in the Dukuh Kupang area has reached a height of 30 cm which lasted for 2 hours. One of the ways to handle this inundation is to make a temporary water reservoir in the form of a bozem. The purpose of this research is to find out how much the capacity of the existing Dukuh Kupang drainage channels is using hydrological and hydraulics analysis methods, and analyze the storage capacity of the bozem by

Widiyanto, G. L., & Wibisono, R. E. (2025). Analisis Kapasitas Saluran drainase Dukuh Kupang Dengan Optimalisasi Kolam Penampungan (Bozem) Pada Catchment Area Gunung Sari Surabaya. MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi, v3(n1), 23 - 35.

calculating the volume of volume of water entering from the drainage channel and analyzing the energy lines in the drainage channel. The results of this study if the channel capacity is sought, it will be concluded that in the secondary channel of Simo Gunung street 1, the secondary channel of Simo Gunung stret 2 , the secondary channel of Simo Gunung street 3 is known to occur overflowing water for a period of 2 years and a period of 5 years. The capacity of the bozem is expected to overflow, hence the need to plan a sluice gate with dimensions of 3.5 m wide, 2 m high, and 0.5 m door opening. In the tertiary channel of Dukuh Kupang Barat street I towards the secondary channel of Simo Gunung street 3 with a fairly decreased energy line from and in the tertiary channel of Dukuh Kupang Barat street II towards the secondary of Simo Gunung street 2 with a decreased energy line, then with such results it can be declared safe.

© 2023 MITRANS : Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

1. Pendahuluan

Kota Surabaya merupakan ibu kota Jawa Timur yang mempunyai fungsi pelayanan untuk menunjang perekonomian ukuran nasional sekaligus menjadi salah satu pola perdagangan internasional. Dukuh Kupang termasuk dalam Kecamatan Sawahan yang merupakan salah satu wilayah yang dimiliki Surabaya. Perkembangan pada Kecamatan Sawahan juga terus meningkat, sehingga bertambah pula sarana dan prasarana yang mendukung jalannya pada daerah perkotaan. Salah satunya yaitu sistem pembangunan saluran drainase.

Berdasarkan data dari BPS (Badan Pusat Statistik), Kecamatan Sawahan memiliki luas wilayah 6,93 Km² serta jumlah penduduk sebesar 216,414 jiwa yang ditinjau dari tahun 2019. Dukuh Kupang memiliki saluran drainase yang mengalir menuju ke saluran sekunder Simo Gunung dan berakhir ke saluran primer Gunung Sari yang ada di jalan Banyu Urip. Pada saat musim penghujan, jalan tersebut sering mengalami genangan. Data dari Laporan Akhir SDMP tahun 2018-2038, genangan di daerah dukuh kupang telah mencapai ketinggian 30 cm dan berlangsung selama 2 jam.

Penyebab genangan dan banjir sehingga limpasan air hujan tidak dapat ditampung dengan baik, salah satunya dikarenakan curah hujan yang tinggi. Waktu musim penghujan, curah hujan sering kali meningkat sehingga mengakibatkan limpasan air tidak dapat ditampung oleh saluran. Limpasan tersebut berubah menjadi genangan yang memenuhi jalan.

Salah satu alternatif dalam menangani genangan yaitu pembuatan penampungan air berupa bozem. Bozem sendiri memiliki pengertian yaitu kolam yang bertujuan untuk menampung sementara limpasan air hujan atau air sungai ke dalam suatu kawasan. Bukan hanya pembangunan bozem, tetapi normalisasi saluran juga penting dilakukan. Saluran yang dinormalisasi diharapkan dapat mengembalikan kapasitas saluran yang telah disesuaikan serta debit air dapat mengalir secara lancar menuju sungai. Merujuk pada hal tersebut pentingnya penelitian dengan judul “Analisis Kapasitas Saluran Drainase Dukuh Kupang Dengan Optimaliasasi Kolam Penampungan (Bozem) Pada Catchment Area Gunung Sari Surabaya” untuk mengatasi hal-hal yang terjadi terhadap saluran drainase.

2. Studi Litelatur

Studi Literatur berisi penelitian terdahulu, penelitian tersebut digunakan sebagai bahan referensi bagi penulis untuk menyusun penelitian ini. lima penelitian terdahulu yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

2.1. Kinanthi & Mahardi (2023)

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui kondisi dan kapasitas saluran pada drainase jalan Raya Tanggulang. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa debit saluran (Q_s) drainase sebesar $0,167 \text{ m}^3/\text{detik}$ tidak dapat menampung debit rencana, maka dari itu diperlukan perbaikan dengan cara perencanaan ulang terhadap saluran drainase dengan saluran bentuk U-Ditch

2.2. Hidayat dkk (2021)

Penelitian ini yang berjudul "Evaluation of Road Drainage Capacity To Improve Optimized Road Performance in Kebon Pala", bertujuan untuk mengevaluasi terhadap kapasitas saluran drainase di jalan perindustrian dengan mengetahui debit maksimum yang dapat ditampung oleh saluran drainase dan disimpulkan bahwa kapasitas saluran drainase jalan lebih rendah dari Q hujan sehingga saluran tidak dapat menampung debit hujan yang ada.

2.3. Ramadhan (2023)

Hasil dalam penelitian ini menunjukkan bahwa perhitungan debit saluran didapatkan yaitu Q rencana = $100,07 \text{ m}^3/\text{detik}$ dan Q eksisting = $37,35 \text{ m}^3/\text{detik}$ dengan periode ulang 10 tahun. Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa Q eksisting ternyata tidak cukup menampung debit Q rencana.

2.4. Fardina dkk (2018)

Penelitian dengan judul "Analisa Debit Limpasan Drainase Akibat Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan di Daerah Kota Surabaya Barat" bertujuan untuk merancang debit banjir dengan periode ulang 2, 5, dan 10 tahun yang menentukan apakah mampu saluran menampung debit banjir yang terjadi, serta solusi yang tepat untuk upaya penanggulangan dengan perubahan tata guna lahan yang terjadi di kota Surabaya.

2.5. Carolilena dkk (2022)

Berdasarkan hasil Analisis dan evaluasi menunjukkan bahwa kapasitas bozem tidak mampu menampung debit limpasan ($298,35 \text{ m}^3 > 309,55 \text{ m}^3$), sehingga perlu dilakukan penambahan ukuran dimensi bozem yang sudah ada. Sementara itu, perhitungan debit banjir rencana untuk saluran drainase mengindikasikan bahwa saluran drainase tersebut perlu didesain ulang dimensi saluran karena debitnya sudah melebihi kapasitas saluran.

3. Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder yang digunakan untuk menganalisis kapasitas saluran yang diteliti dari berbagai sumber sebagai berikut :

3.1. Data Primer

Data Primer adalah data yang pertama kali dicatat dan dikumpulkan oleh peneliti. Data akan dikumpulkan, diolah, dan disajikan oleh peneliti dari sumber pertama. Pengambilan data primer yang digunakan adalah jenis bentuk penampang dan dimensi saluran, dimensi bozem, dan foto dokumentasi banjir selama 5 tahun terakhir.

3.2. Data Sekunder

Data Sekunder adalah data yang sudah tersedia dan dikumpulkan oleh pihak lain. Pengambilan data sekunder berasal dari Dinas Sumber Daya Air Provinsi (DSDAP) maupun Dinas Sumber Daya Air dan Bina Marga (DSDABM) yang terdiri dari data curah hujan, Peta DAS, dan Peta Topografi.

3.3. Teknik Analisa Data

Data-data yang didapat, akan dilakukan beberapa analisis untuk mengetahui besar kapasitas saluran drainase dan juga untuk mengetahui seberapa besar kapasitas tampungan bozem. Analisis untuk penelitian ini dapat terdiri dari :

3.3.1 Analisis Hidrologi

Analisis Hidrologi dimaksudkan untuk menyajikan data dan parameter dasar yang dipakai dalam menganalisis debit air hujan pada periode ulang tertentu. Adapun sasaran dalam analisis ini antara lain :

- Mengetahui besarnya curah hujan rencana di lokasi penelitian menggunakan metode poligen thiesen , gumbel, log pearson type III;
- Mengetahui uji kecocokan distribusi antara metode gumbel dan log pearson type III;
- Melakukan perkiraan debit air rencana dengan perhitungan curah hujan rencana, intensitas curah hujan, dan koefisien pengaliran.

3.3.2 Analisis Hidrolika

Data yang digunakan dalam analisis hidrolika ini diantaranya data dimensi saluran serta bentuk penampang dan kondisi saluran eksisting. Adapun sasaran dalam analisis ini antara lain :

- Mengetahui debit air eksisting dengan menghitung luas penampang serta volume saluran.
- Mengetahui kapasitas saluran dengan membandingkan debit air rencana dan debit air eksisting.
- Menghitung garis energi aliran dengan mengetahui tinggi saluran, kedalaman serta tinggi kecepatan saluran.

3.3.3 Analisis Kapasitas Tampungan Bozem

Analisis ini bertujuan untuk menghitung volume tampungan bozem serta menghasilkan kapasitas air yang bisa ditampung.

- Menghitung volume bozem dengan menghitung dimensi yang diantaranya panjang, lebar, dan kedalaman.
- Melakukan perkiraan kapasitas bozem dengan perbandingan dari hasil perhitungan volume bozem dengan debit air rencana (Q) dan debit air kotor (Q_{ak}).

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi yang digunakan dalam penelitian yaitu berada pada kawasan Dukuh Kupang yang berisikan saluran sekunder Simo Gunung serta Saluran tersier Dukuh Kupang Barat 1, Dukuh Kupang Barat 2, Dukuh Kupang Barat 9, dan Dukuh Kupang Barat 25/Kampus Wijaya Kusuma.



Gambar 1 Lokasi Penelitian

Sumber : SDMP, 2018

4. Hasil Dan Pembahasan**4.1 Analisis Curah Hujan Rata-Rata**

Curah hujan rata-rata diperoleh dari data yang berasal dari tiga stasiun hujan (Simo, Gubeng, dan Wonokromo) selama sepuluh tahun terakhir. Perhitungan ini menggunakan metode polygon thiesen yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Curah Hujan Rata-Rata Poligen Thiesen (Penulis,2024)

No	Tahun	Rmax	Ri	Tahun dari yang terbesar
1	2014	146,04	278,21	2016
2	2015	161,90	217,94	2020
3	2016	278,21	170,72	2022
4	2017	160,40	161,90	2015
5	2018	134,80	161,32	2021
6	2019	112,78	160,40	2017
7	2020	217,94	146,04	2014
8	2021	161,32	134,80	2018
9	2022	170,72	132,67	2023
10	2023	132,67	112,78	2019
Jumlah		Σ	1676,79	
Banyak Data		n	10	
Rata-Rata		\bar{R}	167,68	

4.2 Parameter Data Statistik

Setiap data memiliki perbedaan hasil dengan perhitungan metode yang berbeda juga. Parameter statistik digunakan untuk menguji data yang dapat memenuhi dengan persyaratan metode distribusi yang telah ditetapkan. Hasil dari frekuensi curah hujan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Frekuensi Curah Hujan Rencana (Penulis,2024)

No	Jenis Metode	Persyaratan	Hasil	Keterangan
1	Gumbel	$C_s \leq 1,14$	1,54	Tidak Memenuhi
		$C_k \leq 5,4$	6,31	Tidak Memenuhi
2	Normal	$C_s = 0$	1,54	Tidak Memenuhi
		$C_k = 3$	6,31	Tidak Memenuhi
3	Log	$C_s = C_v^3 + 3C_v$	0,95	Tidak Memenuhi
	Normal	$C_k = C_v^8 + 6C_v^6 + 15C_v^4 + 16C_v^2 + 3$	5,02	Tidak Memenuhi
4	Log Pearson Type III	$C_s \neq 0$ (Selain dari nilai diatas)	0,95	Memenuhi

Mempertimbangkan persyaratan yang dapat memenuhi dengan perhitungan frekuensi curah hujan tersebut, maka dapat dipastikan bahwa metode distribusi yang cocok digunakan yaitu metode Log Pearson Tipe III.

4.3 Analisis Distribusi Curah Hujan

Pada hasil perhitungan koefisien kemencengan dan koefisien kurtois, diketahui bahwa metode Log Pearson Tipe III cocok digunakan dalam analisis ini. Hasil perhitungan Log Pearson Tipe III diperoleh pada Tabel 3.

Tabel 3. Perhitungan Log Pearson Type III (Penulis,2024)

No	Tahun	X_i	Log X_i	Log $(X_i - \bar{X})$	Log $(X_i - \bar{X})^2$	Log $(X_i - \bar{X})^3$	Log $(X_i - \bar{X})^4$
1	2014	278,21	2,44	0,234	0,055	0,013	0,003
2	2015	217,94	2,34	0,128	0,016	0,002	0,000
3	2016	170,72	2,23	0,022	0,000	0,000	0,000
4	2017	161,90	2,21	-0,001	0,000	0,000	0,000
5	2018	161,32	2,21	-0,003	0,000	0,000	0,000
6	2019	160,40	2,21	-0,005	0,000	0,000	0,000
7	2020	146,04	2,16	-0,046	0,002	0,000	0,000
8	2021	134,80	2,13	-0,081	0,007	-0,001	0,000
9	2022	132,67	2,12	-0,088	0,008	-0,001	0,000
10	2023	112,78	2,05	-0,158	0,025	-0,004	0,001
Jumlah		1676,79	22,11	0,00	0,11	0,01	0,00
Rata-Rata	(Log \bar{X})		2,21				
Banyak Data	n		10				
Standart Deviasi	S Log X		0,11				
Koefisien Kemencengan	Cs		0,9				

Periode ulang yang diterapkan adalah 2 tahun dan 5 tahun. Dengan periode ulang tersebut maka didapatkan hasil dari curah hujan rencana untuk metode Log Pearson Tipe III. Hasil perhitungan curah hujan rencana ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perhitungan Curah Hujan Rencana (Penulis,2024)

Periode Ulang (T)	K	Log X_t	X_t (mm)
5	0,769	2,297	198
2	-0,148	2,194	156

Berdasarkan Perhitungan curah hujan rencana dengan metode Log Pearson Tipe III menunjukkan bahwa periode ulang 2 tahun sebesar 156 mm dan periode ulang 5 tahun sebesar 198 mm.

4.4 Uji Kecocokan Distribusi

Pengujian kecocokan distribusi digunakan untuk mengetahui kevalidan data dengan sampel menggunakan uji chi-kuadrat dan uji smirnov-kolmogorov yang menghasilkan nilai kritis sebagai pembatas parameter seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai Kritis Uji Kecocokan (Penulis,2024)

Uji Chi Kuadrat		Uji Smirnov-Kolmogorov	
Jumlah Data	10	Jumlah Data	10
Dk	2	Derajat Kepercayaan (α)	5%
Jumah Kelas (G)	4,322	D Kritis (D_0)	0,41
	≈ 5		
Derajat Kepercayaan (α)	5%		
Chi Kritis	5,991		

Setelah mendapatkan nilai kritis, maka dapat dicari nilai hitung pada masing-masing dari kedua metode uji dengan menganalisis dari perhitungan metode log pearson tipe III. Nilai hitung yang

didapat pada uji chi-kuadrat sebesar 2 sedangkan pada uji smirnov-kolmogorov sebesar 0,07 seperti Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Kecocokan (Penulis,2024)

Jenis Distribusi	Metode Uji	Hasil Hitung	Nilai Kritis	Keterangan
Log Pearson Type III	Chi-Kuadrat	2	5,991	Mewakili
	Smirnov-Kolmogorov	0,07	0,41	Mewakili

Berdasarkan hasil uji kecocokan yang dilakukan pada metode Log Pearson Tipe III menunjukkan bahwa metode tersebut dapat mewakili sebagai kevalidan data dengan sampel.

4.5 Analisis Intensitas Curah Hujan

Perhitungan intensitas hujan digunakan untuk menentukan tingginya hujan per satuan waktu. Perhitungan ini menggunakan metode mononobe dengan periode ulang 2 tahun dan 5 tahun seperti pada Tabel 7.

Tabel 7. Perhitungan Intensitas Hujan Setiap Saluran (Penulis,2024)

Saluran	tc (Jam)	Periode Ulang 2 Tahun		Periode Ulang 5 Tahun	
		R24 (mm)	I (mm/Jam)	R24 (mm)	I (mm/Jam)
S.S-JL.SIMO GUNUNG 3	0,509	156,335	85,00	198,051	107,68
S.S-JL.SIMO GUNUNG 2	0,231	156,335	143,79	198,051	182,16
S.S-JL.SIMO GUNUNG 1	0,225	156,335	146,68	198,051	185,82
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT I	0,238	156,335	141,15	198,051	178,82
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT II	0,343	156,335	110,55	198,051	140,05
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT 9	0,390	156,335	101,52	198,051	128,61
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT 25	0,411	156,335	97,97	198,051	124,11

4.6 Analisis Debit Rencana

Perhitungan debit air rencana berfungsi sebagai mengetahui aliran air yang akan ditampung oleh saluran. Debit air rencana didapat dari jumlah antara debit air hujan dan debit air kotor. Debit air hujan diperoleh menggunakan metode rasional dengan rumus $Q_{ah} = 0,278 \times C \times I \times A$ seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Perhitungan Debit Air Hujan (Penulis,2024)

Saluran	Luas DAS (Km ²)	Koefisien Pengaliran C	Periode Ulang 2 Tahun		Periode Ulang 5 Tahun	
			Intensitas Hujan I (mm/Jam)	Debit Air Hujan Qah (m ³ /detik)	Intensitas Hujan I (mm/Jam)	Debit Air Hujan Qah (m ³ /detik)
			S.S-JL.SIMO GUNUNG 3	1,08	0,39	85,00
S.S-JL.SIMO GUNUNG 2	0,64	0,39	143,79	10,00039	182,16	12,67
S.S-JL.SIMO GUNUNG 1	0,51	0,39	146,68	8,15	185,82	10,33
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT I	0,20	0,39	141,15	3,14	178,82	3,98
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT II	0,13	0,39	110,55	1,54	140,05	1,96
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT 9	0,07	0,39	101,52	0,76	128,61	0,96
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT 25	0,44	0,39	97,97	4,71	124,11	5,97

Dengan menghitung debit air hujan dan menambahkan debit air kotor yang berasal dari buangan air pemukiman penduduk, maka didapat debit air total seperti Tabel 9.

Tabel 9. Perhitungan Debit Air Rencana (Penulis,2024)

Saluran	Periode Ulang 2 Tahun			Periode Ulang 5 Tahun		
	Qah	Qak	Qtotal	Qah	Qak	Qtotal
	m ³ /detik					
S.S-JL.SIMO GUNUNG 3	9,94	0,01482429	9,95716	12,60	0,01482504	12,61017
S.S-JL.SIMO GUNUNG 2	10,00039	0,00881363	10,0092	12,67	0,00881408	12,67771
S.S-JL.SIMO GUNUNG 1	8,15	0,00704413	8,16021	10,33	0,00704449	10,33580
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT I	3,14	0,00281920	3,14284	3,98	0,00281934	3,98072
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT II	1,54	0,00176950	1,54539	1,96	0,00176959	1,95729
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT 9	0,76	0,00094604	0,75878	0,96	0,00094609	0,96100
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT 25	4,71	0,00609809	4,72023	5,97	0,00609840	5,97815

4.7 Analisis Debit Eksisting

Dalam menganalisis kapasitas drainase maka diperlukan perhitungan debit eksisting saluran untuk mengetahui seberapa besar kapasitas tampung pada saluran. Hasil perhitungan debit eksisting ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Perhitungan Debit Eksisting Saluran (Penulis,2024)

Saluran	Lebar	Tinggi	Luas (A)	Keliling Basah (P)	Jari-Jari Hidrolis (R)	Lebar Puncak (T)	Kecepatan aliran (V)	Debit Eksisting (Q)
	m	m	m ²	m	m	m	m/detik	m ³ /detik
	S.S-JL.SIMO GUNUNG 3	3,5	2	7	7,5	0,93	3,5	2,021
S.S-JL.SIMO GUNUNG 2	3	2	6	7	0,86	3	1,913	11,48
S.S-JL.SIMO GUNUNG 1	2,5	2	5	6,5	0,77	2,5	1,935	9,68
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT I	1,5	1,5	2,25	4,5	0,5	1,5	1,847	4,16
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT II	1,5	1,2	1,8	3,9	0,46	1,5	1,457	2,62
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT 9	1,2	1,2	1,44	3,6	0,4	1,2	0,969	1,40
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT 25	2,5	2	5	6,5	0,77	2,5	1,784	8,92

4.8 Analisis Kapasitas Drainase

Kapasitas drainase dianggap aman apabila debit yang membebani lebih kecil dibandingkan debit eksisting (Qeksisting), maka sebaliknya apabila debit yang membebani lebih besar dibandingkan debit eksisting (Qeksisting) akan dianggap saluran tersebut mengalami luapan air. Perbandingan nilai debit rencana dan debit eksisting dalam menemukan kapasitas drainase dengan periode ulang 2 tahun ditunjukkan pada Tabel 11 dan dengan periode ulang 5 tahun ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 11. Analisis Kapasitas Saluran Drainase Periode Ulang 2 Tahun (Penulis,2024)

Saluran	Q rencana	Q yang membebani saluran	Q eksisting	Analisa
	m ³ /detik	m ³ /detik	m ³ /detik	
	S.S-JL.SIMO GUNUNG 3	9,95716	38,29383	
S.S-JL.SIMO GUNUNG 2	10,00921	25,19382	11,48	Meluap

S.S-JL.SIMO GUNUNG 1	8,16021	13,63922	9,68	Meluap
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT I	3,14284	3,14284	4,16	Aman
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT II	1,54539	1,54539	2,62	Aman
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT 9	0,75878	0,75878	1,40	Aman
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT 25	4,72023	4,72023	8,92	Aman

Tabel 12. Analisis Kapasitas Saluran Drainase Periode Ulang 5 Tahun (Penulis,2024)

Saluran	Q rencana	Q yang membebani saluran	Q Eksisting	Analisa
	m ³ /detik	m ³ /detik	m ³ /detik	
S.S-JL.SIMO GUNUNG 3	12,61017	48,50084	14,15	Meluap
S.S-JL.SIMO GUNUNG 2	12,67771	31,90994	11,48	Meluap
S.S-JL.SIMO GUNUNG 1	10,33580	17,27494	9,68	Meluap
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT I	3,98072	3,98072	4,16	Aman
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT II	1,95729	1,95729	2,62	Aman
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT 9	0,96100	0,96100	1,40	Aman
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT 25	5,97815	5,97815	8,92	Aman

Berdasarkan analisa kapasitas drainase dapat disimpulkan bahwa pada periode 2 tahun dan 5 tahun di saluran sekunder Simo Gunung 1, Simo Gunung 2, dan Simo Gunung 3 telah terjadi luapan air akibat dari ketidakmampuan saluran untuk menampung besaran air yang masuk.

4.9 Perencanaan Bozem

Data yang didapatkan bahwa luas tampungan bozem yang direncanakan sebesar 337.155 m² dengan kedalaman 3 meter, sehingga didapat volume tampungan bozem sebesar 1.011.465 m³. Kapasitas bozem dapat dihitung volume tumpukan yang terjadi dalam kurun waktu 5 jam serta tinggi peluapan yang terjadi di bozem. Saat debit air masuk akan terdapat penambahan air dari debit air yang membebani pada saluran yang dilewati oleh bozem yang ditunjukkan pada Tabel 13 dan Tabel 14.

Tabel 13. Volume Air Masuk Periode Ulang 2 Tahun (Penulis,2024)

No	t		Q inflow		Volume inflow	Volume kumulatif (inflow)	Kedalaman	Keterangan
	menit	jam	m ³ /jam	m ³ /detik	m ³	m ³	m	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00000	0	Aman
2	2,00	0,03	2,506803174	9024,491	150,4082	150,4081904	0,0004461	Aman
3	5,00	0,08	6,267007934	22561,23	789,643	940,0511901	0,0027882	Aman
4	10,00	0,17	12,53401587	45122,46	2820,154	3760,204761	0,0111527	Aman
5	20,00	0,33	25,06803174	90244,91	11280,61	15040,81904	0,044611	Aman
6	30,00	0,50	37,60204761	135367,4	18801,02	33841,84284	0,1003747	Aman
7	31,00	0,52	38,85544919	139879,6	2293,725	36135,56775	0,1071779	Aman
8	40,00	0,67	50,13606347	180489,8	24027,71	60163,27617	0,178444	Aman
9	50,00	0,83	62,67007934	225612,3	33841,84	94005,11901	0,2788187	Aman
10	60,00	1,00	75,20409521	270734,7	41362,25	135367,3714	0,4014989	Aman
11	70,00	1,17	87,73811108	315857,2	48882,66	184250,0333	0,5464847	Aman
12	80,00	1,33	100,2721269	360979,7	56403,07	240653,1047	0,7137759	Aman
13	90,00	1,50	112,8061428	406102,1	63923,48	304576,5856	0,9033726	Aman
14	100,00	1,67	125,3401587	451224,6	71443,89	376020,4761	1,1152748	Aman
15	110,00	1,83	137,8741746	496347	78964,3	454984,776	1,3494825	Aman
16	120,00	2,00	150,4081904	541469,5	86484,71	541469,4855	1,6059957	Aman
17	130,00	2,17	162,9422063	586591,9	94005,12	635474,6045	1,8848144	Aman
18	131,00	2,18	164,1956079	591104,2	9814,134	645288,7389	1,9139231	Aman
19	140,00	2,33	175,4762222	631714,4	91711,39	737000,1331	2,1859386	Aman
20	150,00	2,50	188,010238	676836,9	109045,9	846046,0711	2,5093683	Aman
21	160,00	2,67	200,5442539	721959,3	116566,3	962612,4187	2,8551035	Aman
22	170,00	2,83	213,0782698	767081,8	124086,8	1086699,176	3,2231442	Meluap

Analisis Kapasitas Saluran Drainase ...

23	180,00	3,00	225,6122856	812204,2	131607,2	1218306,342	3,6134904	Meluap
----	--------	------	-------------	----------	----------	-------------	-----------	--------

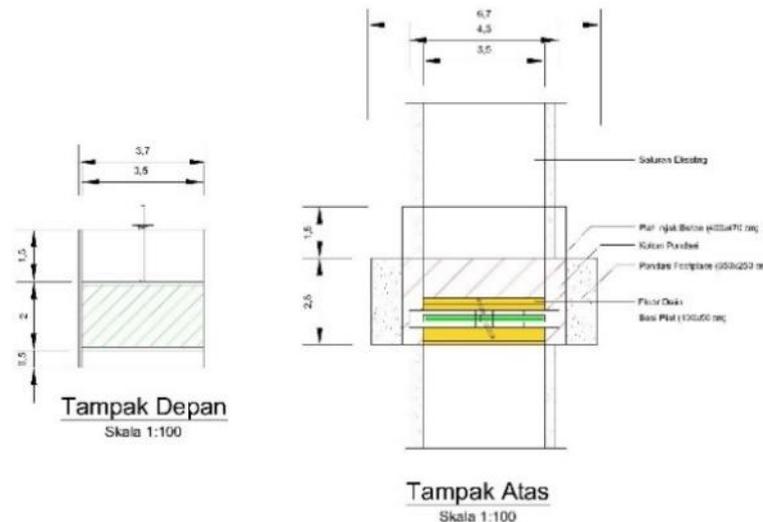
Tabel 14. Volume Air Masuk Periode Ulang 5 Tahun (Penulis,2024)

No	t		Q inflow		Volume inflow	Volume kumulatif (inflow)	Kedalaman	Keterangan
	menit	jam	m ³ /jam	m ³ /detik	m ³	m ³	m	
1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00000	0	Aman
2	2,00	0,03	3,17497821	11429,92	190,4987	190,4986926	0,000565	Aman
3	5,00	0,08	7,937445524	28574,8	1000,118	1190,616829	0,0035314	Aman
4	10,00	0,17	15,87489105	57149,61	3571,85	4762,467314	0,0141255	Aman
5	20,00	0,33	31,7497821	114299,2	14287,4	19049,86926	0,0565018	Aman
6	30,00	0,50	47,62467314	171448,8	23812,34	42862,20583	0,1271291	Aman
7	31,00	0,52	49,21216225	177163,8	2905,105	45767,31089	0,1357456	Aman
8	40,00	0,67	63,49956419	228598,4	30432,17	76199,47703	0,2260073	Aman
9	50,00	0,83	79,37445524	285748	42862,21	119061,6829	0,3531363	Aman
10	60,00	1,00	95,24934629	342897,6	52387,14	171448,8233	0,5085163	Aman
11	70,00	1,17	111,1242373	400047,3	61912,08	233360,8984	0,6921472	Aman
12	80,00	1,33	126,9991284	457196,9	71437,01	304797,9081	0,904029	Aman
13	90,00	1,50	142,8740194	514346,5	80961,94	385759,8525	1,1441617	Aman
14	100,00	1,67	158,7489105	571496,1	90486,88	476246,7314	1,4125454	Aman
15	110,00	1,83	174,6238015	628645,7	100011,8	576258,5451	1,7091799	Aman
16	120,00	2,00	190,4986926	685795,3	109536,7	685795,2933	2,0340653	Aman
17	130,00	2,17	206,3735836	742944,9	119061,7	804856,9761	2,3872017	Aman
18	131,00	2,18	207,9610727	748659,9	12430,04	817287,0158	2,4240691	Aman
19	140,00	2,33	222,2484747	800094,5	116156,6	933443,5936	2,7685889	Aman
20	150,00	2,50	238,1233657	857244,1	138111,6	1071555,146	3,1782271	Meluap
21	160,00	2,67	253,9982568	914393,7	147636,5	1219191,633	3,6161161	Meluap
22	170,00	2,83	269,8731478	971543,3	157161,4	1376353,054	4,0822561	Meluap
23	180,00	3,00	285,7480389	1028693	166686,4	1543039,41	4,576647	Meluap

Berdasarkan hasil perhitungan volume air masuk, dapat menunjukkan bahwa bozem tidak dapat menampung limpasan air dari saluran pada periode 2 tahun pada jam 2,83 atau 170 menit dan pada periode 5 tahun pada jam 2,50 atau 150 menit, maka penanganan yang dapat dilakukan yaitu dengan menambahkan luasan pada dimensi bozem atau memberi fasilitas pendukung untuk tampungan air seperti pintu air.

4.10 Perencanaan Pintu Air

Dikarenakan bozem sudah tidak dapat menampung debit air, maka direncanakan pintu air dengan lebar = 3,5 m, tinggi = 2 m, bukaan pintu = 0,5 m. yang diletakkan pada bagian outlet bozem seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Perencanaan Pintu Air
Sumber : Analisis Penulis, 2024

4.11 Pengaruh Bozem Terhadap Saluran

Dikarenakan pembuatan bozem untuk menangani saluran yang meluap, maka pengaruh terhadap saluran dapat diketahui dengan perhitungan debit air yang membebani saluran dan debit air pada bozem yang dipengaruhi oleh pintu air. Pengaruh tersebut ditunjukkan pada Tabel 15 dan Tabel 16

Tabel 15. Pengaruh Bozem Pada Debit Saluran Periode Ulang 2 Tahun (Penulis,2024)

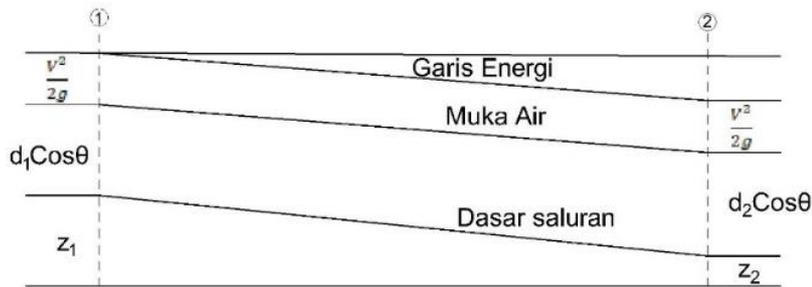
Saluran	Q yang membebani saluran m ³ /detik	Q pada Bozem m ³ /detik	Pengaruh pada debit saluran m ³ /detik	Kapasitas Saluran Eksisting (Q) m ³ /detik	Keterangan
S.S-JL.SIMO GUNUNG 3	38,29381947	0,223045	8,541231304	14,14717	Aman
S.S-JL.SIMO GUNUNG 2	25,19381896	0,223045	5,619346364	11,47914	Aman
S.S-JL.SIMO GUNUNG 1	13,63921878	0,223045	3,042154688	9,677075	Aman
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT I	3,142839296	0,223045	0,70099347	4,156631	Aman
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT II	1,545392235	0,223045	0,34469146	2,621802	Aman
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT 9	0,75877749	0,223045	0,169241254	1,395289	Aman
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT 25	4,720233082	0,223045	1,052822704	8,917864	Aman

Tabel 16. Pengaruh Bozem Pada Debit Saluran Periode Ulang 5 Tahun (Penulis,2024)

Saluran	Q yang membebani saluran m ³ /detik	Q pada Bozem m ³ /detik	Pengaruh pada debit saluran m ³ /detik	Kapasitas Saluran Eksisting (Q) m ³ /detik	Keterangan
S.S-JL.SIMO GUNUNG 3	48,5008368	0,223045	10,81785184	14,14717	Aman
S.S-JL.SIMO GUNUNG 2	31,90994483	0,223045	7,117342262	11,47914	Aman
S.S-JL.SIMO GUNUNG 1	17,27494352	0,223045	3,853083615	9,677075	Aman
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT I	3,980721064	0,223045	0,88787851	4,156631	Aman
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT II	1,957291956	0,223045	0,436563486	2,621802	Aman
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT 9	0,960996958	0,223045	0,214345224	1,395289	Aman
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT 25	5,978151165	0,223045	1,333394594	8,917864	Aman

4.12 Perhitungan Garis Energi

Saluran yang diambil untuk perhitungan garis energi yaitu saluran tersier Dukuh Kupang Barat I dengan saluran sekunder Simo Gunung 3 dan saluran tersier Dukuh Kupang Barat II dengan saluran sekunder Simo Gunung 2. Perhitungan ini menggunakan rumus Bernoulli dengan dibuatnya garis persamaan sebagai dasar datum serta adanya garis dasar saluran, garis muka air, dan garis energi seperti pada Gambar 3.



Gambar 2 Perencanaan Pintu Air
Sumber : Suripin, 2004

Sesuai perhitungan di atas jumlah energi dalam aliran menggunakan rumus Bernoulli, dapat ditunjukkan dalam Tabel 17.

Tabel 17. Perhitungan Jumlah Energi Dalam Saluran (Penulis, 2024)

Saluran	Tinggi di atas Datum	Kemiringan Dasar	Kedalaman	Kecepatan Aliran	Percepatan Gravitasi	$d \cos \theta$	Tinggi Kecepatan	Tinggi Energi
	z	θ	d	V	g	m	$\frac{v^2}{2g}$	H
	(m)	(rad, °)	(m)	(m/detik)	(m/detik)	m	(m)	(m)
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT I	1,5	0,0100	1,5	1,847	9,81	1,5	0,17394779	3,173873
S.S-JL.SIMO GUNUNG 3	0,5	0,0050	2	2,021	9,81	2,0	0,20818241	2,708157
S.T-JL.DUKUH KUPANG BARAT II	1,5	0,00648	1,2	1,457	9,81	1,2	0,10813241	2,808107
S.S-JL.SIMO GUNUNG 2	0,5	0,0050	2	1,913	9,81	2,0	0,18655932	2,686534

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis yang sudah dilakukan penulis, maka akan mencapai kesimpulan yaitu sebagai berikut:

- Apabila dicari kapasitas saluran, maka akan didapat kesimpulan bahwa pada saluran sekunder Jalan Simo Gunung 1, saluran sekunder Jalan Simo Gunung 2 saluran sekunder Jalan Simo Gunung 3 diketahui terjadi meluapnya air untuk periode 2 tahun maupun periode 5 tahun
- Kapasitas bozem diperkirakan dapat meluap, maka dari itu diperlukan perencanaan pintu air dengan dimensi sebesar lebar 3,5 m, tinggi 2 m, dan bukaan pintu 0,5 m.
- Pada saluran tersier Jalan Dukuh Kupang Barat I menuju ke saluran sekunder Jalan Simo Gunung 3 dengan garis energi yang cukup menurun dari serta pada saluran tersier Jalan Dukuh Kupang Barat II menuju sekunder Jalan Simo Gunung 2 dengan garis energi menurun, maka dengan hasil seperti itu dapat dinyatakan aman.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan banyak terima kasih untuk kedua orang tua, dosen pembimbing, dosen penguji, serta pihak dinas yang telah memberikan dukungan finansial, moral dan data penelitian. Adapun rekan-rekan seprodi dan sejawat yang menemani dalam menyusun penelitian ini.

7. Referensi

- Ahmad, F. H., Suhardono, A., & Hanggara, I. (2023). Perencanaan Ulang Drainase Perkotaan Berwawasan Lingkungan Pada Kawasan Jalan Ketintang Madya Kota Surabaya. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 4(1), 222-229.
- Atmoko, F. I. (2020). Analisis Kondisi Eksisting Sungai Gude Ploso Menggunakan HEC-RAS (Studi Kasus Sungai Gude Ploso Dengan Lebar 10,4 Meter dan Kedalaman 2,2 Meter Sepanjang 5,11 Kilometer Dari Hilir Sungai). Tugas Akhir: Universitas Negeri Surabaya.
- Caroline, J., & Syafiarti, A. I. D. (2023). Mengatasi Genangan Jalan Donowati Kota Surabaya Melalui Perbaikan Drainase. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 6(1), 58-70.
- Erwanto, N. H., Yulianti, E., & Surbakti, S. (2021). Perencanaan Boezem Dan Pompa Dalam Penanganan Banjir Di Kabupaten Pasuruan Jawa Timur. *SONDIR*, 5(2), 40-48.
- Faradina, A., Wijatmiko, I., & Devia, Y. P. (2018). Analisis Debit Limpasan Drainase Akibat Pengaruh Perubahan Tata Guna Lahan. *Rekayasa Sipil*, 12(2), 79-86.
- Hidayat, R., Setiyadi, S., & Hutabarat, L.E. Evaluation Of Road Drainage Capacity To Improve Optimized Road Performance In Kebon Pala Area East Jakarta. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 878 012051
- Kinanthi, M. A., & Mahardi, P. (2023). Evaluasi Sistem Drainase Jalan Raya Terhadap Banjir (Studi Kasus: Jl. Raya Tanggulangin, Kec. Tanggulangin, Kab. Sidoarjo, Jawa Timur). *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 1(2 (Agustus)), 120-128.
- Kusnan, K. (2010). Menanggulangi Genangan Air Hujan Yang Terjadi Di Jalan Raya Wiyung Pada Drainase Perkotaan Gunungsari Surabaya Barat. *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA*, 8(1), 47-59.
- Ramadhan, A. (2020). Perencanaan Sistem Drainase Kali Benowo Surabaya (Studi Kasus Ruas Sistem Drainase Jalan Raya Babat Jerawat Sampai Dengan Jalan Raya Raci) (Doctoral dissertation, Universitas Bhayangkara).
- Suripin, M. (2004). Eng, Dr. ir.. Sistem Drainase Perkotaan Yang Berkelanjutan. ANDI, Yogyakarta.
- Wibisono, R. E., & Nurcahaya, D. P. (2022). Analisis Kinerja Saluran Drainase Jalan Di Petemon 4 Kelurahan Petemon Kecamatan Sawahan Kota Surabaya. *Jurnal Ilmiah MITSU (Media Informasi Teknik Sipil Universitas Wiraraja)*, 10(1), 13-20.

Tersedia online di www.journal.unesa.ac.idHalaman jurnal di www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans

Analisis Kerusakan Jalan dan Penentuan Penanganannya dengan Aplikasi Pada Link 166 Di Kabupaten Jombang

Dhyva Choirunnisa Wicakrani ^a, Ari Widayanti ^b

^a Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

^b Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

email: ^adhyva.20020@mhs.unesa.ac.id, ^bariwidayanti@unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 30 Januari 2025

Revisi 13 Februari 2025

Diterima 24 Februari 2025

Online 28 April 2025

Kata kunci: Kerusakan Jalan, Penanganan Kerusakan, Prioritas Penanganan, PKRMS

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kerusakan jalan dan menentukan penanganannya pada dua ruas jalan, yaitu Link 166 yang terletak di Kabupaten Jombang. Kerusakan jalan di Indonesia menjadi isu penting yang mempengaruhi keselamatan, kenyamanan, dan efisiensi transportasi. Dalam penelitian ini, data kerusakan jalan diperoleh melalui inspeksi visual serta pengukuran kondisi permukaan jalan menggunakan metode survei. Jenis-jenis kerusakan yang teridentifikasi meliputi retak, lubang, pergeseran permukaan, dan deformasi lainnya. Analisis kerusakan dilakukan dengan menggunakan indeks kerusakan jalan, yang kemudian dihubungkan dengan tingkat prioritas penanganan berdasarkan tingkat kerusakannya. Berdasarkan hasil analisis, disarankan beberapa metode penanganan, seperti perbaikan menggunakan aspal panas untuk kerusakan ringan hingga penggantian lapisan permukaan jalan untuk kerusakan yang lebih parah. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi teknis yang berguna untuk perencanaan dan pelaksanaan pemeliharaan serta rehabilitasi jalan di Kabupaten Jombang, guna meningkatkan kualitas infrastruktur transportasi dan mengurangi dampak negatif akibat kerusakan jalan.

Analysis Of Road Damage and Determination Of Treatments With Application On Link 166 In Jombang Regency

ARTICLE INFO

Keywords: Road Damage, Damage Handling, Handling Priorities, PKRMS

Wicakrani, D. C., & Widayanti, A. (2025). Analisis Kerusakan Jalan dan Penentuan Penanganannya dengan Aplikasi Pada Link 166 Di Kabupaten Jombang. MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi, v3 (n1), 36 - 45.

ABSTRACT

This study aims to analyze road damage and determine appropriate treatments for two road segments, Link 166 located in Jombang Regency. Road damage in Indonesia is a significant issue that affects safety, comfort, and transportation efficiency. In this research, road damage data was collected through visual inspections and surface condition measurements using survey methods. The types of damage identified include cracks, potholes, surface displacement, and other deformations. Road damage analysis was conducted using a road distress index, which was then linked to the prioritization of treatment based on the severity of the damage. Based on the analysis, several treatment methods were recommended, such as hot mix asphalt for minor damages and surface replacement for more severe deterioration. The results of this study are expected to provide technical recommendations that can aid in the planning and implementation of road maintenance and rehabilitation in Jombang Regency, thereby improving transportation infrastructure quality and reducing the negative impacts of road damage.

© 2023 MITRANS : Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

1. Pendahuluan

Sebagai negara berkembang, Indonesia menghadapi kebutuhan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas infrastruktur jalan guna mendukung aktivitas masyarakat serta menunjang perekonomian.

Infrastruktur jalan memiliki peran yang signifikan dalam mendukung aksesibilitas dan distribusi barang serta jasa. Namun, peningkatan jumlah kendaraan seringkali berdampak negatif terhadap performa jalan, seperti munculnya kerusakan jika pemeliharaan tidak dilakukan secara optimal. Kerusakan ini dapat menghambat konektivitas antarwilayah dan berpotensi membahayakan pengguna jalan. Oleh karena itu, diperlukan evaluasi yang komprehensif terhadap jenis dan tingkat kerusakan jalan untuk memastikan perencanaan penanganan yang efektif.

Dalam rangka mendukung pengelolaan jalan yang lebih baik, teknologi informasi, seperti sistem manajemen jalan provinsi/kabupaten (*Provincial/Kabupaten Road Management System* atau PKRMS), menjadi alat yang sangat penting. PKRMS adalah sistem berbasis *Windows* yang memanfaatkan *Microsoft Access* sebagai basis data utama serta didukung oleh aplikasi QGIS untuk visualisasi jaringan jalan. Sistem ini dirancang untuk menganalisis kondisi jalan, menentukan kebutuhan penanganan tahunan dan berkala, serta menghasilkan rekomendasi untuk tindakan preservasi, seperti pemeliharaan rutin, rehabilitasi, rekonstruksi, hingga pelebaran jalan. Keakuratan data yang divalidasi menjadi kunci dalam keberhasilan sistem ini.

Kabupaten Jombang memiliki delapan ruas jalan provinsi sepanjang 61,25 kilometer, yang menghubungkan wilayah tersebut dengan Kabupaten Lamongan dan Kediri. Salah satu ruas jalan, yaitu Link 166, menghubungkan Kabupaten Mojokerto dengan Kabupaten Jombang sepanjang 13,8 kilometer dengan lebar 7 meter. Volume lalu lintas harian di ruas ini mencapai 42.405 kendaraan, terdiri dari truk bermuatan berat untuk distribusi barang serta kendaraan pribadi. Kerusakan jalan yang paling signifikan di ruas ini adalah kegemukan perkerasan, yang dapat mengancam keselamatan, terutama pada malam hari. Sistem drainase di ruas jalan ini umumnya baik di beberapa bagian, namun ada bagian yang berbatasan langsung dengan Sungai Brantas, sehingga membutuhkan perhatian lebih.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan PKRMS dalam menganalisis kerusakan jalan di tingkat provinsi dan kabupaten. Dengan pendekatan analitis, penelitian ini akan mengidentifikasi penyebab kerusakan, mengukur tingkat kerusakan, dan merumuskan strategi penanganan berbasis fitur-fitur PKRMS. Hasilnya diharapkan dapat memberikan kontribusi pada pengelolaan jalan yang lebih efisien serta menjadi panduan praktis bagi pemangku kepentingan dalam meningkatkan kualitas infrastruktur jalan secara berkelanjutan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. *Provincial/Kabupaten Road Management System* (PKRMS)

Berdasarkan Surat Edaran Nomor 22 Tahun 2021 tentang Manual Aplikasi Sistem Program Pemeliharaan Jalan Provinsi/Kabupaten (*Provincial/Kabupaten Road Management System*), PKRMS berfungsi sebagai sumber data utama untuk perencanaan, mencakup data kondisi jalan, inventaris, data proyek, riwayat, dan peta. Aplikasi ini digunakan untuk mengolah dan menganalisis data jalan guna menghasilkan laporan kondisi aset jalan dan program pekerjaan pemeliharaan jalan, termasuk menentukan prioritas pekerjaan pemeliharaan.

Sementara itu, menurut Surat Edaran Nomor 1 Tahun 2023 tentang Panduan Penggunaan Aplikasi PKRMS, aplikasi ini berbasis *Windows* dengan *Microsoft Access* sebagai database utama. PKRMS digunakan untuk menghasilkan laporan analisis kondisi jalan, kebutuhan penanganan (baik tahunan maupun berkala), peta jalur/*stripmap*, dan analisis statistik. Aplikasi ini didukung oleh QGIS (*Quantum Geographic Information System*) untuk menyajikan peta jaringan jalan. Pemanfaatannya mencakup pengumpulan dan pengolahan data untuk rekomendasi penanganan preservasi jalan, seperti pemeliharaan rutin, berkala, rehabilitasi, rekonstruksi, dan pelebaran jalan sesuai standar. Keakuratan data masukan yang tervalidasi menjadi kunci dalam menghasilkan output yang andal.

PKRMS merupakan alat bantu perencanaan, pemrograman, dan penganggaran yang dirancang khusus untuk digunakan di tingkat provinsi atau kabupaten. Sistem ini berfungsi sebagai sumber database utama yang menyimpan data kondisi jalan, inventarisasi, proyek, riwayat, dan peta, serta terintegrasi dengan QGIS untuk penyajian peta. Metode implementasinya dilakukan secara sistematis, dimulai dari survei pengumpulan data, seperti survei referensi titik, inventarisasi, kondisi jalan, dan lalu lintas.

PKRMS juga memungkinkan perhitungan analisis berbasis norma kuantitas untuk pemeliharaan rutin serta estimasi kebutuhan jalan sederhana untuk pekerjaan pemeliharaan, peningkatan struktur, dan kapasitas jalan. Sistem ini berperan sebagai alat utama perencanaan di bidang jalan yang fleksibel, transparan, dan terstruktur, yang diberikan kepada pemerintah provinsi atau kabupaten sebagai sarana pendukung pengelolaan jalan secara terintegrasi.

2.2. Strategi Penanganan

Rencana pemeliharaan jalan mencakup penanganan terhadap berbagai elemen jalan, termasuk jalur dan/atau lajur lalu lintas, bahu jalan, sistem drainase, bangunan pelengkap, perlengkapan jalan, serta lahan pada Rumaja dan Rumija. Pemeliharaan dapat dilakukan secara preventif maupun reaktif. Selain itu, rencana ini juga mencakup informasi tentang sumber dana, mekanisme pemilihan penyedia jasa, identitas ruas jalan, jenis pekerjaan, estimasi biaya, jadwal pelaksanaan, sistem pengadaan, serta pihak penanggung jawab. Berikut adalah jenis-jenis pekerjaan pemeliharaan jalan:

1. Pemeliharaan Rutin (Routine Maintenance)

Pemeliharaan rutin bertujuan menjaga dan memperbaiki kerusakan ringan pada ruas jalan agar tetap dalam kondisi pelayanan yang mantap. Jalan dengan kondisi pelayanan mantap memiliki kondisi baik atau sedang sesuai umur rencana yang telah diperhitungkan. Rehabilitasi dalam pemeliharaan rutin melibatkan penanganan pencegahan untuk menghindari kerusakan lebih luas, khususnya pada kerusakan yang dapat menurunkan kemandapan jalan.

2. Pekerjaan Tertunda dan Minor (Backlog and Minor Works)

Pekerjaan ini meliputi penanganan yang melampaui pemeliharaan rutin dengan kebutuhan dana tambahan, termasuk perbaikan pada bagian non-perkerasan. Pekerjaan ini sering disebabkan oleh kurangnya alokasi dana untuk pemeliharaan berkala atau rehabilitasi di tahun-tahun sebelumnya.

3. Pekerjaan Penunjang (Holding Treatment)

Pekerjaan penunjang dilakukan akibat tertundanya rehabilitasi atau pemeliharaan berkala. Contohnya adalah penggunaan agregat tanpa penutup (ATP) pada segmen jalan yang rusak berat atau tidak dapat dilalui hingga dilakukan penanganan permanen. Umur rencana jalan pada pekerjaan ini berkisar antara 2–5 tahun.

4. Pemeliharaan Berkala (Periodic Maintenance)

Pemeliharaan berkala dilakukan untuk melindungi keutuhan permukaan jalan pada interval waktu tertentu. Pekerjaan ini bertujuan menanggapi kerusakan jalan untuk mencegah kerusakan lebih lanjut pada struktur jalan. Pemeliharaan berkala tidak mencakup pekerjaan yang memperpanjang umur jalan, seperti penguatan, rehabilitasi, rekonstruksi, atau peningkatan kapasitas jalan.

5. Pekerjaan Khusus

Pekerjaan khusus meliputi penanganan darurat, seperti tanah longsor atau banjir, yang mengakibatkan jalan tidak dapat dilalui. Pekerjaan ini juga mencakup perbaikan setempat untuk memastikan jalan dapat kembali digunakan. Anggaran pekerjaan khusus meliputi dana bencana alam besar, anggaran khusus lainnya, serta cadangan anggaran.

6. Rehabilitasi

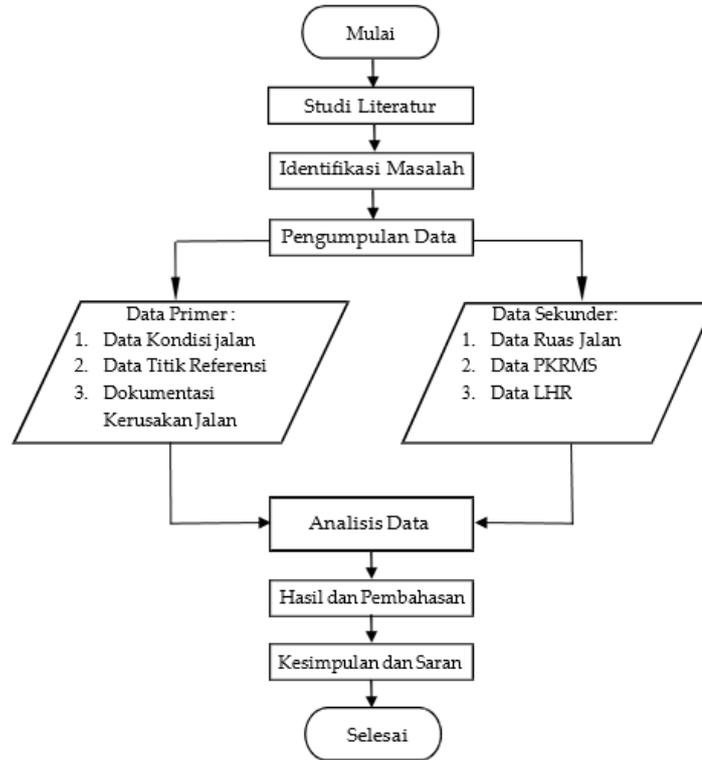
Rehabilitasi melibatkan pekerjaan utama, seperti pelapisan ulang tebal, rekonstruksi perkerasan, atau peningkatan jalan sebagai tanggapan terhadap kerusakan berat. Pekerjaan ini membutuhkan desain rinci untuk memastikan hasil yang optimal dan mencakup perbaikan struktural serta peningkatan jalan.

2.3. Prioritas Penanganan

Tujuan metodologi PKRMS adalah untuk menjaga atau memelihara ruas jalan yang baik tetap dalam kondisi baik, secara perlahan menjadikan seluruh ruas jalan ke dalam kondisi baik. Jadi, prioritas alokasi anggaran ke jenis penanganan PR dan BMW/RK terlebih dulu. Potensi resiko dengan mempertahankan anggaran rendah dapat mencegah timbulnya penugasan pekerjaan utama yang besar sebagaimana kebijakan penyediaan biaya RM dan BMW.

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif dalam menganalisis secara sistematis kerusakan pada ruas jalan di Kabupaten Jombang (Link. 166 dan Link 167), serta menentukan prioritas dan strategi penanganan yang diperlukan. Pendekatan ini memfasilitasi pengumpulan data yang terukur dan analisis yang objektif yang memungkinkan peneliti untuk mendapatkan gambaran jelas tentang kondisi jalan secara menyeluruh. Dengan metode ini, peneliti dapat mengidentifikasi secara akurat area – area yang memerlukan perhatian khusus dan menetapkan prioritas dalam proses penanganan infrastruktur jalan.



Gambar 1. Diagram Alur Pelaksanaan

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Analisis Kerusakan Perkerasan Lentur Metode PKRMS

Berdasarkan survei yang telah dilakukan, terdapat beberapa jenis kerusakan pada Link. 166 Batas Kabupaten Mojokerto - Ploso, yang dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Analisis Kerusakan Perkerasan Lentur Link. 166 (Penulis, 2025)

Segmen	Kerusakan Perkerasan (m ²)						
	Kegemukan	Agregat Lepas	Retak Turun	Retak Lain	Lubang	Alur	
2+200	2+300	0	0	0	0	0	50
2+300	2+400	0	0	0	0	0	350
2+400	2+500	0	0	0	0	0	50
2+500	2+600	0	0	0	0	0	0
2+600	2+700	0	0	0	0	0	50
2+700	2+800	0	6,2	0	0	0	350
2+800	2+900	0	0	9,8	0	0	350
2+900	3+000	0	0	0	0	0	350
3+000	3+100	0	0	0	0	0	350
3+100	3+200	11,5	0	0	0	0	50
3+200	3+300	0	0	0	0	0	100
4+300	4+400	0	0	0	0	0	20
4+400	4+500	0	0	0	0	0	0
4+500	4+600	0	0	0	15	0	0

		Kerusakan Perkerasan (m ²)					
Segmen		Kegemu	Agregat	Retak	Retak	Lubang	Alur
		kan	Lepas	Turun	Lain		
4+600	4+700	0	0	0	35	0	0
4+700	4+800	0	0	0	11	0	0
4+800	4+900	0	0	0	30	0	0
4+900	5+000	0	0	0	36	0	0
5+000	5+100	12,15	0	0	6,8	0	0
5+100	5+200	0	0	0	16	0	350
5+200	5+300	0	0	0	0	0	350
5+300	5+400	0	0	0	0	0	150
5+400	5+500	0	70	0	0	0	350
5+500	5+600	6,1	0	0	0	0	350
5+600	5+700	0	0	0	20	0	0
5+700	5+800	0	0	0	50	0	0
5+900	6+000	0	0	0	62,5	0	0
6+000	6+100	0	0	0	97,5	0	0
6+100	6+200	0	0	0	101	0	0
6+200	6+300	0	0	0	136	0	0
6+300	6+400	0	0	0	131	0	0
6+400	6+500	0	0	0	75	0	0
6+500	6+600	0	0	0	38,5	0	0
6+600	6+700	0	0	0	75	0	0
6+700	6+800	0	0	45	40	0	0
6+800	6+900	0	0	0	20	0	0
7+100	7+200	0	0	0	17	0	0
7+400	7+500	0	0	75	0	0	0
7+500	7+600	0	0	12	30	0	0
7+600	7+700	0	0	21	60	0	0
7+700	7+800	0	0	0	30	0	0
7+800	7+900	0	0	0	180	0	0
7+900	8+000	0	0	0	140	0	0
8+000	8+100	0	0	41	180	0	0
8+100	8+200	0	0	0	50	0	0
8+300	8+400	0	25	0	0	0	0
8+400	8+500	22	0	0	127,5	0	0
8+500	8+600	20	0	0	90	0	0
8+600	8+700	0	0	0	30	0	0
8+700	8+800	0	0	0	48	0	0
8+800	8+900	0	0	0	120	0	0
8+900	9+000	0	0	0	45	0	0
9+000	9+100	0	0	0	40	0	0
9+200	9+300	0	0	0	38	0	0
9+300	9+400	0	0	0	90	0	0
9+400	9+500	0	0	0	100	0	0
9+800	9+900	0	0	0	50	0	0
9+900	10+000	0	0	0	45	0	0
10+100	10+200	0	0	0	0	0	32
10+200	10+300	0	0	0	0	0	37,5
10+300	10+400	0	0	0	0	0	60
11+100	11+200	0	0	0	24,5	0	0
11+200	11+300	60	0	0	0	0	0
11+300	11+400	0	0	0	0	0	0
11+400	11+500	15	0	0	0	0	0
11+500	11+600	70	0	0	0	0	0
11+600	11+700	0	0	45	0	0	0
11+700	11+800	0	0	30	0	0	0

Segmen		Kerusakan Perkerasan (m ²)					Alur
		Kegemu kan	Agregat Lepas	Retak Turun	Retak Lain	Lubang	
11+800	11+900	0	60	0	0	0	0
11+900	12+000	15,5	0	0	0	0	0
12+000	12+100	0	30	0	0	0	0
12+400	12+500	12	0	0	0	0	0
12+500	12+600	0	0	0	0	0	100
12+600	12+700	20	0	0	0	0	120
12+700	12+800	0	0	0	0	0	90

Data di atas menunjukkan bahwa jenis kerusakan yang paling dominan pada ruas jalan Link 166 adalah kerusakan berupa alur, dengan total luas mencapai 3.989,5 m². Hal ini disebabkan oleh beban kendaraan yang melebihi kapasitas desain jalan, sehingga mengakibatkan deformasi pada lapisan perkerasan.

4.2 Strategi Penanganan Kerusakan Perkerasan Lentur

Langkah – Langkah Perhitungan SDI Link. 166

Tabel 2. Data kerusakan segmen 7+800 – 7+900 (Penulis, 2025)

Jenis Kerusakan	Luas Kerusakan (m ²)
Kegemukan	0
Agregat Lepas	0
Retak Turun	0
Retak Lain	180
Lubang	0
Alur	0

$$\text{Luas retak (\%)} = \frac{180}{700} \times 100 = 25,7\%$$

Jadi, prosentase kerusakan dari segmen 7+800 – 7+900 adalah 25,7%. Maka, prosentase kondisi baik adalah 100% - 25,7% = 74,3%.

Berdasarkan analisa kondisi perkerasan, dapat dilakukan penilaian *Surface Distress Index* (SDI) dengan parameter pada tabel berikut

Tabel 3. Perhitungan Nilai SDI (Bina Marga, 2011)

No	Penilaian SDI ¹ (% Luas Retak)		Penilaian SDI ² (Lebar Retak)	
1.	None		None	SDI 2 = SDI 1
2.	< 10%	SDI 1 = 5	< 1 mm	SDI 2 = SDI 1
3.	10% - 30%	SDI 1 = 20	1 – 3 mm	SDI 2 = SDI 1
4.	>30	SDI 1 = 40	>3 mm	SDI 2 = SDI 1*2
No.	Penilaian SDI ³ (Jumlah Lubang)		Penilaian SDI ⁴ (Alur)	
1.	None	SDI 3 = SDI 2	None	SDI 4 = SDI 3
2.	1/ 100 m	SDI 3 = SDI 2 + 15	< 1 cm	SDI 4 = SDI 3 + 2,5
3.	1 – 5 /100 m	SDI 3 = SDI 2 + 75	1 – 3 cm	SDI 4 = SDI 3 + 10
4.	> 5 / 100 m	SDI 3 = SDI 2 + 225	>3 cm	SDI 4 = SDI 3 + 20

Berdasarkan tabel diatas, maka dapat dilakukan penilaian sebagai berikut :

Perhitungan nilai SDI STA 7+800 – 7+900

- Luas retak : 25,7%, maka nilai SDI¹ = 20
- Lebar rata – rata retak : 4 mm, maka nilai SDI² = SDI¹*2 = 40
- Jumlah lubang : 0 (tidak ada), maka SDI³ = SDI² = 40
- Alur : 0 (tidak ada), maka SDI⁴ = SDI³ = 40

Jadi, nilai SDI pada STA 7+800 – 7+900 adalah 40.

Berdasarkan perhitungan SDI, selanjutnya dapat diketahui hubungan nilai SDI dengan kondisi jalan dengan parameter berikut :

Tabel 4. Hubungan Nilai SDI dengan kondisi jalan (Bina Marga, 2011)

No.	Nilai SDI	Kondisi Jalan
1.	< 50	Baik
2.	50 - 100	Sedang
3.	100 – 150	Rusak Ringan
4.	> 150	Rusak Berat

Berdasarkan parameter pada tabel diatas dapat disimpulkan bahwa, ruas jalan Kabupaten Mojokerto – Ploso (Link. 166) pada STA 7+800 – 7+900 dalam kondisi baik karena memiliki nilai SDI 40. Hasil perhitungan nilai SDI pada seluruh segmen dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 5. Hasil Perhitungan SDI Link. 166 (Penulis, 2025)

Segmen	Kerusakan Perkerasan (m ²)			Lebar	Jumlah Lubang	Dalam	Nilai SDI	Kondisi	
	Retak Lain	Lubang	Alur	Retak Rata – Rata		Alur Rata – Rata			
2+200	2+300	0	0	50	1	0	3	10	Baik
2+300	2+400	0	0	350	1	0	3	10	Baik
2+400	2+500	0	0	50	1	0	1	10	Baik
2+600	2+700	0	0	50	1	0	3	10	Baik
2+700	2+800	0	0	350	1	0	3	10	Baik
2+800	2+900	0	0	350	1	0	3	10	Baik
2+900	3+000	0	0	350	1	0	3	10	Baik
3+000	3+100	0	0	350	1	0	3	10	Baik
3+100	3+200	0	0	50	1	0	3	10	Baik
3+200	3+300	0	0	100	1	0	3	10	Baik
3+300	3+400	0	0	0	1	0	1	10	Baik
4+300	4+400	0	0	20	1	0	3	10	Baik
4+500	4+600	15	0	0	3	0	1	5	Baik
4+600	4+700	35	0	0	3	0	1	10	Baik
4+700	4+800	11	0	0	3	0	1	5	Baik
4+800	4+900	30	0	0	3	0	1	10	Baik
4+900	5+000	36	0	0	3	0	1	10	Baik
5+000	5+100	6,8	0	0	3	0	1	10	Baik
5+100	5+200	16	0	350	3	0	3	20	Baik
5+200	5+300	0	0	350	1	0	3	10	Baik
5+300	5+400	0	0	150	1	0	3	10	Baik
5+400	5+500	0	0	350	1	0	3	10	Baik
5+500	5+600	0	0	350	1	0	3	10	Baik
5+600	5+700	20	0	0	3	0	1	10	Baik
5+700	5+800	50	0	0	3	0	1	10	Baik
5+800	5+900	0	0	0	1	0	1	10	Baik
5+900	6+000	62,5	0	0	3	0	1	10	Baik
6+000	6+100	97,5	0	0	3	0	1	40	Baik
6+100	6+200	101	0	0	3	0	1	40	Baik
6+200	6+300	136	0	0	3	0	1	40	Baik
6+300	6+400	131	0	0	3	0	1	40	Baik
6+400	6+500	75	0	0	3	0	1	40	Baik
6+600	6+700	75	0	0	3	0	1	40	Baik
6+700	6+800	40	0	0	3	0	1	10	Baik
6+800	6+900	20	0	0	3	0	1	10	Baik
7+100	7+200	17	0	0	3	0	1	5	Baik
7+500	7+600	30	0	0	3	0	1	10	Baik
7+600	7+700	60	0	0	3	0	1	10	Baik
7+700	7+800	30	0	0	3	0	1	10	Baik
7+800	7+900	180	0	0	3	0	1	40	Baik
7+900	8+000	140	0	0	3	0	1	40	Baik
8+000	8+100	180	0	0	3	0	1	40	Baik
8+100	8+200	50	0	0	3	0	1	10	Baik
8+400	8+500	127,5	0	0	3	0	1	40	Baik
8+500	8+600	90	0	0	3	0	1	40	Baik
8+600	8+700	30	0	0	3	0	1	5	Baik
8+700	8+800	48	0	0	3	0	1	5	Baik
8+800	8+900	120	0	0	3	0	1	40	Baik

Segmen	Kerusakan Perkerasan (m ²)			Lebar Retak Rata – Rata	Jumlah Lubang	Dalam Alur Rata – Rata	Nilai SDI	Kondisi	
	Retak Lain	Lubang	Alur						
8+900	9+000	45	0	0	3	0	1	10	Baik
9+000	9+100	40	0	0	3	0	1	10	Baik
9+200	9+300	38	0	0	3	0	1	10	Baik
9+300	9+400	90	0	0	3	0	1	40	Baik
9+400	9+500	100	0	0	3	0	1	40	Baik
9+800	9+900	50	0	0	3	0	1	10	Baik
9+900	10+000	45	0	0	3	0	1	10	Baik
10+100	10+200	0	0	32	1	0	3	10	Baik
10+200	10+300	0	0	37,5	1	0	3	10	Baik
10+300	10+400	0	0	60	1	0	3	10	Baik
11+100	11+200	24,5	0	0	3	0	1	10	Baik
12+500	12+600	0	0	100	1	0	3	10	Baik
12+600	12+700	0	0	120	1	0	3	10	Baik
12+700	12+800	0	0	90	1	0	3	10	Baik

Berdasarkan tabel diatas, nilai SDI pada seluruh segmen ruas jalan Batas Kabupaten Mojokerto – Ploso (Link. 166) tidak lebih dari 50. Dapat disimpulkan bahwa seluruh segmen pada Link. 166 dalam kondisi baik.

4.3 Penentuan Prioritas Penanganan Kerusakan Perkerasan Lentur

Berdasarkan hasil perhitungan SDI pada ruas jalan Batas Kabupaten Mojokerto – Ploso (Link. 166) dapat diketahui jenis penanganan dengan parameter pada tabel berikut.

Tabel 6. Jenis Penanganan Berdasarkan Nilai SDI (Bina Marga, 2011)

No.	Nilai SDI	Jenis Penanganan Jalan
1.	< 50	Pemeliharaan Rutin
2.	50 – 100	Pemeliharaan Rutin
3.	100 – 150	Pemeliharaan Berkala
4.	> 150	Peningkatan Jalan

Ruas jalan Batas Kabupaten Mojokerto – Ploso (Link. 166) memiliki nilai SDI kurang dari 50, dimana pada tabel diatas jika nilai SDI kurang dari 50 jenis penanganan yang dipilih ialah pemeliharaan rutin. Prioritas penanganan dapat dilakukan pada segmen 7+800 – 7+900 dan 8+000 – 8+100, dimana kedua segmen ini memiliki luasan retak 180 m².

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil studi analisis yang telah dilakukan pada ruas jalan Batas Kabupaten Mojokerto – Ploso (Link. 166), didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil identifikasi kerusakan perkerasan lentur ruas jalan tersebut ialah :

- Kegemukan = 264,25 m²
- Agregat lepas = 191,2 m²
- Retak turun = 280,8 m²
- Retak lain = 2.211,3 m²
- Lubang = 0
- Alur = 3.989,5 m²

Kerusakan terbanyak pada Link. 166 ialah alur dengan total kerusakan 3.989,5 m².

2. Berdasarkan perhitungan SDI didapat hasil bahwa ruas jalan Batas Kabupaten Mojokerto – Ploso (Link. 166) memiliki nilai SDI 40 termasuk jalan dengan kondisi baik maka jenis penanganan yang dipilih ialah pemeliharaan rutin.

3. Penentuan prioritas penanganan kerusakan perkerasan lentur pada ruas jalan Batas Kabupaten Mojokerto – Ploso (Link. 166) dapat dilakukan pada segmen 7+800 – 7+900 dan segmen 8+000 – 8+100 dengan luasan retak 180 m². Jenis penanganan rutin yang diberikan berupa laburan aspal setempat, melapisi cetakan, dan mengisi retakan.

6. Ucapan Terima Kasih

Dengan segala rasa syukur, peneliti ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada Allah SWT atas kesehatan, rahmat, dan petunjuk-Nya yang memungkinkan peneliti untuk menyelesaikan artikel jurnal ini. Peneliti juga ingin mengucapkan terimakasih kepada Ibu Ari Widayanti selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, energi, dan pemikiran untuk membimbing peneliti sehingga artikel jurnal ini dapat diselesaikan tepat waktu. Peneliti juga berterima kasih kepada kedua orang tua, teman serta saudara atas segala dukungan dan doa yang tidak pernah terputus. Peneliti sangat mengapresiasi atas kritik dan saran yang telah diberikan, yang telah membantu peneliti dalam penulisan artikel jurnal sesuai dengan harapan.

7. Referensi

- Affandi N. A., dan Hepiyanto R., 2018. Studi Evaluasi Tebal Perkerasan Kaku Pada Ruas Jalan Dradah – Kedungpring Menggunakan Metode Bina Marga 2002. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Islam Lamongan*.
- Ariyanto., Rochmanto D., & Nilamsari, M. 2021. Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Bina Marga 1990 (Studi Kasus Jl. Jepara–Mlonggo, KM 3+000 s/d KM 5+000). *Jurnal Disprotek*, 12(1), 2021.
- Armayadi., Yamin, A., & Dharmawansyah, D. 2023. Penerapan Aplikasi *Provincial/Kabupaten Road Management System* (PKRMS) Pada Kegiatan Preservasi Jalan Di Kabupaten Sumbawa Barat. *Jurnal Ganec Swara*, 17(4), 1918 – 1923.
- Asalam., Karyawan, I. D. M. A., & Muhajirah. 2021. Analisis Kerusakan Ruas Jalan Talabiu – Simpasai Kabupaten Bima Menggunakan Aplikasi *Provincial and Kabupaten Road Management System* (PKRMS). *Open Journal System*, 15(7), 4877 – 4886.
- Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Provinsi Sulawesi Selatan. 2021. Laporan *Survey* dan Hasil Perencanaan Program & Anggaran *Provincial/Kabupaten Road Management System* (PKRMS) Provinsi Sulawesi Selatan. Laporan *Survey*. Makassar.
- Dinas PU Bina Marga Cipta Karya. 2021. Laporan Hasil P/KRMS. Laporan *Survey*. Semarang.
- Direktorat Jendral Bina Marga. 1997. Manual Kapasitas Jalan Indonesia (MKJI), Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta
- Direktorat Jendral Bina Marga. 2017. Panduan Pemeliharaan Teknologi Pemeliharaan Preventif Perkerasan Jalan. No. 07/SE/Db/2017
- Fajar, A. N., Khamid, A., Diantoro, W., dkk. 2021. Analisis Tingkat Kerusakan pada Jalan Pagerbarang – Margasari Kabupaten Tegal. *Infratech Building Journal* (IJB), 2(2), 40 – 57.
- Inayah, I. R., & Widayanti, A. 2023. Analisis Kerusakan Jalan dan Penyebabnya di Kawasan Wisata Kabupaten Bangkalan. *Jurnal MITRANS*, 1(3), 305 – 315.
- Jannah, R. L., Yermadona, H., & Dewi, S. 2022. Analisis Kerusakan Perkerasan Jalan Dengan Metoda Bina Marga dan *Pavement Condition Index* (PCI). Vol I, No. 2 Februari 2022. ISSN: 2809-0446.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Direktorat Jendral Bina Marga, 2021, Manual Aplikasi Sistem Program Pemeliharaan Jalan Provinsi/Kabupaten, Nomor: 22/SE/Db/2021.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Direktorat Jendral Bina Marga, 2018, Tentang Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan, Nomor 02/SE/Db/2018.
- Kementerian Pekerjaan Umum. Direktorat Jendral Bina Marga, 2011, Manual Konstruksi dan Bangunan – Survei Kondisi Jalan Untuk Pemeliharaan Rutin, No. 001-01/M/BM/2011.
- Masagung. 2023. Analisis Prioritas Penanganan Jalan Kabupaten Brebes Menggunakan Aplikasi PKRMS Kombinasi dengan Metode AHP. Tesis. Semarang : Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
- Masagung., Wahyudi, S. I., & Mudiyo, R. 2023. Analisis Prioritas Penanganan Jalan Kabupaten Brebes Menggunakan Aplikasi PKRMS Kombinasi dengan Metode AHP. *Journal Of Social Science Research*, 3(4), 6212 – 6224.

- Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2023, Panduan Penggunaan Aplikasi PKRMS (*Provincial Kabupaten Road Management System*) dalam Kegiatan Preservasi Jalan Provinsi dan Jalan Kabupaten, Nomor : 01/SE/M/2023.
- Mubarak Husni. 2016. Analisa Tingkat Kerusakan Perkerasan Jalan Dengan Metode *Pavement Condition Index* (PCI) Studi Kasus : Jalan Soekarno Hatta Sta. 11 + 150 s.d 12 + 150. Jurnal Saintis, 16(1), 94 – 109.
- Nawir, D., dan Mansur, A. Z., 2017, Rancangan Perkerasan Jalan, Penerbit Rinra Publishing, Makassar, ISBN: 978- 602-18440-5-2.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. 2011. Tentang Tata Cara Pemeliharaan dan Penilikan Jalan. Nomor 13/PRT/M/2011
- Santosa, R., Sujatmiko, B., & Krisna, F. A. 2021. Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Metode PCI Dan Metode Bina Marga (Studi Kasus Jalan Ahmad Yani Kecamatan Kapas Kabupaten Bojonegoro). *Ge-STRAM*, 4(2), September 2021.
- Siagin, B., Riani, D., & Salonten. 2021. Analisis Kerusakan Jalan Menggunakan Metode Bina Marga pada Jalan Rajawali Kota Palangka Raya. *Jurnal Kacapuri*, 4(2), 162 – 171.
- Taufikurrahman. 2020. Analisa Kerusakan Jalan Berdasarkan Metode Bina Marga (Studi Kasus Jalan Mangliawan – Tumpang Kabupaten Malang). *Jurnal Ilmu – Ilmu Teknik*, 17(1), 45 – 53.
- Undang – Undang. Tentang Jalan. Nomor 38 Tahun 2004
- Undang – Undang. Tentang Kedua Atas Undang – Undang Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan. Nomor 2 Tahun 2022
- Widayanti, A., Wibisono, R. E., & Sari, C. K. 2020. Tipe Kerusakan Jalan Provinsi dan Penentuan Skala Prioritas Penanganan di Kabupaten Lamongan. Vol II, No. 2 Desember 2020. E-ISSN: 2655-6421.
- Wirnanda, I., Anggraini, R., & Isya, M. 2018. Analisis Tingkat Kerusakan Jalan dan Pengaruhnya Terhadap Kecepatan Kendaraan (Studi Kasus: Jalan Blang Bintang Lama dan Jalan Teungku Hasan Dibakoi). *Jurnal Teknik Sipil Universitas Syiah Kuala*, 1(3), 617 – 626.

Karakteristik Limbah Keramik dan Material Agregat Alam Untuk Campuran Perkerasan *Lapis Antara Asphalt Concrete - Binder Course*(AC-BC)

Mahendra Ade Andriansyah ^a, Ari Widayanti ^b

^a Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

^b Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

email: ^amahendra.20009@mhs.unesa.ac.id, ^bariwidayanti@unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 30 Januari 2025

Revisi 13 Februari 2025

Diterima 24 Februari 2025

Online 28 April 2025

Kata kunci:

Limbah Keramik
Agregat Alam
Karakteristik Agregat
AC-BC

ABSTRAK

Pertumbuhan industri dan konstruksi yang pesat akibat peningkatan jumlah penduduk dan kebutuhan infrastruktur telah menyebabkan keterbatasan agregat alam. Di sisi lain, meningkatnya produksi keramik menghasilkan limbah keramik yang signifikan dan berpotensi mencemari lingkungan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi karakteristik limbah keramik dan agregat alam dalam berbagai fraksi sebagai percampuran *Asphalt Concrete-Binder Course*(AC-BC), untuk menggantikan sebagian material alam menggunakan limbah. Metode yang digunakan merujuk pada Spesifikasi Bina Marga 2018. Hasil uji terhadap limbah keramik menunjukkan nilai penyerapan 1,2%, berat jenis curah kering 2,129 gr/cm³, berat jenis pada curah jenuh kering permukaan (SSD) sebesar 2,155 gr/cm³, dan berat jenis semu sebesar 2,186 gr/cm³. Sementara itu, penyerapan agregat alam pada fraksi 15-20 mm tercatat 2%, penyerapan agregat alam pada fraksi 10-15 mm (agregat kasar) sebesar 2,8%, penyerapan agregat alam pada fraksi 5-10 mm (agregat medium) 2,6%, dan penyerapan agregat alam pada fraksi 0-5 mm (agregat halus) 2,9%. Hasil pengujian limbah keramik dan agregat alam dari setiap fraksi dinyatakan memenuhi spesifikasi yang disyaratkan dan dapat digunakan dalam pencampuran perkerasan *Asphalt Concrete-Binder Course*(AC-BC).

Characteristics Of Ceramic Waste and Natural Aggregate Materials for Asphalt Concrete - Binder Course(AC-BC)

ARTICLE INFO

Keywords

Ceramic Waste
Natural Aggregate
Aggregate Characteristics
AC-BC

ABSTRACT

The rapid growth of industry and construction due to increasing population and infrastructure needs has led to the limitation of natural aggregates. On the other hand, the increasing production of ceramics generates significant ceramic waste that has the potential to pollute the environment. This research aims to evaluate the characteristics of ceramic waste and natural aggregates in various fractions for Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) mixtures, by partially replacing natural materials using waste. The research method in this study refers to the 2018 Bina Marga Specification. The test results of ceramic waste showed an absorption value of 1.2%, dry bulk specific gravity of 2.129 gr/cm³, surface dry saturated bulk specific gravity (SSD) of 2.155 gr/cm³, and apparent specific gravity of 2.186 gr/cm³. Meanwhile, the absorption rates for natural aggregates were recorded as 2% for the 15–20mm fraction, 2.8% for the 10–15 mm fraction (coarse aggregate), 2.6% for the 5–10mm fraction (medium aggregate), and 2.9% for the 0–5 mm fraction (fine aggregate). The test results of ceramic waste and natural aggregates of each fraction were found to meet the required specifications and can be used in mixing Asphalt Concrete-Binder Course(AC-BC) pavement.

Andriansyah, M.A., &
Widayanti, A. (2025).
Characteristics of Ceramic
Waste and Natural Aggregate
Materials for Asphalt Concrete
- Binder Course (AC-BC).
MITRANS: Jurnal Media
Publikasi Terapan
Transportasi, v3 (n1), 46-52

1. Pendahuluan

Perkembangan industri konstruksi mengalami kemajuan yang pesat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan kebutuhan infrastruktur yang semakin meningkat. Salah satu komponen penting konstruksi jalan adalah campuran aspal sebagai lapisan permukaan jalan. Jalan yang terbebani oleh kendaraan berat dan berulang kali menyebabkan terjadinya penurunan kualitas jalan (Inayah & Widayanti, 2023). Agregat halus, yang merupakan salah satu komponen utama campuran aspal memiliki peran penting dalam menentukan kualitas dari campuran tersebut.

Di sisi lain, tingginya permintaan produksi industri keramik untuk kebutuhan material konstruksi bangunan turut meningkatkan jumlah limbah keramik. Limbah keramik memiliki kemungkinan untuk dijadikan pengganti agregat halus pada pencampuran aspal dan menjadi salah satu alternatif menarik. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh (Panjaitan & Ing, 2019), dapat disimpulkan bahwa limbah genteng keramik kurang cocok digunakan sebagai pengganti agregat kasar. Selain memberikan solusi terhadap permasalahan limbah keramik, pemanfaatan limbah ini juga berpotensi memberikan dampak positif terhadap sifat mekanis dan keberlanjutan campuran aspal untuk perkerasan jalan.

Limbah keramik mengandung bahan utama berupa lempung (*clay*) yang memiliki elastisitas tinggi dan kekuatan yang tetap stabil pada suhu tinggi selama pencampuran agregat, sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai pengganti agregat (Putra & Wahdana, 2019). Keramik, yang terdiri dari tanah liat atau batuan silikat, mengalami proses pembakaran pada suhu tinggi. Selain itu, fragmen keramik ini memiliki konsentrasi silika dan kapur yang relatif tinggi (Sagala dkk., 2023). Mengingat karakteristiknya, limbah keramik menghadirkan peluang untuk dieksplorasi menjadi bahan pengganti agregat halus di lapisan *Asphalt Concrete-Binder Course*(AC-BC).

Selain limbah keramik, terdapat jenis limbah lain yang perlu diteliti dan dimanfaatkan dengan baik, yaitu agregat batuan alam. Agregat batuan alam merupakan material yang dapat segera dimanfaatkan dalam pembangunan jalan, dengan ukuran dan bentuk yang diperoleh langsung dari sumbernya atau melalui proses pengolahan yang minim. Pembentukan agregat ini berlangsung akibat proses degradasi dan erosi (Sukirman, 2016). Berdasarkan ukuran butirnya agregat terbagi dua, yaitu agregat kasar dan agregat halus.

Penggunaan limbah keramik dan agregat alam mendukung prinsip pengelolaan limbah serta mengurangi ketergantungan pada agregat alam dalam pembangunan jalan. Dengan demikian, tujuan penelitian yaitu mengeksplorasi potensi limbah keramik menjadi alternatif untuk menggantikan agregat halus dalam pencampuran aspal (AC-BC). Selain itu, penelitian ini juga akan mempelajari dampak penggunaan limbah keramik terhadap sifat mekanis dan aspek keberlanjutan dari campuran tersebut. Diharapkan, penelitian ini dapat memberikan wawasan baru mengenai pemanfaatan limbah keramik, serta memberikan kontribusi positif terhadap pengembangan teknologi campuran aspal yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Lapis Antara

Lapis perkerasan ini terletak di antara lapisan *subbase* dan lapisan permukaan yang dikenal sebagai lapisan pondasi bawah atau lapisan peralihan. Dikenal dengan istilah *Asphalt Concrete-Binder Course*(AC-BC), lapisan ini memiliki ukuran agregat maksimum sebesar 25,4 mm dan memerlukan ketebalan nominal minimum sebesar 5 cm (Sukirman, 2016). Meskipun lapisan ini tidak terpengaruh secara langsung oleh kondisi cuaca, namun penting untuk memiliki kekuatan dan ketebalan yang sesuai untuk mengurangi tekanan atau ketegangan yang disebabkan oleh beban lalu lintas yang diteruskan ke lapisan di bawahnya, seperti *subbase* dan *subgrade*. (Sulianti, 2020).

2.2. Agregat Kasar

Fraksi agregat kasar dalam desain campuran mengacu pada material yang tersisa dalam saringan No.4(4,75mm) setelah pengujian basah. Penting untuk memastikan bahwa agregat ini dalam keadaan bersih, kuat, tahan lama, dan tidak mengandung tanah liat atau bahan lain yang tidak diinginkan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan. Berasal dari batu pecah, agregat kasar ini harus

memiliki ukuran yang sesuai dengan jenis campuran dan sesuai dengan kriteria gradasi yang ditetapkan dalam tabel SNI (PUPR, 2018).

Gambar 1. Spesifikasi Agregat Kasar (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018)

Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
Ketahanan bentuk agregat terhadap larutan	Natrium Sulfat	$\leq 12\%$
	SNI 3407 - 2008	
Uji abrasi dengan mesin Los Angeles	Magnesium Sulfat	$\leq 18\%$
	Campuran AC Modifikasi dan SMA	100 putaran
		500 putaran
	SNI 2417 : 2008	$\leq 6\%$ $\leq 30\%$
Kelekatan agregat terhadap aspal	Semua jenis campuran	100 putaran
	beraspal bergradasi lainnya	500 putaran
Pecahnya butir pada agregat kasar		$\leq 8\%$ $\leq 40\%$
	SNI 2439 : 2011	$\geq 95\%$
Keberadaan partikel pipih dan lonjong	SMA	SNI 7619 : 2012
	Lainnya	100/ 90 95/90
Material yang lolos pada ayakan No. 200	SMA	ASTM D4791 - 10
	Lainnya	Perbandingan 1 : 5
	SNI ASTM C117 2012	$\leq 1\%$

2.3. Agregat Halus

Agregat halus, terlepas dari mana materialnya berasal, harus mengandung kerikil atau pasir didalamnya yang telah disaring menggunakan saringan No.4(4.75 mm).Bagian dari agregat halus yang berasal dari kerikil atau pasir ini harus terpisahkan dengan jelas dari agregat kasar. (Damanik,2023). Selain itu, agregat halus wajib memenuhi spesifikasi yang tercantum dalam tabel berikut.

Gambar 2. Spesifikasi Agregat Halus (Spesifikasi Umum Bina Marga, 2018)

Pengujian	Metode Pengujian	Nilai
Nilai Kesetaraan Pasir	SNI 03 - 4428 - 1997	$\geq 50\%$
Pengujian Kadar Rongga tanpa Pemasatan	SNI 03 - 6877 - 2002	≥ 45
Gumpalan Lempung dan Partikel Kecil yang Rentan Pecah dalam Agregat	SNI 03 - 4141 - 1996	$\leq 1\%$
Agregat yang Lolos dari Ayakan No.200	SNI ASTM C117:2012	$\leq 10\%$

2.4. Limbah Keramik

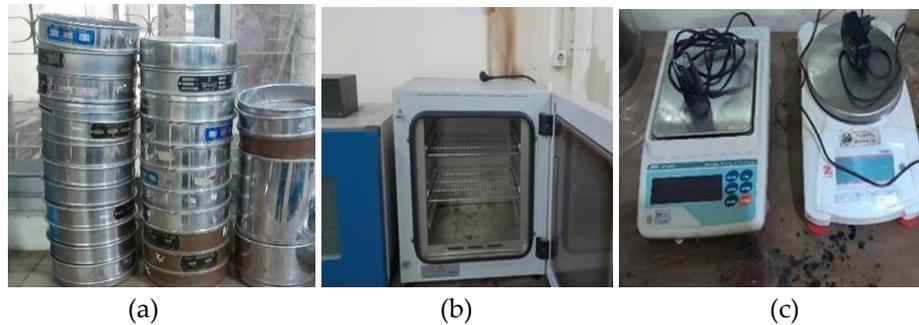
Limbah yaitu produk yang dihasilkan dari proses atau kegiatan usaha yang tidak terpakai dan dibuang. Limbah ini berdampak negatif bagi makhluk hidup dan lingkungan (Saputro & Dwiprigitaningtias, 2022). Keramik adalah produk yang terbuat dari tanah liat dan dibentuk menggunakan teknik tertentu untuk menghasilkan benda sesuai dengan tujuan pembuatnya (Yustana, 2018). Limbah keramik mengandung lempung (clay) sebagai bahan utama dalam pembuatannya, yang memiliki elastisitas tinggi dan kestabilan kekuatan pada suhu tinggi selama proses pencampuran agregat, sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai pengganti agregat (Putra & Wahdana, 2019).

3. Metode Penelitian

Metode yang diterapkan adalah eksperimental yang terdiri dari beberapa langkah teratur di laboratorium untuk mendapatkan hasil dan membandingkan nilai yang didapatkan selama proses pengujian dengan kriteria dalam Spesifikasi Umum Bina Marga 2018.

3.1. Alat dan Material

Alat yang digunakan untuk mengumpulkan data meliputi berbagai peralatan yang relevan seperti, saringan atau ayakan untuk mengukur ukuran butir dan kelolosan agregat, oven sebagai alat bantu pengeringan agregat, serta timbangan untuk menentukan berat agregat. Material yang digunakan dalam penelitian mencakup limbah keramik serta berbagai jenis agregat alam, yaitu agregat kasar, medium, dan halus. Berikut adalah alat dan material yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Alat Penelitian: (a) Satu Set Saringan; (b) Oven; dan (c) Timbangan Digital
 Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024



Gambar 2. Material: (a) Limbah Keramik; (b) Agregat Alam Halus; dan (c) Agregat Alam Kasar
 Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2024

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Karakteristik Limbah Keramik

Studi ini memanfaatkan limbah keramik yang diperoleh dari toko keramik di wilayah Sidoarjo. Limbah keramik tersebut dikumpulkan dan dihancurkan menjadi fraksi-fraksi dengan ukuran yang lebih kecil. Pengujian limbah keramik yang digunakan dalam campuran lapis antara atau AC-BC mengacu pada spesifikasi yang ditetapkan oleh Bina Marga 2018. Temuan dari uji ini mengenai berat jenis serta penyerapan limbah keramik disajikan dalam tabel.

Gambar 3. Pengujian Limbah Keramik (Penulis, 2024)

Keramik		Hasil Pengujian I
Berat benda uji pada kondisi jenuh kering permukaan	(g)	500
Berat benda uji setelah dikeringkan dalam oven	(g)	494
Berat piknometer yang terisi air hingga penuh	(g)	689,1
Berat piknometer yang memuat benda uji dan air sampai batas pembacaan	(g/cm ³)	957,1
Berat jenis curah kering	(g/cm ³)	2,129
Berat jenis curah pada kondisi jenuh kering permukaan	(g/cm ³)	2,155
Berat jenis semu	(g/cm ³)	2,186
Tingkat penyerapan	(%)	1,2

Sesuai dengan Tabel 3 tersebut diketahui bahwa hasil pengujian keramik mendapatkan nilai hasil penyerapan sebesar 1,2% dan dinyatakan memenuhi spesifikasi yakni tidak lebih dari 3%.

4.2. Karakteristik Agregat Alam

Batu pecah yang digunakan sebagai agregat alam dalam penelitian ini, memerlukan pengujian untuk menentukan karakteristik masing-masing fraksi agregat alam yang terlibat. Salah satu pengujian yang

telah dilakukan adalah pengujian berat jenis serta penyerapan agregat alam. Hasil dari proses uji ini dapat dilihat pada tabel.

Gambar 4. Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (Penulis, 2024)

Agregat Kasar (Fraksi 15-20)	Satuan	Sampel Uji		Rata-rata	Spesifikasi	
		I	II		Min.	Maks.
Pengujian						
Berat benda uji setelah dikeringkan dalam oven	(gr)	1494,7	1493,1	1493,0		
Berat benda uji pada keadaan permukaan kering dan jenuh (SSD)	(gr)	1525,8	1527,7	1526,75		
Berat benda uji saat terendam dalam air	(gr)	917	931	924		
Berat jenis bulk	(gr/cm ³)	2,454	2,503	2,47	2,5	-
Berat jenis pada permukaan kering	(gr/cm ³)	2,506	2,560	2,53	2,5	-
Berat jenis semu	(gr/cm ³)	2,589	2,666	2,62	2,5	-
Tingkat penyerapan	(%)	2,12	2,29	2,2	-	3%

Gambar 5. Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar (Penulis, 2024)

Agregat Kasar (Fraksi 10-15)	Satuan	Sampel Uji			Rata-rata	Spesifikasi	
		I	II	III		Min.	Maks.
Pengujian							
Berat benda uji setelah dikeringkan dalam oven	(gr)	1491,7	1490,7	1488,9	1490,43		
Berat benda uji pada keadaan permukaan kering dan jenuh (SSD)	(gr)	1539,4	1531,9	1524,5	1531,93		
Berat benda uji saat terendam dalam air	(gr)	915,0	939	919	924,3		
Berat jenis bulk	(gr/cm ³)	2,389	2,514	2,459	2,45	2,5	-
Berat jenis pada permukaan kering	(gr/cm ³)	2,465	2,584	2,518	2,52	2,5	-
Berat jenis semu	(gr/cm ³)	2,587	2,702	2,613	2,63	2,5	-
Tingkat penyerapan	(%)	3,20	2,76	2,39	2,78	-	3%

Gambar 6. Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Medium (Penulis, 2024)

Agregat Medium (Fraksi 5-10)	Satuan	Sampel Uji			Rata-rata	Spesifikasi	
		I	II	III		Min.	Maks.
Pengujian							
Berat benda uji setelah dikeringkan dalam oven	(gr)	1484,9	1483,9	1484,9	1484,56		
Berat benda uji pada keadaan permukaan kering dan jenuh (SSD)	(gr)	1559,3	1509,2	1511,2	1526,56		
Berat benda uji saat terendam dalam air	(gr)	915,0	940	940	931,66		
Berat jenis bulk	(gr/cm ³)	2,305	2,607	2,598	2,50	2,5	-
Berat jenis pada permukaan kering	(gr/cm ³)	2,420	2,651	2,646	2,57	2,5	-
Berat jenis semu	(gr/cm ³)	2,606	2,728	2,728	2,68	2,5	-
Tingkat penyerapan	(%)	5,01	1,70	1,84	2,8	-	3%

Gambar 7. Hasil Uji Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Halus (Penulis, 2024)

Agregat Halus (Fraksi 0-5)	Satuan	Sampel Uji			Rata-rata	Spesifikasi	
		I	II	III		Min.	Maks.
Pengujian							
Berat benda uji dalam kondisi jenuh kering permukaan	(gr)	500	500	500	500		
Berat benda uji setelah dikeringkan dalam oven	(gr)	466,5	495,3	497,3	486,36		
Berat piknometer yang terisi penuh dengan air	(gr)	691,1	690,6	692,9	691,5		
Berat piknometer yang berisi benda uji dan air hingga sampai batas pembacaan	(gr/cm ³)	976,9	861,2	982,6	940,23		-
Berat jenis curah kering	(gr/cm ³)	2,178	1,504	2,366	2,01	2,5	-
Berat jenis curah pada kondisi jenuh kering permukaan	(gr/cm ³)	2,334	1,518	2,379	2,07	2,5	-
Berat jenis semu	(gr/cm ³)	2,582	1,525	2,397	2,16	2,5	
Tingkat penyerapan	(%)	7,2	0,9	0,5	2,8	-	3%

Ukuran penyerapan rata-rata agregat alam fraksi 15-20 mm yaitu sebesar 2%, agregat alam fraksi 10-15 mm sebesar 2,8%, agregat alam fraksi 5-10 mm sebesar 2,6%, dan agregat alam fraksi 0-5 mm sebesar 2,9%. Keempat fraksi agregat alam yang diujikan berdasarkan tabel diatas menunjukkan hasil rata-rata penyerapan agregat yang memenuhi syarat yakni tidak lebih besar dari 3% dan selaras dengan SNI 1969:2008.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan yang telah dilaksanakan dalam penelitian ini, beberapa kesimpulan dapat diambil, yaitu :

- Karakteristik agregat limbah keramik yang telah diuji menunjukkan hasil-hasil yang signifikan. Berat jenis material curah kering tercatat mencapai 2,129 gr/cm³, sedangkan berat jenis curah jenuh kering pada permukaan (SSD) adalah 2,155 gr/cm³, dan berat jenis semu mencapai 2,186 gr/cm³. Selain itu, nilai serapan limbah keramik juga tercatat sebesar 1,2%, yang memenuhi spesifikasi yang ditetapkan, yaitu maksimum 3%.
- Karakteristik agregat alam baik agregat kasar dan halus yang diterapkan dalam penelitian ini menunjukkan hasil pengujian penyerapan rata-rata untuk agregat alam fraksi 15-20 mm sebesar 2%, agregat alam fraksi 10-15 mm sebesar 2,8%, agregat alam fraksi 5-10 mm sebesar 2,6%, dan agregat alam fraksi 0-5 mm sebesar 2,9%. Semua nilai tersebut sesuai dengan spesifikasi karena tidak melebihi batas maksimum yang ditetapkan, yaitu 3%.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis berterima kasih terhadap Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan rahmat-Nya yang senantiasa menyertai selama penulisan jurnal penelitian ini. Penulis juga ingin mengungkapkan rasa syukur yang mendalam kepada orang tua yang telah memberikan dukungan tanpa henti, baik dalam bentuk moril, materi, maupun doa yang selalu mengalir. Keberhasilan dalam menyusun jurnal ini tidak lepas dari kontribusi berharga dari berbagai pihak, meskipun tidak semua dapat disebutkan satu per satu.

7. Referensi

- Damanik, K. (2023). *Karakteristik Marshall Asphalt Concrete- Binder Course (AC-BC) dengan Menggunakan Limbah Beton Sebagai Substitusi Agregat Kasar*.
- Inayah, I. R., & Widayanti, A. (2023). Analisis kerusakan jalan dan penyebabnya di kawasan wisata Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 1(3), 305–315. <https://journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans/article/view/27467>

- Panjaitan, K. D., & Ing, T. L. (2019). Penggunaan Genteng Keramik sebagai Pengganti Agregat Kasar dan Abu Terbang sebagai Pengisi pada Laston AC-BC. *Jurnal Teknik Sipil*, 13(2), 95–113. <https://doi.org/10.28932/jts.v13i2.1439>
- PUPR, K. (2018). Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan Revisi 1. In *Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018* (Issue September, pp. 1–199).
- Putra, K. H., & Wahdana, J. (2019). Studi Eksperimental Penambahan Limbah Keramik Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Laston (AC-WC) Terhadap Karakteristik Uji Marshall. *Paduraksa*, 8(2), 147–155.
- Sagala, K. D., Batubara, H., & Sibuea, D. T. (2023). Analisis Penggantian Sebagian Filler (Abu Batu) Dengan Kombinasi 50% Pecahan Keramik Dan 50% Cangkang Kerang Pada Campuran Asphalt *Prosiding Seminar Nasional ...*, 107–113.
- Saputro, H. D., & Dwiprigitaningtias, I. (2022). Penanganan Pada Limbah Infeksius (Sampah Medis) Akibat Covid 19 Untuk Kelestarian Lingkungan Hidup. *Jurnal Dialektika Hukum*, 4(1), 1–18. <https://doi.org/10.36859/jdh.v4i1.1068>
- Sukirman, S. (2016). Beton Aspal Campuran Panas. In *Institut Teknologi Nasional* (Vol. 53, Issue 9).
- Sulianti, I. (2020). Studi Pemanfaatan Limbah Beton Mutu Tinggi pada Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC). *Cantilever: Jurnal Penelitian Dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 9(1), 7–14. <https://doi.org/10.35139/cantilever.v9i1.34>
- Yustana, P. (2018). *Mengenal Keramik* (pp. 1–82). Isi Press.

Tersedia online di www.journal.unesa.ac.idHalaman jurnal di www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans

Karakteristik Material RCA, Fly Ash, dan Agregat Alam sebagai Alternatif Material pada Campuran Perkerasan AC-BC

Nisa Husna Resiana ^a, Ari Widayanti ^b

^a Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia

^b Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia

email: ^anisa.20006@mhs.unesa.ac.id, ^bariwidayanti@unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 31 Januari 2025

Revisi 13 Februari 2025

Diterima 24 Februari 2025

Online 28 April 2025

Kata kunci:

RCA, Fly Ash, AC-BC,

Agregat Alam

ABSTRAK

Material perkerasan aspal berperan penting dalam menentukan kualitas dan daya tahan infrastruktur jalan. Lapisan AC-BC berfungsi sebagai lapisan antara untuk menyalurkan beban lalu lintas ke lapisan di bawahnya. Namun, maraknya penggunaan agregat alam secara berlebihan dalam konstruksi menyebabkan berkurangnya ketersediaan agregat alam, sehingga diperlukan alternatif material yang lebih berkelanjutan. Limbah beton atau *Recycled Concrete Aggregate* (RCA) dapat dijadikan pilihan solusi sebagai alternatif pengganti agregat kasar pada campuran perkerasan AC-BC. RCA berasal dari limbah konstruksi yang memiliki karakteristik menyerupai batu alam dengan kuat tekan tinggi. Limbah beton (RCA) dapat dijadikan opsi untuk pengganti sebagian dari agregat alam dikarenakan memiliki sifat yang mirip dengan agregat alam. Selain itu, *fly ash* dihasilkan dari pembakaran batu bara di PLTU, dapat dimanfaatkan sebagai alternatif filler yang ekonomis dan ramah lingkungan. *Fly ash* memiliki kehalusan yang mampu mengisi celah dalam campuran sehingga meningkatkan kepadatan, kedekatan dan stabilitas pada perkerasan jalan. Oleh karena itu, diperlukan penelitian tentang karakteristik material RCA, *fly ash*, dan agregat alam sebagai alternatif material pada campuran perkerasan AC-BC. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa karakteristik material RCA dan *fly ash* serta agregat alam sebagai bahan alternatif dalam campuran AC-BC. Penulis menerapkan metode eksperimen dilakukan di laboratorium. Dari penelitian ini diperoleh hasil pengujian berat jenis dan penyerapan air pada RCA, *fly ash*, agregat alami serta aspal.

Material Characteristics of RCA, Fly Ash and Natural Aggregates as Alternative Materials in AC-BC Pavement Mixtures

ARTICLE INFO

Keywords:

RCA, Fly Ash, AC-BC, Nature

Aggregates

ABSTRACT

Asphalt pavement materials play an essential role in determining the quality and durability of road infrastructure. The AC-BC layer is an intermediate layer that transmits the traffic load to the layers below. However, the rampant overuse of natural aggregates in construction has reduced the availability of natural aggregates, so a more

Resiana, N. H., & Widayanti, A. (2025). Karakteristik Material RCA, Fly Ash, dan Agregat Alam sebagai Alternatif Material pada Campuran Perkerasan AC-BC. MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi, v3 (n1), 53 - 60.

sustainable alternative material is required. Concrete waste or Recycled Concrete Aggregate (RCA) can be an alternative solution to replace coarse aggregate in AC-BC pavement mixes. RCA comes from construction waste that has characteristics resembling natural stone with high compressive strength. Waste concrete (RCA) can partially replace natural aggregates because it has properties similar to those of natural aggregates. In addition, fly ash from burning coal in power plants can be used as an economical and environmentally friendly alternative filler. Fly ash has a fineness that can fill the gaps in the mixture, thus increasing the pavement's density, impermeability, and stability. Therefore, a study is needed on the characteristics of RCA, fly ash, and natural aggregate materials as alternative materials in AC-BC pavement mixtures. This study aims to analyze the characteristics of RCA and fly ash materials and natural aggregates as alternative materials in AC-BC mixtures. The researcher applies the experimental method carried out in the laboratory. This study obtained the results of specific gravity and water absorption tests on RCA, fly ash, natural aggregates, and asphalt.

© 2023 MITRANS : Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

1. Pendahuluan

Dalam pembangunan infrastruktur jalan, material perkerasan aspal merupakan komponen utama yang memengaruhi kualitas dan daya tahan jalan. Perkerasan AC-BC merupakan lapisan yang terletak diantara AC-WC dengan AC-Base. AC-BC berfungsi sebagai lapisan antara untuk menyalurkan beban lalu lintas ke lapisan yang berada di bawahnya. Namun, maraknya pemakaian agregat alam dalam konstruksi pembangunan yang tidak dibatasi akan mengurangi jumlah ketersediaan agregat alam. Oleh karena itu, diperlukan inovasi bahan campuran untuk mengurangi penggunaan agregat alam dengan memanfaatkan material lain yang memiliki sifat serupa dengan agregat alam.

Limbah beton atau *Recycled Concrete Aggregate (RCA)* dapat dijadikan pilihan bahan material pengganti sebagian agregat kasar. RCA merupakan agregat hasil daur ulang dari limbah beton yang telah dihancurkan. RCA umumnya berasal dari sisa material dari reruntuhan bangunan yang sudah tidak terpakai, hasil pembongkaran bangunan rumah, beton yang gagal dalam produksi, bekas pengujian di laboratorium, dan lain - lain (Siang & Makmur, 2020). Sifat RCA menyerupai dengan batu alam, kokoh, dan memiliki kuat tekan yang tinggi sehingga bisa dimanfaatkan menjadi bahan pengganti agregat kasar pada pembuatan perkerasan lapis AC-BC. RCA memiliki potensi untuk menggantikan sebagian agregat alam dalam campuran AC-BC, dengan keuntungan murah dan ramah lingkungan (Gasruddin, 2019). Selain memanfaatkan RCA sebagai substitusi agregat kasar, terdapat material lain yang layak dimanfaatkan sebagai bahan pengisi atau filler dalam campuran perkerasan jalan. Bahan pengisi yang paling sering digunakan adalah semen dan abu batu. Oleh karenanya perlu uji coba pada material lain yaitu abu terbang dapat disebut dengan *fly ash*.

Fly ash dihasilkan dari pembakaran batu bara di dalam sistem ketel Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) (M. Sa'dillah dkk., 2024). *Fly ash* dapat menjadi alternatif bahan pengganti filler pada perkerasan jalan karena kehalusannya sehingga dapat mengisi celah dalam campuran yang mampu meningkatkan kepadatan, stabilitas dan kekedapan menurut (Widayanti dkk., 2021). *Fly ash* mengandung sifat kimia berupa silika atau alumina yang tidak mengandung sifat semen tetapi apabila dibiarkan pada kondisi lembap akan berubah menjadi padat atau mengeras menurut (Fatimah dkk., 2018).

Penelitian ini menggunakan RCA sebagai substitusi agregat kasar dan filler *fly ash* sebagai substitusi semen ataupun abu batu. Tujuan dilakukan penelitian ini untuk menganalisis karakteristik material RCA, *fly ash*, dan agregat alam sebagai bahan alternatif dalam campuran AC-BC. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memiliki manfaat menjadi pedoman dan acuan pada penelitian selanjutnya yang bersangkutan dengan penggunaan RCA, *fly ash*, dan agregat alam.

2. Tinjauan Pustaka

Beberapa penelitian terkait karakteristik *Recycled Concrete Aggregate (RCA)* sebagai substitusi agregat kasar pernah dilakukan sebelumnya. Oleh sebab itu, penelitian yang relevan dapat digunakan sebagai

acuan oleh penulis. Beberapa studi sebelumnya yang menjadi dasar dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

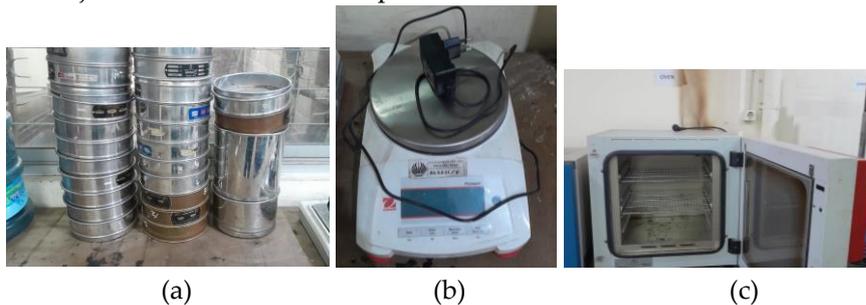
1. Penelitian oleh (Harnaeni & Bayu, 2016) memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh substitusi sebagian agregat kasar pada campuran AC-BC dengan limbah beton. Material utama yang digunakan adalah agregat alam serta limbah beton. Penelitian ini menggunakan jenis beton aspal AC-BC. Variasi penggunaan limbah beton adalah 0%, 20%, 60%, dan 80%.
2. Penelitian oleh (Ansori, 2017) ditujukan untuk menganalisa dampak pemilihan mutu limbah beton yang digunakan sebagai substitusi agregat kasar pada kualitas campuran AC-BC. Pemilihan material utama meliputi agregat kasar dan halus, semen, aspal penetrasi 60/70 dengan variasi kadar aspal 5% sampai 8% serta limbah beton dengan mutu $f'c$ 25, $f'c$ 35, dan $f'c$ 45.
3. Penelitian oleh (Sulianti, 2020) bertujuan untuk meneliti keterkaitan presentase limbah beton pada karakteristik Marshall. Penggunaan material meliputi agregat kasar dan halus, semen portland serta aspal pen 60/70. Kadar aspal rencana yang digunakan sebesar 5%, 5,5%, 6%, 6,5%, hingga 7% kemudian menggunakan mutu beton $f'c$ 42, $f'c$ 45, dan $f'c$ 50.
4. Penelitian oleh (Andhikatama dkk., 2013) memiliki tujuan untuk menentukan variasi limbah beton terbaik pada campuran AC-WC gradasi kasar. Penelitian ini menggunakan material agregat halus dan kasar, aspal penetrasi 60/70 serta limbah beton. Penelitian ini menggunakan lima variasi limbah beton yaitu 0%, 20%, 40%, 60%, dan 80% demikian juga untuk variasi aspal menggunakan lima variasi yaitu 4,5% sampai 6,5%.
5. Penelitian oleh (Imannurohman dkk., 2021) memiliki tujuan untuk mengkaji pengaruh limbah beton sebagai substitusi sebagian agregat kasar pada campuran AC-WC dan menentukan rasio terbaik antara limbah beton dan kadar aspal untuk memperoleh hasil karakteristik Marshall yang optimal. Penelitian ini menggunakan agregat kasar dan halus serta aspal penetrasi 60/70 dan limbah beton. Menggunakan lima variasi limbah beton yaitu 0%, 10%, 15%, dan 20% sedangkan untuk variasi kadar aspal yang menggunakan empat variasi yaitu 5%, 5,5%, 6%, dan 6,5%.

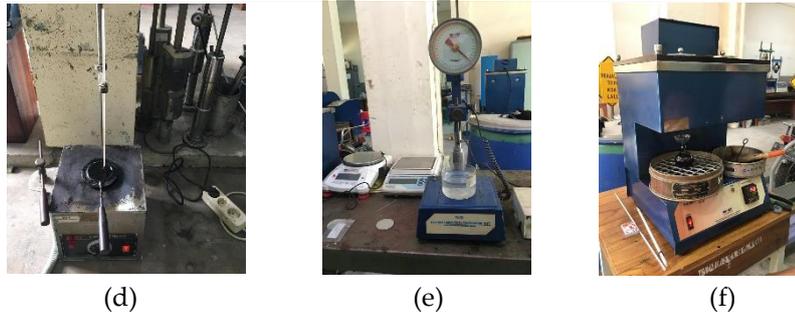
3. Metode Penelitian

Penulis menggunakan metode penelitian eksperimen yang dilakukan di laboratorium untuk memperoleh data. Penelitian ini dilakukan dengan menguji berbagai sifat material, termasuk RCA dan berbagai macam material yang tersusun pada perkerasan campuran AC-BC. Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018 sebagai acuan penulis.

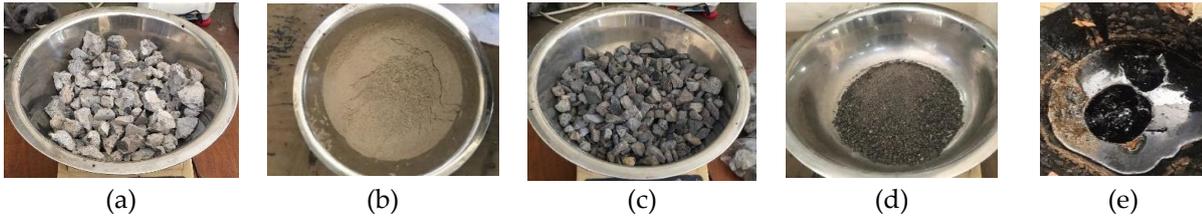
Alat dan Material Penelitian

Alat dan material perlu dipersiapkan dengan baik sebelum melakukan pengujian material supaya penelitian berjalan dengan lancar. Gambar 1 mencantumkan berbagai alat yang digunakan dalam penelitian. Ayakan berfungsi memisahkan ukuran agregat, untuk menimbang berat agregat menggunakan timbangan, oven berfungsi mengeringkan agregat pada suhu tertentu, *Cleveland Electric* digunakan untuk menguji titik nyala dan titik bakar aspal, alat penetrasi berfungsi untuk menguji tingkat penetrasi, dan *Saybolt Viscometer* digunakan untuk menguji viskositas.. Gambar 2 menunjukkan material yang digunakan yaitu limbah beton atau RCA, agregat alam yang telah dikelompokkan menjadi 4 fraksi, filler, dan aspal.





Gambar 1. Alat Penelitian: (a) Satu Set Ayakan; (b) Timbangan; (c) Oven; (d) *Cleveland Electric*; (e) Alat Penetrasi; (f) *Saybolt Viscometer* (Penulis, 2024)



Gambar 2. Material Penelitian: (a) RCA; (b) *Fly Ash*; (c) Agregat Kasar; (d) Agregat Halus; (e) Aspal (Penulis, 2024)

Tahapan Pengujian

a. Tahapan Pengujian RCA dan Agregat Kasar

Menyiapkan benda uji, lalu membersihkan permukaan agregat dan menghilangkan kotoran atau debu yang menempel. Setelah itu, direndam di air bersuhu ruang selama kurang lebih 24 jam. Setelah itu, benda uji dikeluarkan dari perendaman dan timbang di dalam air menggunakan keranjang. Kemudian dilap dengan kain penyerap lalu ditimbang untuk mendapatkan berat SSD. Setelah penimbangan, benda uji dimasukkan ke oven dengan suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5$ untuk proses pengeringan selama 24 jam. Kemudian dikeluarkan dari oven dan biarkan hingga dingin, lalu timbang kembali benda uji setelah dingin.

b. Tahapan Pengujian Agregat Halus

Benda uji dengan berat 500 gram ditimbang terlebih dahulu, kemudian ditempatkan di dalam piknometer. Setelah itu, menambahkan air suling mencapai 90% dari kapasitas piknometer sambil memutar dan mengguncang piknometer untuk menghilangkan gelembung udara. Setelah gelembung udara berkurang, air suling kembali ditambahkan hingga mencapai batas kapasitas piknometer. Selanjutnya, menimbang piknometer beserta air dan benda uji untuk menentukan berat total. Setelah proses tersebut, benda uji dikeluarkan dan dimasukkan ke oven dengan suhu $110^{\circ}\text{C} \pm 5$ untuk proses pengeringan selama 24 jam. Kemudian, benda uji dibiarkan hingga dingin untuk mencegah pengaruh suhu terhadap hasil timbangan, lalu ditimbang untuk mendapatkan berat keringnya. Terakhir, piknometer yang berisi air suling penuh ditimbang untuk mengetahui beratnya.

c. Tahapan Pengujian Aspal

Pengujian aspal diawali dengan pengujian penetrasi, tujuan pengujian penetrasi adalah mengetahui tingkat kekerasan atau kelunakan (solid atau semi-solid) bitumen. Selanjutnya, pengujian titik nyala dan titik bakar menggunakan alat *Cleveland Open Cup*. Melakukan pengujian daktilitas untuk mengukur jarak maksimum yang dapat dicapai oleh bitumen keras sebelum putus saat ditarik di antara dua cetakan, dengan pengujian dilakukan pada suhu dan kecepatan tertentu. Untuk mengetahui kekentalan aspal pada suhu tertentu, dilakukan pengujian viskositas. Terakhir, menentukan berat jenis dan kualitas aspal dengan melakukan pengujian berat jenis.

4. Hasil dan Pembahasan

Pengujian material memperoleh nilai berat jenis dan penyerapan air yang digunakan untuk menganalisis karakteristik material.

A. Hasil Pemeriksaan RCA

Limbah beton atau RCA yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan mutu beton K-300 yang diperoleh dari PT Varia Usaha Beton, Sidoarjo. Hasil pengujian limbah beton dicantumkan pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1 Hasil Pemeriksaan RCA (Penelitian Penulis, 2024)

Pengujian	RCA	Satuan	Nomor Sampel			Rata - Rata	Spesifikasi	
			I	II	III		Min	Maks
Berat kering oven		gr	1459,4	1425,4	1480,4	1455,1		
Berat kering permukaan (SSD)		gr	1565,7	1520,1	1564,2	1550,0		
Berat dalam air		gr	883,0	813,0	897,0	864,3		
Berat bulk		gr/cm ³	2,138	2,016	2,219	2,124	2,5	-
Berat kering permukaan		gr/cm ³	2,293	2,150	2,344	2,263	2,5	-
Berat semu		gr/cm ³	2,532	2,328	2,538	2,466	2,5	-
Penyerapan air		%	7,3	6,6	5,7	6,5	-	3%

Hasil yang tercantum dalam Tabel 1 menunjukkan berat bulk material mencapai 2,124 gr/cm³, berat kering permukaan (SSD) 2,263 gr/cm³, berat semu 2,466 gr/cm³ serta nilai penyerapan air pada limbah beton 6,5%. Hasil penelitian penulis selaras dengan temuan (Ansori, 2017) yang mendapatkan hasil pengujian penyerapan limbah beton sebesar 8,47% sedangkan pengujian berat jenis yang memenuhi hanya berat jenis semu sebesar 2,6 gr/cm³. Hal ini disebabkan karena limbah beton yang bersifat porous dan berpori sehingga air yang diserap lebih besar.

B. Hasil Pemeriksaan Agregat Kasar

Penelitian mengenai sifat agregat mencakup pemeriksaan berat jenis dan penyerapan air. Agregat yang digunakan diperoleh dari AMP Bumindo Sakti, Gresik. Agregat kasar yang digunakan dibagi menjadi tiga fraksi, yaitu fraksi 15-20 mm serta 10-15 mm, dan terakhir 5-10 mm. Hasil pengujian untuk ketiga fraksi agregat kasar tersebut dicantumkan pada Tabel 2 hingga Tabel 4.

Tabel 2 Pemeriksaan Agregat Kasar (15-20 mm) (Penelitian Penulis, 2024)

Pengujian	Agregat Kasar (15-20 mm)	Satuan	Nomor Sampel		Rata - rata	Sepsifikasi	
			I	II		Min	Maks
Berat kering oven		gr	1494,1	1494,1	1494,1		
Berat kering permukaan (SSD)		gr	1525,8	1515,5	1520,7		
Berat dalam air		gr	922,0	925,0	923,5		
Berat bulk		gr/cm ³	2,474	2,530	2,502	2,5	-
Berat kering permukaan		gr/cm ³	2,527	2,566	2,547	2,5	-
Berat semu		(gr/cm ³)	2,612	2,625	2,618	2,5	-
Penyerapan air		(%)	2,12	1,43	1,78	-	3%

Tabel 3 Pemeriksaan Agregat Kasar (10-15 mm) (Penelitian Penulis, 2024)

Pengujian	Agregat Kasar (10-15 mm)	Satuan	Nomor Sampel		Rata - rata	Sepsifikasi	
			I	II		Min	Maks
Berat kering oven		gr	1491,7	1490,6	1491,2		
Berat kering permukaan (SSD)		gr	1529,4	1520,4	1524,9		
Berat dalam air		gr	923,0	936,0	929,5		
Berat bulk		gr/cm ³	2,460	2,551	2,505	2,5	-
Berat kering permukaan		gr/cm ³	2,522	2,602	2,562	2,5	-
Berat semu		gr/cm ³	2,623	2,688	2,655	2,5	-
Penyerapan air		%	2,53	2,00	2,26	-	3%

Tabel 4 Pemeriksaan Agregat Medium (5-10 mm) (Penelitian Penulis, 2024)

Pengujian	Agregat Medium (5-10 mm)	Satuan	Nomor Sampel			Rata - Rata	Spesifikasi	
			I	II	III		Min	Maks
Berat kering oven		gr	1486,9	1483,9	1490,8	1487,2		
Berat kering permukaan (SSD)		gr	1537,3	1525,1	1518,3	1526,9		
Berat dalam air		gr	915,0	945,0	933,0	931,0		
Berat bulk		gr/cm ³	2,389	2,572	2,547	2,50	2,5	-
Berat kering permukaan		gr/cm ³	2,470	2,629	2,594	2,56	2,5	-
Berat semu		gr/cm ³	2,600	2,754	2,673	2,68	2,5	-
Penyerapan air		%	3,39	2,78	1,31	2,67	-	3%

Berdasarkan tabel 2 menunjukkan agregat kasar fraksi (15–20 mm) memiliki berat bulk 2,50 gr/cm³, berat kering permukaan (SSD) 2,54 gr/cm³ serta berat semu 2,61 gr/cm³ dan nilai penyerapan air 1,78% yang telah memenuhi persyaratan spesifikasi, yaitu kurang dari 3%. Tabel 3 menunjukkan bahwa agregat kasar fraksi (10–15 mm) memperoleh berat bulk 2,50 gr/cm³, berat kering permukaan (SSD) 2,56 gr/cm³ serta berat semu 2,65 gr/cm³. Nilai penyerapan air agregat kasar 2,26% telah memenuhi persyaratan Spesifikasi yaitu kurang dari 3%. Tabel 3 menunjukkan agregat medium fraksi (10–5 mm) memperoleh berat bulk 2,50 gr/cm³, berat kering permukaan (SSD) 2,56 gr/cm³, berat semu 2,65 gr/cm³ dan nilai penyerapan air 2,67%. Penelitian serupa dilakukan oleh (Imannurohman dkk., 2021) yang memperoleh hasil pengujian berat jenis bulk, SSD, semu pada agregat kasar memenuhi spesifikasi yaitu lebih dari 2,5 gr/cm³ sedangkan penyerapan airnya 2,19% kurang dari batas maksimal 3%. Temuan tersebut mengindikasikan agregat kasar bersifat unggul dengan porositas rendah, sehingga layak dimanfaatkan sebagai bahan material untuk konstruksi perkerasan jalan.

C. Hasil Pemeriksaan Agregat Halus

Penelitian sifat agregat halus yang mencakup berat jenis dan penyerapan air. Hasil dari penelitian tersebut tercantum dalam Tabel 5.

Tabel 5 Pemeriksaan Agregat Halus (0-5 mm) (Penelitian Penulis, 2024)

Pengujian	Fine Aggregate (0 - 5 mm)	Satuan	Nomor Sampel			Rata - Rata	Spesifikasi	
			I	II	III		Min	Maks
Berat kondisi jenuh kering permukaan		gr	500	500	500	500,0		
Berat kering oven		gr	466,5	496,1	497,6	486,7		
Berat piknometer yang berisi air penuh		gr	691,1	691,9	692,7	691,6		
Berat piknometer berisi benda uji dan air sampai batas pembacaan		gr/cm ³	976,9	861,2	982,8	940,3		-
Berat curah kering		gr/cm ³	2,178	1,500	2,371	2,018	2,5	-
Berat curah jenuh kering permukaan		gr/cm ³	2,334	1,512	2,382	2,078	2,5	-
Berat semu		gr/cm ³	2,582	1,518	2,398	2,167	2,5	-
Penyerapan Air		%	7,2	0,8	0,5	2,82	-	3%

Berdasarkan tabel 5, agregat halus fraksi (0-5 mm) memiliki berat curah kering 2,01 gr/cm³, berat curah jenuh kering permukaan (SSD) 2,07 gr/cm³, berat semu 2,16 gr/cm³, dan nilai penyerapan air pada agregat halus 2,82%. Hasil ini sejalan dengan temuan (Imannurohman dkk., 2021) dan (Andhikatama dkk., 2013) yang memperoleh hasil pengujian berat jenis bulk, SSD, semu pada agregat halus memenuhi spesifikasi yaitu lebih dari 2,5 gr/cm³ sedangkan penyerapan airnya memenuhi batas spesifikasi yakni dibawah 3%.

D. Hasil Pemeriksaan Filler

Filler yang dimanfaatkan merupakan Filler *Fly Ash* kelas F yang diperoleh dari PLTU Suralaya, Banten. Hasil pengujian *Fly ash* sebagai filler tercantum pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6 Pemeriksaan Filler (Penelitian Penulis, 2024)

Filler Fly Ash	Satuan	
Berat benda uji	gr	250
Berat piknometer	gr	165,0
Berat piknometer yang berisi minyak tanah	gr	586,3
Berat piknometer dengan benda uji dan minyak tanah	gr	729,4
Berat jenis minyak tanah	gr/cm ³	0,8
Berat jenis benda uji	gr/cm ³	1,871

Berdasarkan Tabel 6 diketahui bahwa pengujian Filler *Fly ash* memperoleh berat jenis sebesar 1,871 gr/cm³. Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dilakukan kemudian disitasi dalam penulisan ini belum terdapat pengujian terhadap berat jenis filler *fly ash*, sehingga hasil berat jenis belum dapat dibandingkan.

E. Hasil Pemeriksaan Aspal

Pengujian terhadap aspal dilakukan menggunakan aspal penetrasi 60/70 Pertamina yang telah tersedia di Laboratorium Jalan dan Transportasi Universitas Negeri Surabaya. Hasil pengujian aspal disajikan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7 Hasil Pemeriksaan Aspal (Penelitian Penulis 2024)

No	Jenis Pengujian	Satuan	Hasil	Spesifikasi
1.	Titik Nyala	°C	274	≥ 232
2.	Titik Bakar	°C	276	≥ 232
3.	Berat Jenis		1,03	≥ 1,0
4.	Daktilitas	cm	100	≥ 100
5.	Viskositas	MPPa.s	990,8	≥ 300
6.	Penetrasi pada 25°C (0,1 mm)	mm	64	60 - 70

Merujuk pada hasil yang diperoleh dalam tabel 7, Hasil pengujian aspal mengindikasikan bahwa titik nyala 274 °C, titik bakar 276 °C, berat jenis 1,03, daktilitas 100 cm, viskositas 990,8 MPPa.s, penetrasi 64 mm. Penelitian ini sebanding dengan penelitian oleh (Andhikutama dkk., 2013) yang memperoleh hasil pengujian titik nyala serta bakar 278 °C, berat jenis 1,03, daktilitas 150 cm, dan penetrasi 64 mm. Berdasarkan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa aspal memiliki kualitas yang baik sehingga mampu mengikat agregat dengan baik.

5. Kesimpulan

Hasil dari pengujian laboratorium dan analisis data yang telah dilakukan menghasilkan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Limbah beton (RCA) memiliki berat jenis dan tingkat penyerapan air yang tidak sesuai dengan persyaratan Spesifikasi Bina Marga tahun 2018. Kondisi terjadi karena RCA terbuat dari bahan komposit yang meliputi agregat alami dan pasta semen yang mengeras. Pasta semen yang mengeras memiliki sifat berpori sehingga RCA memiliki porositas 10-20 kali lebih tinggi dibandingkan agregat alami.
2. Agregat kasar dengan fraksi 15-20 mm, 10-15 mm, dan 5-10 mm menunjukkan bahwa berat jenis dan penyerapan yang air yang memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga Tahun

2018. Oleh karena itu, agregat ini layak digunakan sebagai bahan campuran untuk pembuatan lapisan perkerasan AC-BC.
3. Agregat halus memperoleh berat jenis dibawah syarat minimal, tetapi untuk penyerapan air dibawah syarat maksimal. Hal ini disebabkan karena agregat halus memiliki partikel yang halus sehingga pada saat proses pengeringan agregat tidak banyak menyerap air sehingga memperoleh nilai penyerapan air yang kecil.
 4. Berat jenis filler *fly ash* memenuhi persyaratan Spesifikasi Bina Marga Tahun 2018. Oleh karena itu, *fly ash* layak digunakan sebagai bahan pengisi pada campuran dalam pembuatan perkerasan AC-BC.
 5. Aspal menunjukkan hasil yang memenuhi Persyaratan Umum Bina Marga Tahun 2018. Dengan demikian, aspal memiliki kualitas yang baik sehingga layak digunakan sebagai bahan pengikat pada campuran dalam pembuatan perkerasan AC-BC.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis ucapkan terima kasih untuk kedua orang tua yang telah memberikan dukungan. Ibu Dr. Ir. Ari Widayanti, S.T., MT., yang telah membimbing dan memberi saran dalam penyusunan artikel. Terakhir, kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis ucapkan terima kasih, sehingga artikel ini dapat diselesaikan dengan baik.

7. Referensi

- Andhikata, A., Widodo, S., & Harnaeni, S. R. (2013). *Pemanfaatan Limbah Beton sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course Gradasi Kasar*. 26(4), 1–37.
- Ansori, A. B. (2017). Pengaruh Mutu Limbah Beton Sebagai Bahan Substitusi Agregat Kasar Pada Kualitas Campuran Asphalt Concrete-Binder Coarse (Ac-Bc). *Jurnal Konstruksia*, Vol 9, No 1 (2017): *Jurnal Konstruksia Vol 9 No. 1 Tahun 2017*, 1–14.
- Fatimah, I., Budi, A., & Sangadji, S. (2018). Pengaruh Kadar Fly Ash Terhadap Kuat Tekan Pada high Volume Fly Ash-Selfcompacting Concrete (Hvfa-Scc) Benda Uji D 15 Cm X 30 Cm Usia 28 Hari. *Matriks Teknik Sipil*, 6. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v6i3.36559>
- Gasruddin, A. (2019). Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Agregat Kasar Pada Aspal Berongga Menggunakan Aspal Penetrasi 60/70. *Jurnal Media Inovasi Teknik Sipil UNIDAYAN*, 8(1), 70–80. <https://doi.org/10.55340/jmi.v8i1.634>
- Harnaeni, S. R., & Bayu, I. (2016). Karakteristik Marshall Asphalt Concrete-Binder Course (AC-BC) dengan Menggunakan Limbah Beton Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Kasar. *Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta*, 116–123.
- Imannurohman, N., Sudarno, & Amin, M. (2021). Pemanfaatan Limbah Beton sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Perkerasan Laston Asphalt Concrete - Wearing Coarse (AC-WC). *Jurnal Rekayasa Infrastruktur Sipil*, 25–32.
- M. Sa'dillah, Galih Damar Pandalu, & Natalino Borromeu Martins. (2024). Karakteristik beton aspal lapisan pengikat (AC-BC) yang menggunakan bahan pengisi abu terbang batubara. *PADURAKSA: Jurnal Teknik Sipil Universitas Warmadewa*, 13(1), 81–88. <https://doi.org/10.22225/pd.13.1.7820.81-88>
- Siang, R., & Makmur, A. (2020). Pengaruh Penggunaan Limbah Beton Terhadap Parameter Marshall Campuran Beraspal Berpori. *Jurnal Transportasi*, 20(2), 97–104. <https://doi.org/10.26593/jtrans.v20i2.4123.97-104>
- Sulianti, I. (2020). Studi Pemanfaatan Limbah Beton Mutu Tinggi pada Campuran Asphalt Concrete Binder Course (AC-BC). *Cantilever: Jurnal Penelitian Dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 9(1), 7–14. <https://doi.org/10.35139/cantilever.v9i1.34>
- Widayanti, A., Soemitro, R. A. A., Ekaputri, J. J., & Suprayitno, H. (2021). Asphalt concrete mixture produced using reclaimed asphalt pavement and fly ash as artificial aggregate and filler. *Jurnal Teknologi*, 83(4), 17–29. <https://doi.org/10.11113/jurnalteknologi.v83.16289>

Tersedia online di www.journal.unesa.ac.idHalaman jurnal di www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans

Karakteristik Limbah Keramik, Agregat Alam, dan Filler *Fly Ash* untuk campuran Lapis Aus *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*

Annisa Rosida ^a, Ari Widayanti ^b

^a Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

^b Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

email: ^aannisarosida.20002@mhs.unesa.ac.id, ^bariwidayanti@unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 31 Januari 2025

Revisi 13 Februari 2025

Diterima 24 Februari 2025

Online 28 April 2025

Kata kunci: Limbah

Keramik,

Agregat Alam,

Fly Ash,

AC-WC,

Bina Marga 2018

ABSTRAK

Pembangunan bidang infrastruktur jalan raya semakin berkembang. Penggunaan agregat alam sebagai material utama semakin masif namun keberadaannya juga semakin menipis. Disamping itu, pembangunan di bidang lain khususnya pembangunan rumah tinggal menghasilkan banyak limbah seperti limbah keramik yang mengganggu ekosistem lingkungan. Ditambah, terdapat bahan sisa peleburan batu bara yakni *fly ash* yang masih kurang upaya pemanfaatannya sehingga turut menyumbang polusi. Tujuan penelitian ini yakni untuk mengetahui karakteristik limbah keramik, material agregat alam, dan filler *fly ash* untuk campuran perkerasan pada Lapis Aus *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*. Hal ini dapat menjadi langkah awal usaha mengurangi penggunaan agregat alam dan upaya daur ulang limbah. Metode yang dipakai untuk penelitian ini berdasarkan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Agregat yang diteliti antara lain limbah keramik, agregat alam fraksi 0-5, agregat medium fraksi 5-10, agregat kasar fraksi 10-15 dan *fly ash*. Hasil yang diperoleh adalah limbah keramik yang digunakan memiliki kadar penyerapan 1,21%, berat jenis curah kering 2,131 gr/cm³, berat jenis SSD 2,157 gr/cm³; dan berat jenis semu 2,188 gr/cm³. Hasil pegujian absorpsi agregat alam fraksi 10-15 mm yaitu sebesar 2,8%, agregat alam fraksi 5-10 mm sebesar 2,6%, dan agregat alam fraksi 0-5 mm sebesar 2,9%. Lalu hasil uji berat jenis *fly ash* yakni 1,854 gr/cm³ dan dinyatakan memenuhi untuk digunakan sebagai filler campuran benda uji lapis aspal beton AC-WC.

Characteristics of Ceramic Waste, Natural Aggregate, and Fly Ash Filler for Mixed Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)

ARTICLE INFO

Keywords:

Ceramic Waste, Natural Aggregate,

Fly Ash, AC-WC, Bina Marga 2018

ABSTRACT

The development of road infrastructure is increasingly developing. The use of natural aggregates as the main material is increasingly massive but its presence is also decreasing. Besides that, development in other fields, especially residential construction, produces a lot of waste such as ceramic waste which disrupts the environmental

Rosida, A., & Widayanti, A. (2025). Karakteristik Limbah Keramik, Agregat Alam, dan Filler Fly Ash untuk campuran Lapis Aus Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC). MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi, v3(n1), 61-69.

ecosystem. In addition, there is material left over from burning coal in the form of fly ash, which is still lacking in its utilization, thus contributing to pollution. This research aims to determine the characteristics of ceramic waste, natural aggregate materials, and fly ash filler for pavement mixtures on the Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC). This can be the first step in efforts to reduce the use of natural aggregates and waste recycling efforts. The method used for this research is based on the 2018 General Specifications for Bina Marga. The aggregates studied include ceramic waste, natural aggregate fraction 0-5, medium aggregate fraction 5-10, coarse aggregate fraction 10-15 and fly ash. The results obtained were that the ceramic waste used had an absorption rate of 1.21%, a dry bulk density of 2.131 gr/cm³, a surface dry saturated bulk density (SSD) of 2.157 gr/cm³; and an apparent specific gravity of 2.188 gr/cm³. The absorption test results for natural aggregates in the 10-15 mm fraction were 2.8%, natural aggregates in the 5-10 mm fraction were 2.6%, and natural aggregates in the 0-5 mm fraction were 2.9%. Then the test results for the specific gravity of fly ash were 1.854 gr/cm³ and it was declared suitable for use as a filler for AC-WC asphalt concrete (laston) test specimens.

© 2023 MITRANS : Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

1. Pendahuluan

Pembangunan konstruksi jalan di Indonesia setiap tahunnya senantiasa mengalami peningkatan jumlah dan volume. Pembangunan konstruksi jalan disesuaikan seiring dengan peningkatan banyaknya penduduk sehingga, hal ini berpengaruh pada peningkatan volume kendaraan untuk tiap akses jalan dan kawasan padat penduduk (A'yuni & Widayanti, 2023). Praktiknya, dalam pembangunan proyek konstruksi jalan tentunya banyak memerlukan eksploitasi agregat alam berupa batuan pecah sebagai material utama campuran perkerasan. Padahal jumlah agregat alam jumlahnya semakin terbatas. Keterbatasan terkait kuantitas agregat alam ini menimbulkan masalah yang perlu ditemukan solusi alternatif penanganannya.

Disisi lain, pada bidang konstruksi rumah huni menyisakan banyak limbah salah satunya limbah keramik. Limbah keramik yang didapatkan dari sisa proyek pembangunan rumah dan tingginya produksi industri keramik perlu dimanfaatkan. Tidak menutup kemungkinan limbah keramik berpotensi dipakai sebagai bahan pengganti agregat alam untuk campuran perkerasan. Limbah keramik memiliki potensi sebagai bahan campuran karena kandungan primer ketika penciptaan keramik ialah lempung tanah liat (*clay*), dimana *clay* mempunyai sifat elastisitas serta nilai plastis relatif besar, kekuatannya dapat stabil pada temperatur tinggi saat proses pencampuran agregat (Putra & Wahdana, 2019). Karena sifatnya, limbah keramik berpotensi untuk diteliti terkait penggunaannya sebagai bahan substitusi agregat halus dalam lapis aus (AC-WC). Keramik memiliki kandungan feldspar, kuarsa, dan kaolin. Feldspar yakni batuan penyusun pada keramik yang mengandung silica, sodium, potasium, dan alumina serta bersifat menurunkan titik bakar keramik. (Arliningtyas & Nadia, 2016). Kandungan tersebut dapat memudahkan pengolahan keramik sebagai campuran perkerasan.

Sementara itu, selain limbah keramik terdapat limbah lain yang perlu diteliti dan dimanfaatkan secara tepat yaitu *fly ash* dari sisa peleburan batu bara. *Fly ash* perlu dimanfaatkan dikarenakan limbah hasil pengolahan dan peleburan batu bara apabila dibiarkan secara menerus akan menyumbang polusi bagi lingkungan. *Fly ash* kelas F lazim digunakan untuk campuran dikarenakan sifatnya rendah kalsium dan bersifat pozzolan perlu ditambahkan batu kapur terhidrasi untuk menambah sifat semen pada *fly ash* (Widayanti dkk., 2018). *Fly ash* yang telah diberi perlakuan yang memiliki sifat setara semen memungkinkan untuk dijadikan sebagai bahan pengisi campuran beraspal panas.

Paduan pemanfaatan limbah keramik dan *fly ash* tersebut menerapkan prinsip daur ulang limbah untuk mendukung program konstruksi hijau. Kedua bahan tersebut dijadikan sebagai bahan alternatif pengganti agregat alam untuk lapis AC-WC. Sehingga karakteristik materialnya harus sesuai dengan spesifikasi agar bisa memberikan daya dukung terbaik dalam lapis aus perkerasan

jalan. Karakteristik limbah keramik harus diuji kelayakannya untuk menggantikan agregat halus yg berasal dari alam dan menilai apakah cocok untuk menaikkan kualitas pada parameter marshall campuran lapis aspal.

Oleh karena itu berpijak pada permasalahan diatas maka penelitian mengenai “Karakteristik Limbah Keramik sebagai Bahan Substitusi Agregat Halus untuk campuran Lapis Aus *Asphalt Concrete – Wearing Course (AC-WC)*” penting dilakukan.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Lapis Aus atau *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*

Lapis Aus atau *Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)* diartikan sebagai lapis permukaan yang diperlukan sebagai penahan beban lalu lintas selain fungsinya sebagai lapis penahan air, tahan iklim cuaca dan kekesatan pada konstruksi jalan (Ing & Sebastian, 2020). Tata letak lapis aus (AC-WC) berada di posisi teratas maka kedekatan terhadap air memegang peran penting agar air tidak banyak masuk ke celah atau pori sehingga mengganggu kinerja Laston AC-WC. Lapis AC-WC juga harus memenuhi syarat minimum stabilitas agar perkerasannya mampu menahan beban utama lalu lintas untuk diteruskan pada lapis jalan dibawahnya.

2.2. Agregat Kasar

Agregat kasar yang dipilih merupakan tipe agregat yang wajib bersifat bersih, keras, awet, bebas dari lempung atau bahan yang tidak diinginkan sejenisnya, serta wajib memenuhi spesifikasi SNI (Sukirman, 2016). Agregat kasar yang tertahan atau tidak dapat lolos di saringan 4,75 mm harus meliputi partikel material batu pecah yang sesuai standarisasi dalam tabel gradasi SNI (PUPR, 2018).

2.3. Agregat Halus

Agregat halus yang berhasil lolos saringan 4,75 mm harus meliputi batu pecah gradasi halus dan partikel pasir alami dan partikel lembut lainnya yang memenuhi persyaratan dalam tabel gradasi SNI (PUPR, 2018). Agregat halus selayaknya terhindar dari material pengganggu seperti dedaunan kering dan tanah.

2.4. Limbah Keramik

Limbah diartikan sebagai buangan yang disisakan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumahan) yang umum disebut sampah, serta keberadaannya pada saat dan lokasi tertentu tidak diinginkan lingkungan karena tidak bernilai jual (Faizah, dkk., 2022). Sedangkan keramik ialah sekumpulan benda yang terbentuk dari pengolahan tanah lempung lalu dimodifikasi dengan teknik tertentu sehingga dihasilkanlah produk sesuai dengan kehendak pengrajin yang memproduksinya (Yustana, 2018). Limbah keramik berpotensi digunakan sebagai bahan campuran karena kandungan primer dalam penciptaan keramik yaitu lempung (*clay*), dimana *clay* memiliki sifat *flexibility* dan elastistas yang besar dan daya kekuatannya mampu stabil pada temperatur tinggi saat proses pencampuran agregat (Putra & Wahdana, 2019). Bahan penyusun lain yang ada di dalam keramik juga terbukti menjaga suhu keramik agar tetap stabil saat berada pada titik bakar.

2.5. Filler Fly Ash

Filler ialah material penutup yang mengisi rongga pada campuran (*Void in The Mix*) yang memiliki butiran halus serta memiliki fungsi sebagai pengurang rongga udara dan peningkatan stabilitas campuran (Saleh, 2018). Limbah padat *fly ash* memiliki arti lain yakni *pozzolonic material* dikarenakan memiliki kandungan silika oksida (SiO₂), alumina oksida (Al₂O₃) dan besi oksida (Fe₂O₃) (Haspiadi, dkk., 2021). Dapat dilakukan penelitian lanjutan terkait kesesuaian karakteristik *fly ash* untuk dilibatkan dalam proses pembuatan campuran beraspal panas.

2.6. Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu yang secara khusus menguji karakteristik limbah keramik sebagai bahan substitusi agregat halus masih jarang ditemukan. Kumpulan kajian penelitian terdahulu diperlukan

guna bahan perbandingan dan acuan penelitian. Berikut rangkuman dari studi literatur penelitian terdahulu yang terkumpul tertera dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Himpunan Studi Literatur Terdahulu Mengenai Karakteristik Agregat (Analisis Data Penelitian Penulis, 2024)

Judul Jurnal, Nama, dan Tahun	Bahan	Hasil Pengujian Agregat Alam	Hasil Pengujian Limbah Keramik dan Fly Ash
Analisa Karakteristik Campuran Aspal Menggunakan Limbah Keramik (Swardana dkk., 2022)	Agregat Kasar Agregat Halus berupa pasir Filler (Fly Ash) Limbah Keramik (pengganti agregat kasar dan halus)	Agregat Halus (pasir) Penyerapan=2,80% Berat Jenis <i>Bulk</i> = 3,08 Bderat Jenis SSD = 3,28 Berat Jenis <i>Apparent</i> = 2,93 Agregat Kasar Penyerapan= 0,27% Berat Jenis <i>Bulk</i> = 2,9 Bderat Jenis SSD = 2,91 Berat Jenis <i>Apparent</i> = 2,93	-
Waste Not, Want Not: Sustainable Use of Anti-Stripping-Treated Waste Ceramic in Superpave Asphalt Mixtures (Al-Kheetan, 2023)	Aspal Pen 60/70 Agregat batu kapur (agregat kasar dan halus) Limbah keramik (subtitusi agregat halus dan filler)	Agregat Kasar Berat Jenis = 2,635 gr/cm ³ Penyerapan = 1,9% Agregat Halus Berat Jenis = 2,557 gr/cm ³ Penyerapan = 2,7%	Limbah Keramik Berat Jenis Keramik = 2,501 gr/cm ³ Penyerapan keramik = 4,9%
Penggunaan bahan pengisi (filler) serbuk keramik, ditinjau dari parameter marshall Pada Lapis Aspal Beton (Laston) (Arif, 2013)	Aspal keras penetrasi 60/70 Agregat kasar Agregat halus Filler (serbuk keramik)	Agregat Kasar (rata-rata) Berat Jenis (<i>Bulk</i>) 2,60 gr/cm ³ Berat Jenis SSD 2,65 gr/cm ³ Berat Jenis Semu 2,74 gr/cm ³ Penyerapan 1,97% Keausan 16,58%	-
Penggunaan Limbah Serbuk Keramik Sebagai Filler Pada Campuran Hot Rolled Sheet - Wearing Course (HRS-WC) (Gutama et al., 2022)	Aspal Pen 60/70 Agregat kasar Agregat halus Filler (Serbuk Keramik)	Coarse Aggregates Berat Jenis (<i>Bulk</i>) 2,54 gr/cm ³ Berat Jenis SSD 2,58 gr/cm ³ Berat Jenis <i>Apparent</i> 2,65 gr/cm ³ Penyerapan 1,68% Medium Aggregates Berat Jenis (<i>Bulk</i>) 2,53 gr/cm ³ Berat Jenis SSD 2,59 gr/cm ³ Berat Jenis <i>Apparent</i> 2,71 gr/cm ³ Penyerapan 2,59% Fine Aggregates Berat Jenis (<i>Bulk</i>) 2,51 gr/cm ³ Berat Jenis SSD 2,59 gr/cm ³ Berat Jenis <i>Apparent</i> 2,79 gr/cm ³ Penyerapan 2,88%	Serbuk Keramik Berat Jenis (<i>Bulk</i>) 2,51 gr/cm ³ Berat Jenis SSD 2,57 gr/cm ³ Berat Jenis <i>Apparent</i> 2,75 gr/cm ³ Penyerapan 2,48%
Pengaruh Penambahan Bahan Pengisi (Filler) Fly Ash Terhadap Campuran Aspal Beton Lapis Aus (Asphalt Concrete Wearing Course/Ac-Wc) (Al Qurny,dkk., 2022)	Aspal Pen 60/70 Agregat Kasar Agregat Halus Filler Fly Ash		Filler Fly Ash Material lolos saringan No.200 = 77,09%

3. Metode Penelitian

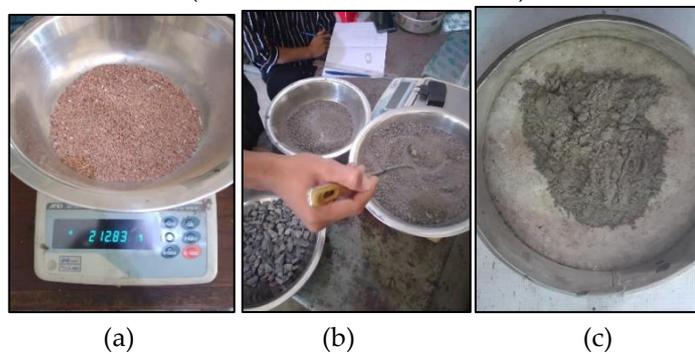
Metode yang dipakai dalam penelitian ini merupakan metode eksperimental berbasis lab. Metode ini melibatkan beberapa tahapan dalam laboratorium untuk ditemukan hasil dan mencocokkan nilai yang didapatkan selama proses pengujian dengan ambang batas nilai persyaratan Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Peneliti mengumpulkan data primer berupa observasi serta pengujian langsung karakteristik material yang akan digunakan. Peneliti juga mengungkap data tambahan berupa studi literatur. Data yang diperoleh berupa data sekunder yang terkait dengan pemanfaatan limbah keramik untuk substitusi agregat halus pada lapis aspal beton. Pengujian dan nilai karakteristik agregat yang dipakai mengacu pada ketentuan atau spesifikasi teknis Bina Marga. Data yang dikumpulkan bervariasi mulai dari pemanfaatan limbah keramik sebagai agregat halus, agregat kasar, serta filler.

3.1. Alat dan Material

Alat yang digunakan untuk mendukung kelancaran penelitian antara lain saringan berdasarkan ukuran butir kelulusan, timbangan untuk menentukan berat agregat, dan oven untuk mengeringkan agregat setelah proses pencucian. Kemudian, material yang dipakai dalam penelitian yakni limbah keramik, agregat alam (kasar, medium, halus), dan filler *fly ash*. Adapun material dan alat yang dibutuhkan dalam penelitian ialah sebagai berikut.



Gambar 1. Alat Penelitian: (a) Satu Set Saringan; (b) Oven; dan (c) Timbangan Digital (Dokumentasi Pribadi, 2024)



Gambar 2. Material: (a) Limbah Keramik; (b) Agregat Alam; dan (c) Fly Ash (Dokumentasi Pribadi, 2024)

3.2. Tahap Pengujian

Pengujian Agregat Kasar:

- Agregat kasar ditimbang seberat 1500 gram. Kemudian dibersihkan atau dicuci dengan air mengalir agar terpisah dari kotoran dan debu.
- Rendam agregat kasar 24 Jam pada suhu ruang. Lalu keluarkan.
- Lap agregat kasar hingga air di permukaan hilang. Kemudian ditimbang sebagai berat benda uji kering yang permukaan-jenuh.
- Timbang benda uji dalam air dengan bantuan keranjang yang diikat pada timbangan.
- Benda uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $(110 \pm 5)^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam lalu dikeluarkan.
- Tunggu dingin, lalu timbang sebagai berat benda uji kering oven.

Pengujian Agregat Halus, Limbah Keramik dan Filler Fly Ash:

- Agregat halus ditimbang seberat 500 gram, limbah keramik 500 gram, dan untuk filler 250 gram.
- Masukkan air bersih murni hingga nampak terisi 90% dari tabung piknometer, setelahnya kocok/putarlah sembari diguncangkan hingga tak ditemui gelembung udara di tabung pikno. lalu tambah lagi air sampai pada batas.
- Timbang berat piknometer yang berisi air dan benda uji. Lalu keluarkan dari piknometer.
- Keringkan memakai oven pada temperatur $110^{\circ}\text{C} \pm 5$ selama 24 jam.
- Selanjutnya, keluarkan benda uji dari oven lalu ditunggu hingga suhu turun sehingga tidak merusak atau mempengaruhi timbangan, lalu bahan uji ditimbang
- Timbang berat piknometer berisi air suling penuh.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Karakteristik Limbah Keramik

Limbah keramik yang digunakan untuk pengujian karakteristik material dalam penelitian ini didapatkan dari sekumpulan limbah Industri Keramik dan sisa pembangunan di daerah Bambe, Kecamatan Driyorejo, Gresik. Limbah keramik dihimpun kemudian dipecah menjadi fraksi yang lebih kecil sebelum dilakukan pengujian.

Pengujian keramik (limbah sisa) yang tujuannya digunakan untuk material substitusi agregat halus di campuran AC-WC, maka pengujiannya harus berpedoman pada Spesifikasi Umum Bina Marga 2018 Revisi Kedua untuk material agregat halus. Hasil uji penyerapan dan berat jenis limbah keramik tertera pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Tabel Pengujian Karakteristik Limbah Keramik (Analisis Data Penelitian Penulis, 2024)

Keramik		Hasil Pengujian I
Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan	(gr)	500
Berat benda uji kering oven	(gr)	494
Berat piknometer yang berisi air penuh	(gr)	689,1
Berat piknometer berisi benda uji dan air sampai batas pembacaan	(gr/cm ³)	957,3
Berat jenis curah kering	(gr/cm ³)	2,131
Berat jenis curah jenuh kering permukaan	(gr/cm ³)	2,157
Berat jenis semu	(gr/cm ³)	2,188
Penyerapan	(%)	1,21

Hasil pengujian penyerapan yang dilakukan untuk agregat keramik diketahui sebesar 1,21%. Hasil tersebut dinyatakan memenuhi spesifikasi penyerapan agregat SNI 1969:2008, karena ambang batas maksimum penyerapan agregat adalah 3%.

Diketahui disimilaritas hasil antara penelitian ini dengan penelitian milik (Al-Kheetan, 2023) dikarenakan perbedaan perlakuan sebelum proses pengujian. Dalam penelitiannya limbah keramik sebelumnya tidak disortir jenisnya antara keramik murni, granit, atau marmer. Sedangkan penelitian oleh (Gutama et al., 2022) selaras dengan penelitian ini dengan nilai penyerapan 2,48% yang artinya tidak melebihi dari 3% sesuai spesifikasi.

4.2. Karakteristik Agregat Alam

Agregat alam yang diperoleh dari PT. Bumindo Sakti berupa batu pecah yang terdiri atas tiga kelompok ukuran berbeda. Pengujian agregat alam didapati bahwa agregat alam berupa batu pecah terbagi atas tiga fraksi yang digunakan untuk bahan campuran lapis aspal beton AC-WC. Fraksi yang dipakai yakni Coarse Aggregates (CA) 10-15 mm, Medium Aggregates (MA) 5-10 mm, dan Fine Aggregates (FA) 0-5 mm. Dengan pengujian yang telah dilakukan maka

karakteristik dan sifat fisis agregat dapat diketahui. Hasil uji absorpsi/penyerapan beserta berat jenis agregat alam tiap fraksi dapat diketahui dalam Tabel 3 hingga Tabel 5 berikut.

Tabel 3. Nilai Penyerapan dan Berat Jenis Agregat Kasar (Fraksi 10-15mm) (Analisis Data Penelitian Penulis, 2024)

Agregat Kasar (Fraksi 10-15)		Sampel Uji			Rata-rata	Spesifikasi	
Pengujian	Satuan	I	II	III		Min.	Maks.
Berat benda uji kering oven	(gr)	1491,7	1490,8	1489,7	1490,73		
Berat benda uji kering permukaan (SSD)	(gr)	1539,4	1530,8	1525,4	1531,86		
Berat benda uji di dalam air	(gr)	915,0	925	920	920		
Berat jenis <i>bulk</i>	(gr/cm ³)	2,389	2,461	2,461	2,44	2,5	-
Berat jenis kering permukaan	(gr/cm ³)	2,465	2,527	2,520	2,50	2,5	-
Berat jenis semu	(gr/cm ³)	2,587	2,635	2,615	2,61	2,5	-
Penyerapan	(%)	3,20	2,68	2,40	2,8	-	3%

Tabel 4. Nilai Penyerapan dan Berat Jenis *Medium Aggregates* (Fraksi 5-10mm) (Analisis Data Penelitian Penulis, 2024)

Agregat Medium (Fraksi 5-10)		Sampel Uji			Rata-rata	Spesifikasi	
Pengujian	Satuan	I	II	III		Min.	Maks.
Berat benda uji kering oven	(gr)	1484,9	1483,6	1484,9	1484,46		
Berat benda uji kering permukaan (SSD)	(gr)	1549,3	1508,2	1510	1525,83		
Berat benda uji dalam air	(gr)	915,0	941	928,1	928,033		
Berat jenis <i>bulk</i>	(gr/cm ³)	2,341	2,616	2,55	2,50	2,5	-
Berat jenis kering permukaan	(gr/cm ³)	2,443	2,659	2,595	2,57	2,5	-
Berat jenis semu	(gr/cm ³)	2,606	2,734	2,667	2,67	2,5	-
Penyerapan	(%)	4,34	1,66	1,69	2,6	-	3%

Tabel 5. Nilai Penyerapan dan Berat Jenis *Fine Aggregates* (Fraksi 0-5 mm) (Analisis Data Penelitian Penulis, 2024)

Agregat Halus (Fraksi 0-5)		Sampel Uji			Rata-rata	Spesifikasi	
Pengujian	Satuan	I	II	III		Min.	Maks.
Berat benda uji kondisi jenuh kering permukaan	(gr)	500	500	500	500		
Berat benda uji kering oven	(gr)	466,5	495,4	497,5	486,46		
Berat piknometer berisi air penuh	(gr)	691,1	690,8	692,9	691,6		
Berat piknometer berisi benda uji dan air sampai batas pembacaan	(gr/cm ³)	976,9	861,4	982,7	940,33		-
Berat jenis curah kering	(gr/cm ³)	2,178	1,504	2,367	2,02	2,5	-
Berat jenis curah jenuh kering permukaan	(gr/cm ³)	2,334	1,518	2,379	2,08	2,5	-
Berat jenis semu	(gr/cm ³)	2,582	1,525	2,395	2,17	2,5	-
Penyerapan	(%)	7,2	0,9	0,5	2,9	-	3%

Hasil pengujian penyerapan agregat alam fraksi 10-15 mm yaitu sebesar 2,8%, agregat alam fraksi 5-10 mm sebesar 2,6%, dan agregat alam fraksi 0-5 mm sebesar 2,9%. Ketiga fraksi agregat alam tersebut berdasarkan tabel diatas menunjukkan bahwa hasil rata-rata pengujian kadar penyerapan agregat semuanya memenuhi yang disyaratkan SNI 1969:2008 yakni maksimum 3%.

4.3. Karakteristik Fly Ash

Bahan pengisi yang dipakai dalam penelitian ini yakni filler *fly ash* kelas F. Pengujian filler dilakukan untuk mengetahui berat jenis bahan pengisi. Hasil pengujian fly ash dapat diketahui dalam Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Pengujian Filler Fly Ash (Analisis Data Penelitian Penulis, 2024)

Fly Ash		
Berat benda uji	(gr)	250
Berat piknometer	(gr)	166,5
Berat piknometer yang berisi minyak tanah	(gr)	586,7
Berat piknometer dengan benda uji dan minyak tanah	(gr)	728,8
Berat jenis minyak tanah	(gr/cm ³)	0,8
Berat jenis benda uji	(gr/cm ³)	1,854

Berdasarkan pengujian diatas maka, berat jenis *fly ash* sebesar 1,854 gr/cm³ memenuhi untuk digunakan sebagai bahan pengisi campuran benda uji lapis aspal beton (laston) AC-WC. Berat jenis filler fly ash telah memenuhi standar dari SNI 03-2531-1991.

Sehingga, secara garis besar limbah keramik layak dipakai sebagai bahan alternatif pengganti agregat halus pada perkerasan AC-WC dikarenakan karakteristiknya sesuai dengan persyaratan oleh Spesifikasi Umum Bina Marga 2018. Fly ash juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi (filler) karena karakteristik filler fly ash telah memenuhi standar dari SNI 03-2531-1991.

5. Kesimpulan

Berdasarkan analisis hasil dari penelitian yang dikaji, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Karakteristik agregat limbah keramik yang dipakai dalam penelitian ini mempunyai berat jenis curah kering 2,131 gr/cm³ berat jenis SSD 2,157 gr/cm³; dan berat jenis semu 2,188 gr/cm³. Nilai *absorpsi*/penyerapan limbah keramik sebesar 1,2% dan memenuhi spesifikasi yang disyaratkan untuk dapat digunakan dalam campuran yaitu maksimal 3%.
- Karakteristik agregat alam dari agregat kasar hingga halus secara keseluruhan memenuhi spesifikasi yakni dengan rata-rata penyerapan untuk agregat kasar 2,8%; penyerapan agregat medium (sedang) 2,6%; dan penyerapan agregat halus 2,9%. Seluruhnya memenuhi spesifikasi karena tidak melebihi 3%.
- Karakteristik filler *fly ash* yang digunakan memiliki berat jenis sebesar 1,854 gr/cm³. Artinya *fly ash* memenuhi untuk digunakan sebagai bahan pengisi campuran benda uji lapis aspal beton (laston) AC-WC.

6. Ucapan Terima Kasih

Atas segala limpahan berkat dan rahmat Allah SWT, Penulis mengucapkan rasa syukur karena telah berhasil menyelesaikan penulisan jurnal penelitian secara baik. Penulis mengucapkan terima kasih utamanya untuk orang tua penulis yang senantiasa memberikan doa beserta dukungan, dosen pembimbing penulis yaitu Ibu Ari Widayanti yang sabar memberikan masukan, rekan seperjuangan penulis, dan orang-orang terkasih yang senantiasa ada selama proses penelitian yang belum mampu disebutkan satu-persatu. Harapannya penelitian ini bisa menjadi manfaat kepada pembaca sebagai penambah wawasan. Penulis sadar jika tulisan ini belum cukup komplit karenanya kritik serta saran positif sangat diharapkan guna penyempurnaan pengaplikasian kedepannya.

7. Referensi

- A'yuni, H. E. P., & Widayanti, A. (2023). Pengaruh Pemanfaatan Abu Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Pengisi (Filler) pada Campuran Aspal Lapis AC-WC (Asphalt Concrete-Wearing Course). *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, 1(1), 107–119.

- Al-Kheetan, M. J. (2023). Waste Not, Want Not: Sustainable Use of Anti-Stripping-Treated Waste Ceramic in Superpave Asphalt Mixtures. *Sustainability (Switzerland)*, 15(9). <https://doi.org/10.3390/su15097579>
- Al Qurny, A. U., Hagni Puspito, I., & Tinumbia, N. (2022). Pengaruh Penambahan Bahan Pengisi (Filler) Fly Ash Terhadap Campuran Aspal Beton Lapis Aus (Asphalt Concrete Wearing Course/Ac-Wc). *Jurnal ARTESIS*, 2(1), 87–97. <https://doi.org/10.35814/artesis.v2i1.3766>
- Arif, M. S. (2013). Penggunaan bahan pengisi (filler) serbuk keramik, ditinjau dari parameter marshall Pada Lapis Aspal Beton (Laston). *Jurnal Rekaya Sipil*, 1(1), 27–35.
- Arliningtyas, S., & Nadia. (2016). Analisa Kelayakan Limbah Keramik Sebagai Pengganti Agregat Halus Untuk Campuran Aspal Beton Ditinjau Dari Nilai Stabilitas Marshall. *Konstruksia*, 47–60.
- Faizah, M., Rizky, A., Zamroni, A., & Khasan, U. (2022). Pembuatan Briket sebagai Salah Satu Upaya Pemanfaatan Limbah Pertanian Bonggol Jagung di Desa Tampingmojo. *Jumat Pertanian: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 65–68. <https://doi.org/10.32764/abdimasper.v3i2.2863>
- Gutama, D. S. L., Galuh, D. L. C., & Permana, D. I. (2022). Penggunaan Limbah Serbuk Keramik Sebagai Filler Pada Campuran Hot Rolled Sheet - Wearing Course (HRS-WC). *Jurnal Konstruksi Dan Infrastruktur*, X(1), 1–6. <https://jurnal.ugj.ac.id/index.php/Konstruksi/article/view/6586/2754>
- Haspiadi, Fitriani, & Budiarja, Y. (2021). Pengaruh Aktivasi Kimia Terhadap Adsorben Fly Ash Batubara untuk Penyerap Polutan Emisi Gas Buang. *Jurnal Riset Teknologi Industri*, 15(1), 65. <https://doi.org/10.26578/jrti.v15i1.6880>
- Ing, T. L., & Sebastian, Y. (2020). *Studi Penggunaan Pecahan Dinding Bangunan Pada Beton Lapis Aus*. 4247(65), 75–81.
- PUPR, K. (2018). Spesifikasi Umum Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan Revisi 1. In *Edaran Dirjen Bina Marga Nomor 02/SE/Db/2018* (Issue September, pp. 1–199).
- Putra, K. H., & Wahdana, J. (2019). Studi Eksperimental Penambahan Limbah Keramik Sebagai Agregat Halus Pada Campuran Laston (AC-WC) Terhadap Karakteristik Uji Marshall. *Paduraksa*, 8(2), 147–155.
- Saleh, A. (2018). Pengaruh Penggunaan Zeolit Alam Sebagai Filler Pada Campuran AC-BC Ditinjau Dari Nilai Vitm. *SIKLUS: Jurnal Teknik Sipil*, 4(1), 36–42. <https://doi.org/10.31849/siklus.v4i1.997>
- Sukirman, S. (2016). Beton Aspal Campuran Panas. In *Institut Teknologi Nasional* (Vol. 53, Issue 9).
- Swardana, R., Sari, Y. A., & Pamadi, M. (2022). Analisa Karakteristik Campuran Aspal Menggunakan Limbah Keramik. *Pilar Jurnal Teknik Sipil*, 17(02), 67–73.
- Widayanti, A., Asih Aryani Soemitro, R., Suprayitno, H., & Jaya Ekaputri, J. (2018). Characterization and compressive strength of fly ash based-geopolymer paste. *MATEC Web of Conferences*, 195, 1–11. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201819501023>
- Yustana, P. (2018). *Mengenal Keramik* (pp. 1–82). Isi Press.

Tersedia online di www.journal.unesa.ac.idHalaman jurnal di www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans

Karakteristik *Recycled Concrete Aggregates* (RCA) dan Material Lainnya Pada Lapisan *Asphalt Concrete Base Course* (AC-BASE)

Bagas Adzan Putra Sukaryo ^a, Ari Widayanti ^b

^a Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

^b Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

email: ^abagasadzan.200013@unesa.ac.id, ^bariwidayanti@unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 31 Januari 2025

Revisi 18 Februari 2025

Diterima 24 Februari 2025

Online 28 April 2025

Kata kunci:

RCA

AC-BASE

Material

Perkerasan

Karakteristik

ABSTRAK

Penelitian ini mengevaluasi karakteristik *Recycled Concrete Aggregates* (RCA) dan material lainnya pada campuran *Asphalt Concrete Base Course* (AC-BASE). Pengujian dilakukan untuk menentukan berat jenis dan penyerapan air. RCA memiliki berat jenis *bulk* 2,055 gr/cm³ dan penyerapan air 4,60%. Agregat kasar (15-20mm) memiliki berat jenis *bulk* 2,383 gr/cm³ dan penyerapan air 2,83%, agregat kasar (10-15mm) memiliki berat jenis *bulk* 2,552 gr/cm³ dan penyerapan air 1,96%, agregat sedang (5-10mm) memiliki berat jenis *bulk* 2,727 gr/cm³ dan penyerapan air 0,2%, agregat halus (0-5mm) memiliki berat jenis *bulk* 2,329 gr/cm³ dan penyerapan air 0,8%. *Fly Ash* memiliki berat jenis 1,871 gr/cm³ dan aspal memiliki penetrasi 65 pada 25°C. RCA memiliki penyerapan air yang besar, diperlukan penggunaan bahan pengikat tambahan untuk mengurangi efek dari penyerapan air. Penggunaan RCA dapat memberikan daya ikat aspal, meningkatkan kekuatan dan stabilitas dalam perkerasan jalan. RCA layak digunakan dalam campuran AC-BASE karena memberikan dampak yang ramah lingkungan dan mengurangi ketergantungan pada agregat alam.

Characteristics of *Recycled Concrete Aggregates* (RCA) and Other Materials in *Asphalt Concrete Base Course* (AC-BASE) Layer

ARTICLE INFO

Keywords:

RCA

AC-BASE

Material

Pavement

Characteristics

ABSTRACT

This study evaluate the characteristics of *Recycled Concrete Aggregates* (RCA) and other materials in *Asphalt Concrete Base Course* (AC-BASE) mixtures. Tests were conducted to determine the specific gravity and water absorption. RCA has bulk specific gravity of 2.055 gr/cm³ and water absorption of 4.60%. coarse aggregate (15-20mm) has a average bulk specific gravity of 2.383 gr/cm³ and water absorption of 2.83%, coarse aggregate (10-15mm) has bulk specific gravity of 2.552 gr/cm³ and water absorption of 1.96%, medium aggregate (5-10mm) has a bulk specific gravity of 2.727 gr/cm³ and water absorption of 0.2%, fine aggregate (0-5mm) has a bulk specific gravity 2.329 gr/cm³ and water absorption of 0.8%. *Fly Ash* has a specific gravity of 1.871 gr/cm³ and asphalt has a penetration of 65 at 25°C. although RCA has high water absorption, The impact of water absorption can be minimized through the application of additional binders. Utilizing RCA enchances asphalt adhesion, improves strength, and increases pavement

Sukaryo, B. A. P., & Widayanti, A. (2025). Karakteristik *Recycled Concrete Aggregates (RCA)* dan Material Lainnya Pada Lapisan *Asphalt Concrete Base Course (AC-BASE)*. MITRANS: *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi*, v3(n1), 70 -7.

stability. RCA is feasible to use in AC-BASE mixes as it provides and environmentally friendly impact and reduces dependence on natural aggregates.

© 2023 MITRANS : Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

1. Pendahuluan

Infrastruktur jalan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan semakin penting dalam penggunaan modern. Pendekatan yang sedang diteliti untuk mencapai tujuan ini adalah material daur ulang, khususnya *Recycled Concrete Aggregates (RCA)*. *RCA* merupakan agregat yang diperoleh dari beton hasil pembongkaran bangunan atau hasil uji coba beton yang tidak digunakan. Karakteristik *RCA* pada lapisan *Asphalt Concrete Base Course (AC-BASE)* dapat mengurangi penggunaan agregat alam dan dampak negatif terhadap lingkungan. Penggunaan *RCA* dalam campuran aspal dapat meningkatkan stabilitas dan durabilitas perkerasan jalan (Subagyo & Indramaha, 2019).

Karakteristik material yang digunakan campuran aspal akan mempengaruhi kinerja perkerasan jalan. Kualitas material yang baik penting untuk memastikan performa optimal dari campuran aspal (Hardiyatmo H. C, 2015). Pada hal ini *RCA* memiliki permukaan yang lebih kasar dibandingkan agregat alam, yang meningkatkan ikatan dengan aspal (Adiestia, 2023). *RCA* memiliki kelemahan berupa berat jenis yang lebih rendah serta kemampuan peyerapannya lebih tinggi. Nilai berat jenis rendah dan penyerapan air yang tinggi dapat mempengaruhi durabilitas dan stabilitas pada campuran.

Material pendukung lain yang digunakan dalam campuran *AC-BASE* meliputi agregat (kasar, sedang, halus), *Fly Ash*, dan aspal. Agregat kasar dan sedang berfungsi sebagai tulangan utama yang memberikan kekuatan struktur pada campuran. Agregat halus berperan dalam mengisi celah di antara butiran agregat kasar dan halus. *Filler Fly Ash* digunakan untuk meningkatkan kepadatan dan stabilitas campuran (Sadillah, dkk., 2018). Aspal berfungsi sebagai bahan pengikat dan memberikan ketahanan terhadap air.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik dari setiap material penyusun campuran *AC-BASE*. penelitian ini diharapkan dapat mengetahui komposisi optimal yang menghasilkan kinerja perkerasan yang baik dan stabil.

2. State of the Art

Penggunaan *Recycled Concrete Aggregates (RCA)* dalam campuran aspal menjadi topik penelitian yang menarik dalam beberapa terakhir ini. Studi dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik *RCA* sebagai substitusi agregat kasar dalam berbagai jenis lapisan perkerasan jalan. Berikut beberapa penelitian yang membahas tentang studi kasus ini:

1. (Andhikatama, dkk., 2013) meneliti karakteristik campuran *AC-WC* dengan penambahan *RCA* pada berbagai persentase, yaitu 0%, 20%, 40%, 60%, 80%. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan pada Stabilitas, *Marshall Quotient*, dan *VMA*, sementara *VIM* mengalami kenaikan yang signifikan, dan *Flow* mengalami penurunan seiring dengan peningkatan kadar *RCA*. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan *RCA* dapat meningkatkan dan mempengaruhi beberapa aspek kinerja campuran beraspal.
2. (Subagyo & Indramaha, 2019) melakukan penelitian terhadap kinerja Marshall campuran *AC-BC* variasi *RCA* 0%, 5%, 10%, 15%. Hasil ini menunjukkan bahwa parameter Stabilitas, *VMA*, *VIM*, dan *Marshall Quotient* meningkat. Nilai parameter *Flow* dan *VFA* terjadi penurunan dengan penambahan *RCA*. Hal ini menunjukkan bahwa *RCA* berpotensi menggantikan

agregat kasar dalam campuran tetapi tetap mempertimbangkan penyesuaian untuk mengoptimalkan kinerjanya.

3. (Imannurohman, dkk., 2021) melakukan penelitian bahwa *RCA* memiliki potensi untuk memberikan kinerja yang lebih baik daripada agregat alam dalam hal daya tahan dan kekuatan. *RCA* memiliki kadar pori lebih tinggi yang mempengaruhi stabilitas dan daya tahan campuran.
4. (Sutrisno, dkk., 2021) melakukan penelitian bahwa pentingnya pemilihan kualitas *RCA* untuk memastikan kinerja campuran. Penggunaan *RCA* berkontribusi mengurangi pemakaian sumber daya alam.
5. (Raffles & Umar, 2023) menyatakan bahwa *RCA* memiliki permukaan kasar daripada agregat alam yang dapat meningkatkan daya ikat dengan aspal. Pengendalian kualitas material *RCA* penting untuk memastikan kinerja campuran memenuhi standar yang ditetapkan.

2.1. *Recycled Concrete Aggregates (RCA)*

Recycled Concrete aggregates (RCA) adalah material daur ulang yang diperoleh dari limbah beton hasil pembongkaran bangunan atau sisa produksi uji beton. *RCA* memiliki beberapa karakteristik yang mempengaruhi kinerja campuran aspal termasuk berat jenis, penyerapan air, dan permukaan *RCA*. Massa jenis *RCA* lebih rendah daripada agregat lainnya, sementara porositas dan penyerapan air *RCA* lebih besar mengakibatkan agregat menahan banyak air di dalam pori-porinya daripada agregat alam (Mcneil & Kang, 2013).

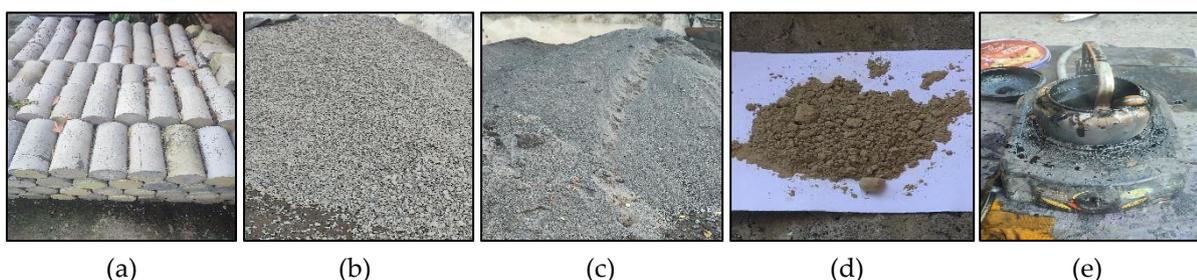
2.2. Material Lainnya

Material penyusun lain yang digunakan dalam campuran *AC-BASE* meliputi agregat kasar, agregat halus, *Filler Fly Ash*, Aspal. Setiap material memiliki karakteristik dalam menentukan kualitas campuran aspal.

Agregat kasar berfungsi sebagai tulangan yang memberikan struktural pada campuran aspal. Agregat kasar harus memiliki kekuatan tekan tinggi dan ketahanan terhadap abrasi. Agregat halus membantu mengisi ruang antar partikel agregat kasar. Agregat halus harus mempertimbangkan kualitas fisik seperti kehalusan, kebersihan, dan gradasi yang sesuai. *Filler Fly Ash* adalah bahan pengisi yang digunakan untuk meningkatkan kepadatan dan stabilitas campuran aspal. Penggunaan *Fly Ash* sebagai *Filler* dapat meningkatkan kepadatan dan kekuatan campuran aspal (Sadillah, dkk., 2018). Aspal berfungsi sebagai bahan pengikat utama dalam campuran aspal beton. Aspal memiliki sifat viskoelastis yang cocok digunakan dalam kondisi cuaca dan beban lalu lintas.

3. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik *Recycled Concrete Aggregates (RCA)* sebagai substitusi agregat kasar dalam lapisan *Asphalt Concrete Base Course (AC-BASE)*. Penggunaan material dalam penelitian meliputi *RCA* diperoleh dari limbah beton sisa pengujian beton, agregat didapatkan dari PT. Bumindo Sakti, *Fly Ash* dari limbah *PLTU* Suralaya, dan aspal dengan penetrasi 60/70 dari Pertamina. Data yang dikumpulkan dari pengujian meliputi berat jenis (*bulk*, kering permukaan, semu) dan uji tingkat penyerapan air. Studi dilaksanakan di Laboratorium Perkerasan Jalan Transportasi Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya.



Gambar1. (a) *RCA*; (b) Agregat Kasar; (c) Agregat Halus, (d) *Fly Ash*, dan (e) Aspal (Penulis, 2025)

4. Hasil dan Pembahasan

Gambar 1 Berat Jenis Penyerapan RCA (Penulis, 2025)

RCA	Rumus	Pengujian
Berat benda uji kering oven (gr)	B_k	1453,2
Berat benda uji kering permukaan (SSD) (gr)	B_j	1520,1
Berat benda uji dalam air (gr)	B_a	813,0
Berat jenis bulk (gr/cm ³)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,055
Berat jenis kering permukaan (gr/cm ³)	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,150
Berat jenis semu (gr/cm ³)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,270
Penyerapan (%)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	4,60%

Hasil pengujian RCA memiliki nilai berat *bulk* 2,055 gr/cm³, berat kering permukaan 2,150 gr/cm³, berat semu 2,270 gr/cm³, serta nilai penyerapan air 4,60%. Nilai penyerapan air yang tinggi menunjukkan bahwa RCA memiliki potensi peningkatan daya serap dalam campuran aspal. Permukaan RCA lebih kasar dibandingkan agregat alam dapat meningkatkan daya ikat dengan aspal. Penyerapan air yang tinggi pada RCA harus diperhatikan untuk memastikan campuran memiliki durabilitas baik untuk jangka panjang. Penggunaan RCA dalam campuran aspal dapat mengurangi limbah konstruksi dan mengurangi ketergantungan pada agregat alam (Sukirman S, 2003).

Gambar 2 Berat Jenis Penyerapan Agregat Kasar 15-20mm (Penulis, 2025)

Agregat Kasar(15-20mm)	Rumus	Pengujian
Berat benda uji kering oven (gr)	B_k	1496,0
Berat benda uji kering permukaan (SSD) (gr)	B_j	1538,4
Berat benda uji dalam air (gr)	B_a	910,5
Berat jenis bulk (gr/cm ³)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,383
Berat jenis kering permukaan (gr/cm ³)	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,450
Berat jenis semu (gr/cm ³)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,555
Penyerapan (%)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	2,83%

Hasil pengujian agregat kasar (15-20mm) memiliki berat *bulk* 2,383 gr/cm³, berat kering permukaan 2,450 gr/cm³, berat semu 2,555 gr/cm³, dan penyerapan air 2,83%. Hal ini menunjukkan agregat kasar (15-20mm) tidak banyak menyerap air dan sesuai spesifikasi Bina Marga 2018 untuk penyerapan air maksimum 3%. Nilai penyerapan air yang rendah penting untuk menjaga kestabilan dan durabilitas campuran aspal. Agregat dengan penyerapan air yang rendah cenderung menghasilkan campuran aspal dengan stabilitas baik dan tahan terhadap deformasi (Andhikutama,

dkk., 2013). Pada dasarnya jika agregat menyerap air terlalu banyak dapat melemahkan ikatan agregat dan aspal, berpotensi menyebabkan kerusakan akibat perubahan cuaca.

Gambar 3 Berat Jenis Penyerapan Agregat Kasar 10-15mm (Penulis, 2025)

<i>Agregat Kasar(10-15mm)</i>	<i>Rumus</i>	<i>Pengujian</i>
Berat benda uji kering oven (gr)	B_k	1491,2
Berat benda uji kering permukaan (SSD) (gr)	B_j	1520,4
Berat benda uji dalam air (gr)	B_a	936,0
Berat jenis bulk (gr/cm ³)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,552
Berat jenis kering permukaan (gr/cm ³)	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,602
Berat jenis semu (gr/cm ³)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,686
Penyerapan (%)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	1,96%

Hasil pengujian agregat kasar (10-15mm) memiliki berat jenis *bulk* rata-rata 2,552 gr/cm³, berat kering permukaan rata-rata 2,602 gr/cm³, berat semu 2,686 gr/cm³, dan penyerapan 1,96%. Agregat ini memiliki berat jenis lebih besar serta daya serap air yang lebih kecil dibandingkan agregat kasar (15-20mm). Hasil menunjukkan bahwa agregat kasar (10-15mm) memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018. Agregat kasar (10-15mm) cocok digunakan pada campuran aspal karena memberikan stabilitas baik dan tidak menyerap banyak air.

Gambar 4 Berat Jenis Penyerapan Agregat Sedang 5-10mm (Penulis, 2025)

<i>Agregat Sedang(5-10mm)</i>	<i>Rumus</i>	<i>Pengujian</i>
Berat benda uji kering oven (gr)	B_k	1497
Berat benda uji kering permukaan (SSD) (gr)	B_j	1500
Berat benda uji dalam air (gr)	B_a	951,0
Berat jenis bulk (gr/cm ³)	$\frac{B_k}{B_j - B_a}$	2,727
Berat jenis kering permukaan (gr/cm ³)	$\frac{B_j}{B_j - B_a}$	2,732
Berat jenis semu (gr/cm ³)	$\frac{B_k}{B_k - B_a}$	2,742
Penyerapan (%)	$\frac{B_j - B_k}{B_k} \times 100\%$	0,20%

Hasil pengujian agregat sedang (5-10) memiliki berat jenis *bulk* 2,727 gr/cm³, berat jenis kering permukaan 2,732 gr/cm³, berat jenis semu 2,742 gr/cm³, serta penyerapan air 0,2%. Hasil menunjukkan bahwa agregat sedang (5-10mm) memiliki kualitas yang baik dan memenuhi persyaratan sesuai spesifikasi Bina Marga 2018 untuk campuran aspal. Nilai berat jenis dan penyerapan air yang rendah menunjukkan bahwa agregat (5-10mm) dapat mengurangi risiko kerusakan oleh cuaca dan beban lalu

lintas. Agregat dengan berat jenis tinggi dan penyerapan air rendah dapat meningkatkan kinerja campuran aspal (Subagyo & Indramaha, 2019).

Gambar 5 Berat Jenis Penyerapan Agregat Halus 0-5mm (Penulis, 2025)

<i>Agregat Halus(0-5mm)</i>	<i>Rumus</i>	<i>Pengujian</i>
Berat benda uji kondisi kering permukaan	S	500
Berat benda uji kering oven (gr)	A	496,1
Berat piknometer yang berisi air penuh	B	690,9
Berat piknometer berisi benda uji dan air sampai batas bacaan	C	977,9
Berat jenis curah kering	$\frac{A}{(B + S - C)}$	2,329
Berat jenis curah kering permukaan	$\frac{S}{(B + S - C)}$	2,347
Berat jenis semu	$\frac{A}{(B + A - C)}$	2,373
Penyerapan (%)	$\frac{(S-A)}{A} \times 100\%$	0,8%

Hasil pengujian agregat halus (0-5mm) memiliki nilai berat curah kering 2,329 gr/cm³, berat curah kering permukaan 2,347 gr/cm³, berat semu 2,373 agr/cm³, dan penyerapan 0,8%. Hasil menunjukkan bahwa agregat halus (0-5mm) memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 untuk campuran AC-BASE.

Gambar 6 Berat Jenis Fly Ash (Penulis, 2025)

<i>Fly Ash</i>	<i>Rumus</i>	<i>Hasil</i>
Berat benda uji (gr)	A	250
Berat Piknometer(gr)	W	165,0
Berat Piknometer yang berisi minyak tanah (gr)	B	586,3
Berat piknometer dengan benda uji dan minyak tanah (gr)	C	729,4
Berat jenis minyak tanah (gr/cm ³)	D	0,8
Berat jenis benda uji (gr/cm ³)	$(D \times A) / (A - C - B)$	1,871

Hasil pengujian *Fly Ash* memiliki berat jenis rata-rata 1,871 gr/cm³ sesuai standar bahan pengisi pada campuran aspal. *Fly Ash* meningkatkan kepadatan dan stabilitas dengan mengisi antara celah partikel agregat. Nilai *Fly Ash* memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 untuk campuran AC-BASE.

Gambar 7 Pengujian Aspal (Penulis, 2025)

<i>Jenis Pengujian</i>	<i>Metode Pengujian</i>	<i>Hasil Pengujian</i>	<i>Spesifikasi</i>	<i>Keterangan</i>
Titik Nyala	SNI 2433:2011	274	≥232	OK
Titik Bakar	SNI 2433:2012	276	≥232	OK
Daktilitas	SNI 2432:2011	100	≥100	OK
Viskositas	ASTM D2170-10	990,8	≥300	OK
Penetrasi pada 25°C (0,1mm)	SNI 2456:2011	65	60-79	OK

Hasil pengujian aspal memiliki nilai titik nyala 274°C, titik bakar 276°C, daktilitas 100 cm, viskositas 990,8 cP, dan penetrasi 65 (0,1 mm) pada 25°C. Nilai aspal memenuhi spesifikasi Bina Marga 2018 yang menunjukkan bahwa aspal yang digunakan cocok untuk campuran AC-BASE.

5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian serta analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penelitian ini menghasilkan yaitu:

1. RCA memiliki berat jenis bulk 2,055 gr/cm³, berat jenis kering permukaan 2,150 gr/cm³, berat jenis semu 2,270 gr/cm³, serta penyerapan 4,60%.
2. Agregat kasar (15-20mm) memiliki berat jenis *bulk* 2,383 gr/cm³, berat jenis kering permukaan 2,450 gr/cm³, berat jenis semu 2,555 gr/cm³, serta penyerapan air 2,83%.
3. Agregat kasar (10-15mm) memiliki berat jenis *bulk* 2,552 gr/cm³, berat jenis kering permukaan 2,602 gr/cm³, berat jenis semu 2,686 gr/cm³, dan penyerapan air 1,96%.
4. Agregat sedang (5-10mm) memiliki berat jenis *bulk* 2,727 gr/cm³, berat jenis kering permukaan 2,732 gr/cm³, berat jenis semu 2,742 gr/cm³, dan penyerapan air 0,2%.
5. Agregat halus (0-5mm) memiliki berat jenis *bulk* 2,329 gr/cm³, berat jenis kering permukaan 2,347 gr/cm³, berat jenis semu 2,373 gr/cm³, dan penyerapan air 0,8%.
6. *Fly Ash* memiliki berat jenis rata-rata 1,871 gr/cm³.
7. Aspal memiliki titik nyala 274°C, titik bakar 276°C, daktilitas 100cm, viskositas 990,8 cP, dan penetrasi 65 (0,1mm) pada 25°C.

Penggunaan RCA dapat mengurangi ketergantungan pada agregat alam meskipun RCA memiliki penyerapan air yang tinggi. Penyerapan air ini dapat diatasi dengan penggunaan bahan pengikat tambahan untuk mengurangi tingkat penyerapan air. RCA layak digunakan untuk campuran AC-BASE karena permukaannya lebih kasar dan dapat meningkatkan daya ikat aspal. Agregat (kasar, sedang, halus) yang digunakan memenuhi Spesifikasi Bina Marga 2018. *Fly Ash* dan Aspal yang digunakan telah sesuai dengan spesifikasi yang ditetapkan oleh Bina Marga 2018. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi kinerja campuran aspal dengan RCA dalam kondisi di lapangan.

6. Referensi

- Adiestia, 2023. *Pengaruh Penggunaan Recycled Concrete Aggregates (RCA) Terhadap Durabilitas Campuran AC-WC*.
- Andhikhatama, dkk., 2013. *Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar pada Campuran Asphalt Concrete Wearing Course Gradasi Kasar*. 26(4), 1-37.
- Direktorat Jendral Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum. 2020. *Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan (Revisi 2)*. Oktober, 1036.
- Hardiyatmo H. C, 2015. *Pemeliharaan Jalan Raya – Perkerasan, Drainase, Longsor*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Imannurrohman, dkk., 2021. *Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Perkerasan Laston Asphalt Concrete-Wearing Course (AC-WC)*. Review in Civil Engineering, 4(1).
- McNeil & Kang, 2013. *Recycled Concrete Aggregates: A review*. International Journal of Concrete Structures and Materials, 7, 61-69.
- Raffles & Umar, 2020. *Analisa Stabilitas Laston AC-WC Penggunaan Limbah Beton Mutu K-250 Sebagai Agregat Kasar* (Doctoral dissertation, Universitas Internasional Batam).
- Sadillah, dkk., 2018. *Fly Ash As Filler Used For Characteristics Of Marshall Asphalt Concrete Wearing Course (AC-WC)*. Jurnal Rekayasa Sipil dan Lingkungan, 2(01), 87-98.
- Subagyo & Indramaha, 2019. *Kinerja Marshall Campuran Beraspal Panas Lapis (AC-BC) Menggunakan Limbah Beton*. Indonesian Journal of Construction Engineering and Sustainable Development (Cesd), 2(2), 80-86.
- Sukirman S, 2003. *Beton Aspal Campuran Panas*. Penerbit Nova. Bandung.
- Sutrisno, dkk., 2021. *Pemanfaatan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar 10/10 Pada Lapisan ATB (Asphalt Treated Base) Terhadap Karakteristik Marshall*. Sondir, 5(2), 55-61.

Tersedia online di www.journal.unesa.ac.idHalaman jurnal di www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans

Penilaian Kerusakan Jalan Menggunakan *Pavement Condition Index (PCI)* Pada Ruas Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo

Kresna Dini Fitriani ^a, Ari Widayanti ^b

^a Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia

^b Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia

email: ^akresna.20004@mhs.unesa.ac.id, ^bariwidayanti@unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 12 Februari 2025

Revisi 24 Februari 2025

Diterima 26 Februari 2025

Online 28 April 2025

Kata kunci:

Jalan

Kerusakan Jalan

PCI

ABSTRAK

Penurunan kondisi permukaan perkerasan jalan terjadi seiring dengan pengaruh beban kendaraan yang berlebih. Kendaraan yang melalui ruas Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo didominasi oleh kendaraan berat sehingga memicu penurunan kondisi permukaan perkerasan jalan. Penurunan kondisi perkerasan pada ruas Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo apabila tidak diperhatikan secara serius, dikhawatirkan dapat menyebabkan kerusakan yang lebih besar sehingga menghambat aktivitas perjalanan serta berakibat pada terjadinya kecelakaan. Berpijak mengenai permasalahan tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis dan tingkatan kerusakan pada ruas Jalan Mastrip – Joyoboyo, sehingga diperoleh nilai yang diharapkan dapat menjadi informasi mengenai kondisi jalan yang dapat menjadi acuan dalam menentukan alternatif perbaikan terhadap kerusakan yang ada. Penilaian kerusakan jalan pada ruas Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo dilakukan dengan menerapkan metode *Pavement Condition Index (PCI)*. Metode pengumpulan data dilaksanakan melalui survei kerusakan secara langsung meliputi jenis, tingkatan dan luasan kerusakan pada setiap segmen sepanjang 8,3 Km. Berdasarkan identifikasi kerusakan pada ruas jalan Raya Mastrip – Joyoboyo, diperoleh hasil penilaian kondisi kerusakan jalan yaitu sejumlah 63 segmen dengan kondisi *excellent*, sedangkan 14 segmen kondisi *very good* dengan nilai PCI paling rendah 76 yaitu segmen 22, 77, dan 79, serta terdapat 6 segmen yang tidak mengalami kerusakan. Rata – rata nilai PCI yang didapatkan yaitu sebesar 90,34 dengan kondisi *excellent*, sehingga penanganan yang direkomendasikan yaitu pemeliharaan rutin.

Road Damage Assessment Using the *Pavement Condition Index (PCI)* on the Mastrip – Joyoboyo Highway

ARTICLE INFO

Keywords:

Road

Road Damage

PCI

ABSTRACT

The condition of the road surface is getting worse due to the influence of excessive vehicle loads. Vehicles that use the Jalan Raya Mastrip - Joyoboyo section are dominated by heavy vehicles, which triggers a decline in the condition of the road pavement. If the pavement condition on the Jalan Raya Mastrip - Joyoboyo section is not taken seriously,

Fitriani, K. D., & Widayanti, A. (2025). Penilaian Kerusakan Jalan Menggunakan Pavement Condition Index (PCI) Pada Ruas Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo. MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi, v3(n1), 78 - 89.

it is feared that it could cause greater damage, hampering travel activities and resulting in accidents. Based on these problems, this research aims to identify the type and level of damage on the Jalan Raya Mastrip - Joyoboyo section, to obtain a value of the condition of the road pavement as a reference for determining alternative damage management. Assessment of damage to the Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo section using the Pavement Condition Index (PCI) method. The data collection method was carried out through direct damage surveys including the type of damage, level of damage, and extent of damage in each segment along 8.3 km. Based on the identification of damage on the Raya Mastrip - Joyoboyo road section, the results obtained from assessing the condition of road damage were 63 segments in excellent condition, while 14 segments were in very good condition with the lowest PCI value of 76, namely segments 22, 77 and 79, and there were 6 segments. Which was not damaged. The average PCI value obtained was 90.34 with excellent conditions, so the recommended treatment is routine maintenance.

© 2023 MITRANS : Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

1. Pendahuluan

Pembangunan sarana serta prasarana transportasi memegang peran yang cukup penting dalam sektor perhubungan, salah satunya yaitu pembangunan infrastruktur jalan dalam mendukung distribusi barang dan jasa maupun perpindahan penduduk. Infrastruktur jalan yang baik dapat bermanfaat dan berpengaruh terhadap kelancaran aktivitas masyarakat terutama di kota besar salah satunya di Kota Surabaya (A Faritzie, dkk., 2020). Infrastruktur jalan di Surabaya Selatan khususnya dengan tipe jalan provinsi menjadi fokus pengamatan pada penelitian ini karena, jalan tersebut menjadi penghubung antara Kabupaten Gresik dan Sidoarjo dengan pusat kota Surabaya yaitu ruas Jalan Raya Mastrip sampai Jalan Joyoboyo.



Gambar 1. Kerusakan Lubang Di Jalan Mastrip (Dokumentasi Pribadi, 2024)



Gambar 2. Lokasi Titik Awal dan Akhir (Dokumentasi Pribadi, 2024)

Penurunan kondisi permukaan perkerasan jalan akibat beban kendaraan pada ruas Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo apabila tidak diperhatikan secara serius, dikhawatirkan dapat menyebabkan kerusakan yang lebih besar sehingga menghambat aktivitas perjalanan serta berakibat pada terjadinya kecelakaan. Oleh karena itu, sangat disayangkan apabila jalan yang menjadi akses masyarakat justru tidak nyaman dilalui, sehingga perlu adanya penilaian kerusakan untuk mengetahui tingkat kerusakan serta alternatif penanganannya (Fadjrianto dan Siswoyo, 2020). Penilaian kerusakan perkerasan jalan pada ruas Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo sebagai alternatif penentuan penanganan kerusakan dapat dilakukan dengan menggunakan metode Indeks Kondisi Perkerasan (PCI). Indeks Kondisi Perkerasan (PCI) adalah suatu metode yang memberi gambaran terkait kondisi pada perkerasan jalan sesuai dengan jenis, tingkatan kerusakan, dan luasan kerusakan yang terjadi, yang kemudian hasil penilaian ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam penanganan kerusakan yang ada (Lasarus, dkk., 2020). Penilaian kondisi kerusakan jalan melalui metode Indeks Kondisi Perkerasan (PCI) didasarkan atas hasil survei secara visual pada kondisi permukaan perkerasan jalan, yang nantinya menghasilkan besaran angka yang nilainya berkisar diantara 0 sampai dengan 100 (Hardiyatmo 2015).

Berpijak pada uraian diatas, maka kondisi perkerasan pada Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo perlu diperhatikan secara serius untuk meningkatkan pelayanan serta kenyamanan pengendara, sehingga penelitian berjudul “Penilaian Kerusakan Jalan Menggunakan *Pavement Condition Index* (PCI) Pada Ruas Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo” ini penting dilaksanakan dengan tujuan dapat mengetahui jenis kerusakan dan tingkatan kerusakan pada ruas Jalan Raya Mastrip - Joyoboyo, sehingga dapat ditetapkan nilai kondisi kerusakan perkerasan jalan beserta alternatif perbaikan kerusakan yang tepat berdasarkan kondisi kerusakan.

2. *State of the Art*

Penelitian terkait penilaian kerusakan perkerasan jalan menggunakan metode Indeks Kondisi Perkerasan (PCI) beserta penanganannya oleh peneliti terdahulu dapat dijadikan referensi dan bahan pembanding, serta acuan bagi penulis dalam melaksanakan penelitian ke depan. Berikut merupakan beberapa hasil penelitian terdahulu yang menjadi referensi bagi penulis.

2.1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai PCI kerusakan pada Jalan Babat – Batas Kabupaten Jombang berada pada kategori sedang dan memiliki nilai 52,9. Sementara itu, Jalan Lamong Rejo memiliki nilai 60,75 yang tergolong baik, dan Jalan Batas Kota Lamongan – Batas Kabupaten Mojokerto diperoleh nilai 58,1 juga termasuk dalam kategori baik. Pada Jalan Raya Mantup, nilai kerusakan mencapai 76,4, sedangkan Jalan Achmad Dahlan menunjukkan nilai 74 yang masuk dalam kategori "sangat baik". Demikian pula, Jalan Sunan Drajat mendapatkan nilai 76 dengan kategori "sangat baik". Untuk strategi perawatan, disarankan dilakukan perbaikan dan pembongkaran pada seluruh kedalaman penutup serta lapisan atas (*overlay*) jalan. (Widayanti, dkk., 2020)

2.2. Hasil nilai PCI terdapat studi analisis kasus pada jalan Gempol sampai Pandaan pada titik km 39+000 - 43+000 yaitu diperoleh sebesar 12.5% nilai PCI antara 86-100 (kondisi baik), kondisi sedang sebesar 17.5% dengan nilai antara 51-70, sedangkan nilai PCI antara 26-50 dikategorikan buruk bernilai 60%, dan diperoleh nilai PCI antara 0-25 dengan kategori sangat buruk sebanyak 10%. Berdasarkan hasil tersebut, jenis perbaikan yang dapat direncanakan meliputi pemeliharaan jalan rutin (perbaikan berupa perataan jalan) di 7 titik jalan, tebal lapis tambahan pada 24 titik lokasi, serta rekonstruksi pada 5 titik jalan. (Pratama dan Suryanto, 2022)

2.3. Hasil penilaian PCI pada Jalan Kuditan (jalan bypass) - Airmadidi pada STA 0+770 hingga STA 3+770 menunjukkan nilai keseluruhan sebesar 76,7. Nilai ini mengindikasikan bahwa kondisi jalan masih tergolong sangat baik. Dari hasil penilaian tersebut, direkomendasikan beberapa tindakan, antara lain perbaikan berupa tambalan pada area seluas 31,2 m², pemeliharaan lapis tambah non-struktural sepanjang 950 m, serta pemeliharaan rutin untuk keseluruhan panjang jalan yang diperiksa, yaitu sepanjang 3000 m. (Lasarus, dkk., 2020)

2.4. Hasil rata-rata nilai PCI untuk Jalan Desa Nggelak Meoain di Kabupaten Rote Ndao mencapai 24,50, yang menunjukkan keadaan jalan tersebut sangat buruk. Diperoleh empat jenis variasi kerusakan yang teridentifikasi di jalan ini, diantaranya retak memanjang, berlubang, retakan kulit buaya, dan amblas. Strategi perbaikan yang dapat diterapkan mengikuti standar metode perbaikan Bina Marga 1995, yang mencakup langkah-langkah dari P1 hingga P6. (Mooy Prasetyo, dkk., 2021)

2.5. Hasil penilaian berdasarkan perhitungan PCI pada Jalan Raya Roomo terdiri dari 19 segmen, dengan setiap segmen dinilai setiap 100 meter sekali. Penilaian ini menghasilkan lima kategori kondisi jalan yang beragam, mulai dari segmen 10, 11, serta pada segmen 12 mendapatkan penilaian sangat baik dengan skor PCI berkisar antara 70 hingga 85. Sementara itu, segmen 4, 8, 9, 16, 17, dan 19 dinilai baik dengan skor PCI antara 55 dan 70. Segmen 1, 3, 5, 6, 7, 15, dan 18 berada dalam kategori kondisi sedang, dengan nilai PCI antara 40 hingga 55. Segmen 2 dan 14 tergolong buruk dengan skor PCI antara 25 hingga 40, sedangkan segmen 13 berada dalam kondisi sangat buruk dengan skor PCI antara 10 hingga 25. (Nashruddin dan Buana, 2021)

2.6. Hasil penilaian kondisi perkerasan suatu jalan berdasarkan dari metode PCI pada studi analisis kasus di Jalan Pue Bongo yang terletak di Kota Palu menunjukkan variasi kondisi fungsional jalan tersebut. Kondisi terendah tercatat sebagai rusak dengan skor PCI 1, sementara kondisi terbaik berada pada kategori baik dengan skor PCI 82. Rata-rata skor PCI untuk Jalan Pue Bongo adalah 37,90, yang masuk dalam kategori buruk. Upaya penanganan kerusakan direkomendasikan berdasarkan hasil skor PCI adalah melakukan rekonstruksi atau daur ulang. (Labaso, dkk., 2022)

2.7. Hasil nilai Rata – rata PCI di Jalan Tegalgondo hingga Jalan Janti Klaten yaitu STA 0+000 – STA 2+000 yaitu diperoleh nilai sebesar 43,35 dengan kategori kondisi yaitu *poor*/jelek. Penanganan kerusakan melalui perhitungan lapis tambah (*Overlay*) menggunakan metode Analisa Komponen yaitu 4 cm, sedangkan Metode Bina Marga (2017) yaitu menghasilkan tebal 3 cm. (Panjaitan dan Risdianto, 2022)

2.8. Hasil observasi pada ruas Jl. Raya Jaddih - Jl. Raya Labang Kabupaten Bangkalan, jenis kerusakan yang dominan terjadi pada segmen 58 dan 65 yaitu lubang serta pelapukan dan butiran lepas, sehingga rekomendasi penanganan kerusakan yaitu berupa penambalan lubang dan pengaspalan (P5 dan P2). (Inayah dan Widayanti, 2023)

2.9. Hasil kondisi perkerasan jalan melalui perhitungan PCI (*Pavement Contion Index*) di Jl. Raya Gresik – Lamongan yaitu diperoleh nilai total PCI sebesar 35,03 dengan kategori kondisi *poor* (buruk) dengan presentase tertinggi sebesar 50% pada kondisi jalan Buruk, sedangkan pada kategori sedang sebesar 28%, serta pada kondisi jalan dengan kategori sangat buruk diperoleh sebesar 17%. Nilai rata-rata PCI yang diperoleh yaitu sebesar 35,03%, sehingga pemilihan penanganan kerusakan jalan yaitu berupa pemeliharaan rehabilitasi atau lapis tambahan (*overlay*). (Hendrawan, dkk, 2022)

2.10. Hasil perhitungan PCI memperoleh rata-rata sebesar 71,82% dengan besaran nilai PCI paling tinggi sebesar 100% yaitu kategori kondisi sempurna, sedangkan nilai PCI terkecil 10% dengan kondisi gagal. Penanganan yang direkomendasikan pada segmen I yaitu berupa pemeliharaan rutin/berkala, sedangkan pada segmen II yaitu berupa rekonstruksi, serta segmen III dan segmen IV yaitu berupa pemeliharaan rutin/berkala. (Prayogi, dkk., 2022)

3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan penelitian dengan jenis kuantitatif. Penelitian jenis kuantitatif yang dilaksanakan pada penelitian ini melibatkan perhitungan secara rinci dan spesifik terkait bagaimana memperoleh hasil penilaian kerusakan jalan melalui metode penilaian kondisi perkerasan (PCI), sehingga menunjukkan hasil berupa besaran nilai sebagai acuan dalam penentuan strategi penanganan kerusakan.

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi titik analisa kerusakan perkerasan yaitu berada di Kota Surabaya tepatnya Jalan Raya Mastrip hingga Joyoboyo sepanjang 8,3 Km yang terhitung mulai dari titik awal STA 0+000 – STA 8+300 yang ditunjukkan pada (**Gambar 3**). Berdasarkan fungsinya, ruas Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo ini termasuk jalan kolektor primer dengan status jalan yaitu jalan provinsi dan kelas jalan IIIA dengan lebar jalan yang berbeda antara 8,5 m – 16 m.



Gambar 3. Peta Lokasi Penelitian

(Google Earth, 2024)

3.2. Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilaksanakan berdasarkan observasi secara langsung dan melalui survei sekunder.

A. Observasi

Teknik observasi pada penelitian ini melibatkan pengamatan secara langsung melalui survei kondisi kerusakan jalan di lokasi yang dituju, yaitu pada ruas Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo STA 0+000 – STA 8+300. Data yang dikumpulkan pada tahap ini mencakup informasi tentang lokasi jalan, panjang dan lebar jalan setiap segmen, jenis kerusakan, tingkat kerusakan, serta luasan kerusakan.

B. Survei Data Sekunder

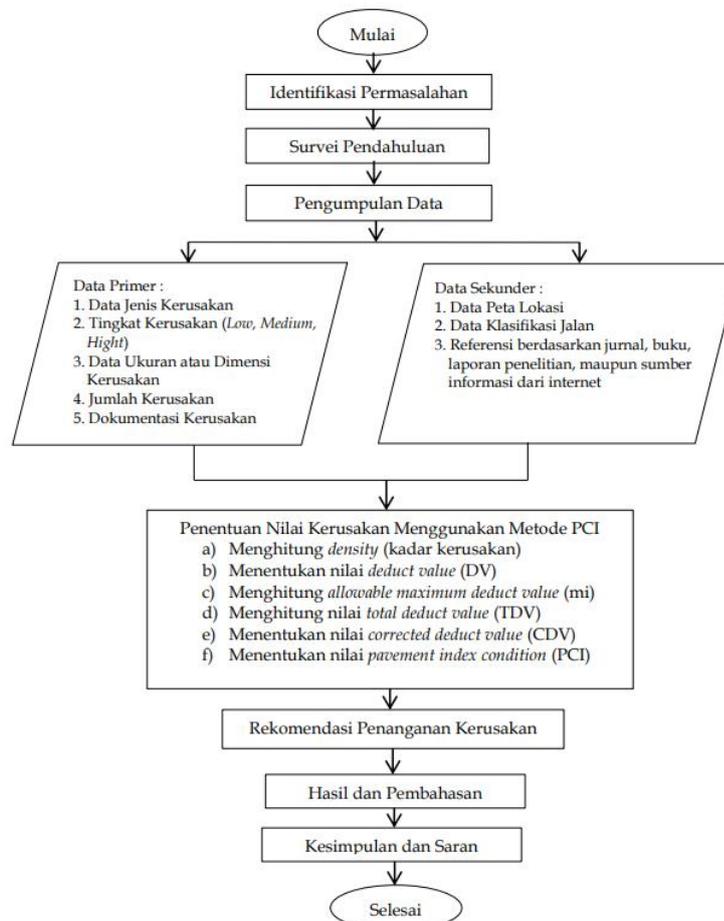
Survei data sekunder adalah salah satu cara dalam memperoleh data yang melibatkan penggunaan data yang telah ada sebelumnya, seperti peta lokasi dan klasifikasi jalan.

3.3. Teknik Analisis Data

Analisa yang dilakukan adalah penentuan penilaian kerusakan perkerasan suatu jalan berdasarkan Indeks Kondisi Perkerasan (PCI). Prosedur dalam penentuan besaran nilai kondisi perkerasan melalui perhitungan *Pavement Condition Index* (PCI) yaitu :

- Perhitungan kadar kerusakan atau (*density*)
- Penentuan nilai pengurang (DV)
- Perhitungan pengurang izin maksimum DV (mi)
- Perhitungan TDV (jumlah *deduct value*)
- Penentuan CDV berdasarkan Grafik
- Hasil nilai *pavement index condition* (PCI)

3.4. Bagan Alir Penelitian



Gambar 4. Bagan Alir
(Penulis, 2024)

4. Hasil dan Pembahasan

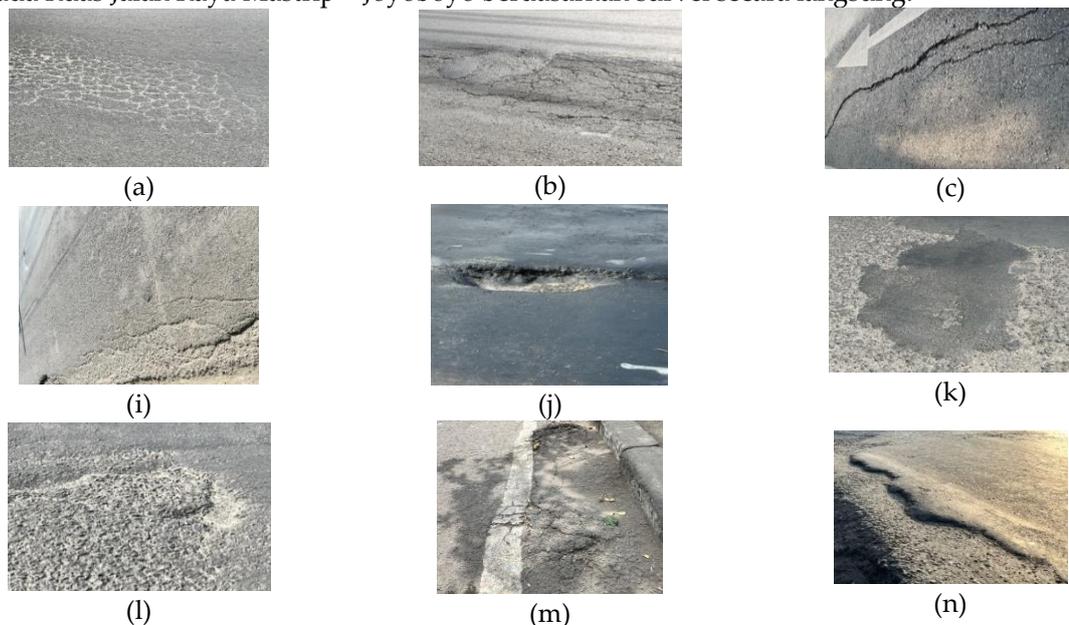
4.1. Identifikasi Jenis Dan Tingkat Kerusakan

Peneliti melaksanakan survei kerusakan jalan secara langsung di lapangan pada ruas Jalan Raya Mastrip hingga Jalan Joyoboyo sepanjang 8,3 km yang dihitung mulai dari titik awal STA 0+000 – STA 8+300, diperoleh beberapa kondisi jalan dengan tingkat kerusakan yang berbeda – beda mulai dari kerusakan ringan, kerusakan sedang, maupun kerusakan yang berat, yang ditampilkan berikut ini :

Tabel 1. Rekapitulasi Identifikasi Jenis Kerusakan Pada Ruas Jalan Mastrip – Joyoboyo (Penulis, 2024)

No.	Jenis Kerusakan	Titik/Segmen
1.	Retak Buaya (<i>Alligator Cracking</i>)	Segmen 1, 2, 4, 5, 6, 7, 10, 14,15, 16, 17, 19, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 36, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 61, 65, 67, 72, dan 73
2.	Retak berbentuk Blok (<i>Block Cracking</i>)	Segmen 3, 7, 12, 16, 18, 19, 23, 45, dan 61.
3.	Retak Garis Memanjang (<i>Longitudinal Cracking</i>)	Segmen 5, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 25, 29, 34, 38, 40, 44, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 68, 69, 70, 72, 73, dan 81.
4.	Retak Pinggir (<i>Edge Cracking</i>)	Segmen 17, 69, dan 74.
5.	Lubang (<i>Pothole</i>)	Segmen 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 13, 14, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 48, 53, 57, 77, 78, 79, dan 80.
6.	Tambalan (<i>Patching</i>)	Segmen 9, 10, 16, 20, 22, 23, 24, 25, 30, 31, 33, 35, 38, 61, 62, 64, dan 67.
7.	Pelepasan Berbutir (<i>Ravelling</i>)	Segmen 1, 3, 4, 5, 32, 61, 62, 63, 64, 66, dan 73.
8.	Sungkur (<i>Shoving</i>)	Segmen 74
9.	Benjol dan Turun (<i>Bump and Sags</i>)	Segmen 7, 8, 14, 18, 42, 43, 46, 47, 52, 53, 54, 55, 61, dan 63.

Jenis kerusakan yang paling dominan berdasarkan data identifikasi kerusakan diatas yaitu lubang, retak memanjang, dan retak kulit buaya. Berikut merupakan dokumentasi kerusakan pada Ruas Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo berdasarkan survei secara langsung.



Gambar 5. Dokumentasi Kerusakan : (a) Retak Kulit Buaya; (b) Retak Blok; (c) Retak Memanjang; (d) Retak Pinggir; (e) Lubang; (f) Tambalan; (g) Pelepasan Berbutir; (h) Sungkur; (i) Benjol dan Turun, (Penulis, 2024)

4.2. Penilaian Kerusakan Menggunakan Metode PCI

Berdasarkan hasil identifikasi kerusakan mulai dari segmen 1 sampai 83 meliputi jenis kerusakan, tingkatan kerusakan, luasan setiap kerusakan, dan jumlah kerusakan, maka berikut ini adalah contoh perhitungan dalam memperoleh nilai kondisi perkerasan pada segmen 61.

Tabel 2. Identifikasi Kerusakan Pada Segmen 61 (Penulis, 2024)

Segmen 61 (STA 6+000 – STA 6+100) Jalan Joyoboyo								
Panjang segmen (m)	Lebar Jalan (m)	Luas Jalan (m ²)	JK	TK	Ukuran			L (m ²)
(a)	(b)	(c)=(a)*(b)	(d)	(e)	p (m)	l (m)	d (m)	(i)=(f)x(g)x(h)
100	12,70	1270	Benjol dan Turun/ <i>Bump and Sags</i>	M	1,1	0,64	0,02	0,7040
			Retak Kulit Buaya/ <i>Alligator Cracking</i>	M	0,68	0,36	0,2448	
			Tambalan/ <i>Patching</i>	M	0,36	0,32	0,1152	
			Pelepasan Berbutir/ <i>Raveling</i>	M	1,2	0,7	0,8400	
			Retak Memanjang/ <i>Longitudinal Cracking</i>	H	1,4	0,48	0,6720	
			Retak Blok/ <i>Block Cracking</i>	M	1,36	0,68	0,9248	

Keterangan :

JK : Jenis Kerusakan l : Lebar (m)
 TK : Tingkatan Kerusakan d : Kedalaman (m)
 p : Panjang (m) L : Luasan Kerusakan (m²)

Berdasarkan **Tabel 2.** dapat diketahui jenis, tingkatan kerusakan, ukuran atau luasan kerusakan dan jumlah kerusakan yang terdapat pada segmen, sehingga berdasarkan hasil identifikasi tersebut diperlukan pencarian nilai *density*, *deduct value*, nilai pengurang izin maksimum, *Corrected Deduct Value* (CDV), nilai *Total Deduct Value* (TDV), serta hasil akhir berupa nilai PCI. Berikut merupakan langkah pertama yaitu menentukan nilai *deduct value*.

a) Menentukan Nilai *Density*

$$D : \frac{\text{Luas Kerusakan}}{\text{Luas Segmen}} \times 100\% \quad (1)$$

$$D : \frac{0,7040}{1270} \times 100\% = 0,05543 \% / 0,1\% \text{ pembulatan}$$

$$D : \frac{0,2448}{1270} \times 100\% = 0,01928 \%$$

$$D : \frac{0,1152}{1270} \times 100\% = 0,0090 \%$$

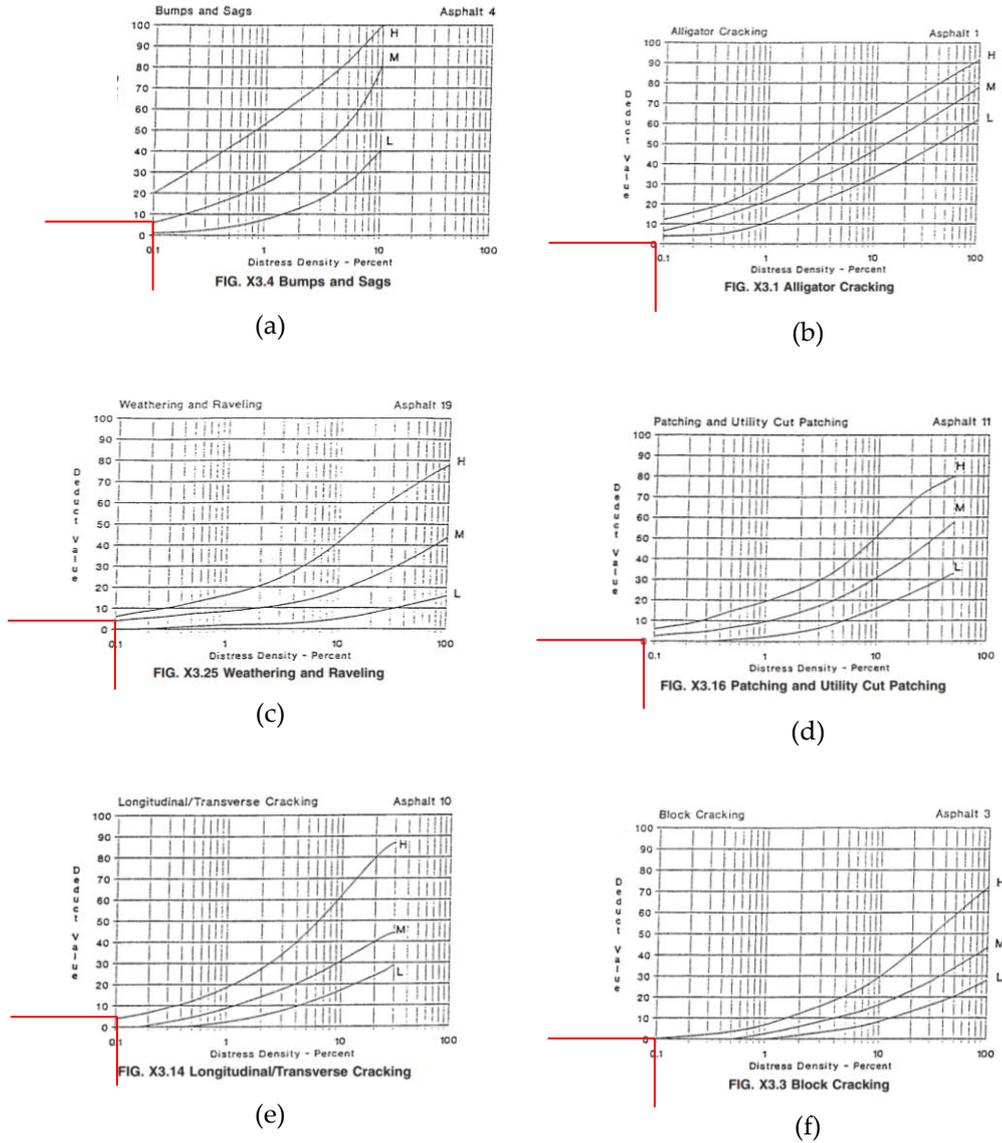
$$D : \frac{0,8400}{1270} \times 100\% = 0,06614\% / 0,1\% \text{ pembulatan}$$

$$D : \frac{0,6720}{1270} \times 100\% = 0,05291 \% / 0,1\% \text{ pembulatan}$$

$$D : \frac{0,9248}{1270} \times 100\% = 0,07282 \% / 0,1\% \text{ pembulatan}$$

b) Menentukan Nilai *Deduct Value*

Nilai *deduct value* yang dihasilkan dapat berbeda sesuai dengan jenis dan tingkat kerusakan pada setiap segmen, sehingga dapat ditentukan dengan menggunakan grafik yaitu :



Gambar 6. Grafik *Deduct Value* : (a) Bump and Sags; (b) Retak Kulit Buaya; (c) Pelepasan Berbutir; (d) Tambalan; (e) Retak Memanjang; (f) Retak Blok (Shahin, 1994)
 Berdasarkan langkah (a) dan (b) diatas, maka dapat diketahui nilai *density* dan nilai *deduct value* pada segmen 61 yaitu ditunjukkan pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Nilai *Density* dan Nilai *Deduct Value* Pada Segmen 61 (Penulis, 2024)

No.	Jenis Kerusakan	Tingkat Kerusakan	Luas Kerusakan	<i>Density</i>	<i>Deduct Value</i>
1.	Benjol dan Turun	M	0,7040	0,5543	8
2.	Retak Buaya	M	0,2448	0,01928	0
3.	Tambalan	M	0,1152	0,0090	0
4.	Pelepasan Berbutir	M	0,8400	0,06614	5
5.	Retak Memanjang	H	0,6720	0,05291	5
6.	Retak Blok	M	0,9248	0,07282	0

Berdasarkan hasil *deduct value* yang sudah diperoleh, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai pengurang izin maksimum (*Mi*) dan Nilai *Corrected Deduct Value* (*CDV*), serta nilai *Total Deduct Value* (*TDV*) yaitu dapat dijelaskan dalam langkah berikut ini.

c) Menentukan Nilai Pengurang Izin Maksimum (Mi)

$$Mi = 1 + (9/98) \cdot (100 - HDVi) \tag{2}$$

Keterangan :

Mi : Nilai Pengurang Izin Maksimum

HDVi : Nilai terbesar *deduct value* dalam satu segmen

$$Mi = 1 + (9/98) \cdot (100 - 8)$$

Mi = 9,45 > 6 (banyak nya *deduct value*), maka tidak perlu pengurangan pada *deduct value*, sehingga keseluruhan nilai *deduct value* dapat digunakan dalam iterasi. Apabila didapatkan $mi < q$ maka perlu adanya pengurangan pada nilai *deduct value* dengan nilai Mi.

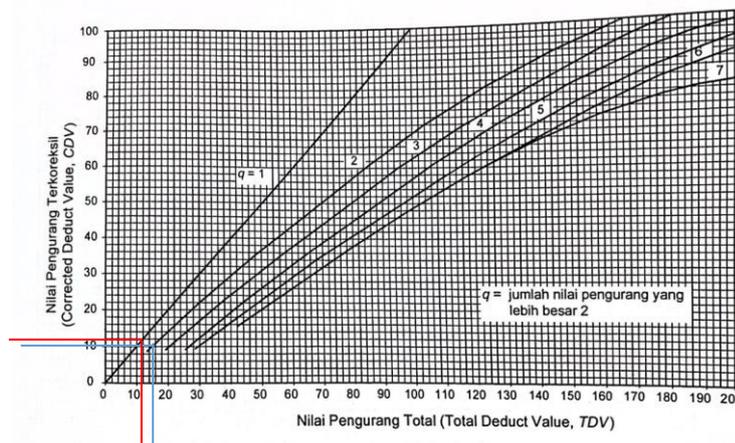
d) Menentukan *Corrected deduct value* (CDV)

CDV dapat diketahui dengan melaksanakan iterasi sampai dengan $q=1$, yaitu dengan cara melakukan pengurangan nilai – nilai *deduct value* yang memiliki nilai lebih besar dari 2 harus diubah angkanya dengan angka 2 sampai diperoleh $q = 1$, yang kemudian nilai *deduct value* dijumlahkan menjadi TDV. Berikut merupakan iterasi *deduct value* yang ditunjukkan pada tabel berikut.

Tabel 4. Iterasi Segmen 61 (Penulis, 2024)

No.	<i>Deduct Value</i>						Total <i>Deduct Value</i>	<i>q</i>	Grafik <i>Corrected Deduct Value (CDV)</i>
1.	8	5	5	0	0	0	18	3	0
2.	8	5	2	0	0	0	15	2	10
3.	8	2	2	0	0	0	12	1	12

Berdasarkan nilai (TDV) yang diperoleh dari iterasi sebelumnya, maka dapat dapat diketahui nilai *Corrected Deduct Value* (CDV). CDV dapat diperoleh yaitu dengan cara menarik garis secara vertikal sesuai besaran nilai TDV hingga menyentuh garis *q*, kemudian tarik ke arah kiri sehingga diperoleh besaran nilai CDV seperti ditunjukkan berikut ini.



Gambar 7. Grafik *Corrected Deduct Value* (CDV) (Shahin, 1994)

Berdasarkan nilai *Total Deduct Value* (TDV) dari hasil iterasi yang telah di plot kan pada grafik diatas, maka diperoleh nilai *Corrected Deduct Value* (CDV) maksimal pada grafik yaitu sebesar 12 sehingga dapat diketahui nilai PCI pada segmen 61 yaitu dengan rumus :

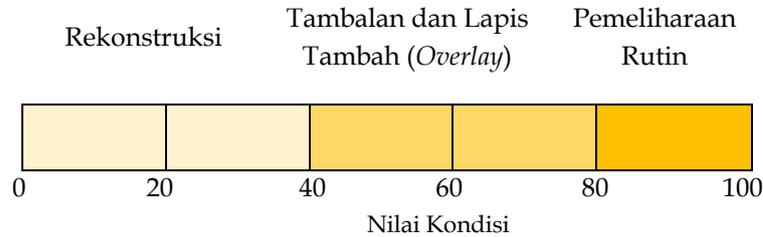
$$PCI(S) = 100 - CDV \tag{3}$$

$$PCI(S) = 100 - 12$$

$$PCI(S) = 88 \text{ Excellent}$$

4.3. Rekomendasi Penanganan Kerusakan

Berdasarkan hasil penilaian kondisi perkerasan yang didapatkan dari perhitungan kerusakan jalan menggunakan metode *Pavement Condition Index* (PCI) pada Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo STA 0+000 – STA 8+300, maka nilai tersebut selanjutnya dapat digunakan sebagai penentuan rekomendasi penanganan kerusakan. Menurut Hardiyatmo; (2015), *Asphalt Institute* MS-17 memberikan saran penanganan berupa kisaran nilai kondisi yang digunakan sebagai rekomendasi penanganan seperti ditunjukkan pada gambar berikut.



Gambar 8. Nilai Kondisi Sebagai Indikator Tipe Pemeliharaan (*Asphalt Institute* MS-17) (Hardiyatmo, 2015)

Rekomendasi penanganan kerusakan pada Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo berdasarkan nilai PCI dapat dilihat pada gambar berikut ini.

No.	STA	Nilai PCI	Kondisi Perkerasan	Rekomendasi Penanganan Kerusakan	No.	STA	Nilai PCI	Kondisi Perkerasan	Rekomendasi Penanganan Kerusakan
1.	STA 0+000 – STA 0+100	86	Excellent	Pemeliharaan Rutin	38.	STA 3+700 – STA 3+800	94	Excellent	Pemeliharaan Rutin
2.	STA 0+100 – STA 0+200	84	Excellent	Pemeliharaan Rutin	39.	STA 3+800 – STA 3+900	80	Very Good	Tebal Lapis Tambah / (Overlay)
3.	STA 0+200 – STA 0+300	93	Excellent	Pemeliharaan Rutin	40.	STA 3+900 – STA 4+000	91	Excellent	Pemeliharaan Rutin
4.	STA 0+300 – STA 0+400	86	Excellent	Pemeliharaan Rutin	41.	STA 4+000 – STA 4+100	85	Very Good	Pemeliharaan Rutin
5.	STA 0+400 – STA 0+500	78	Very Good	Tebal Lapis Tambah / (Overlay)	42.	STA 4+100 – STA 4+200	76	Very Good	Tebal Lapis Tambah / (Overlay)
6.	STA 0+500 – STA 0+600	91	Excellent	Pemeliharaan Rutin	43.	STA 4+200 – STA 4+300	89	Excellent	Pemeliharaan Rutin
7.	STA 0+600 – STA 0+700	88	Excellent	Pemeliharaan Rutin	44.	STA 4+300 – STA 4+400	88	Excellent	Pemeliharaan Rutin
8.	STA 0+700 – STA 0+800	78	Very Good	Tebal Lapis Tambah / (Overlay)	45.	STA 4+400 – STA 4+500	86	Excellent	Pemeliharaan Rutin
9.	STA 0+800 – STA 0+900	94	Excellent	Pemeliharaan Rutin	46.	STA 4+500 – STA 4+600	80	Very Good	Pemeliharaan Rutin
10.	STA 0+900 – STA 1+000	92	Excellent	Pemeliharaan Rutin	47.	STA 4+600 – STA 4+700	100	Excellent	Pemeliharaan Rutin
11.	STA 1+000 – STA 1+100	-	-	-	48.	STA 4+700 – STA 4+800	100	Excellent	Pemeliharaan Rutin
12.	STA 1+100 – STA 1+200	98	Excellent	Pemeliharaan Rutin	49.	STA 4+800 – STA 4+900	95	Excellent	Pemeliharaan Rutin
13.	STA 1+200 – STA 1+300	82	Very Good	Tebal Lapis Tambah / (Overlay)	50.	STA 4+900 – STA 5+000	100	Excellent	Pemeliharaan Rutin
14.	STA 1+300 – STA 1+400	88	Excellent	Pemeliharaan Rutin	51.	STA 5+000 – STA 5+100	100	Excellent	Pemeliharaan Rutin
15.	STA 1+400 – STA 1+500	92	Excellent	Pemeliharaan Rutin	52.	STA 5+100 – STA 5+200	92	Excellent	Pemeliharaan Rutin
16.	STA 1+500 – STA 1+600	88	Excellent	Pemeliharaan Rutin	53.	STA 5+200 – STA 5+300	89	Excellent	Pemeliharaan Rutin
17.	STA 1+600 – STA 1+700	89	Excellent	Pemeliharaan Rutin	54.	STA 5+300 – STA 5+400	92	Excellent	Pemeliharaan Rutin
18.	STA 1+700 – STA 1+800	92	Excellent	Pemeliharaan Rutin	55.	STA 5+400 – STA 5+500	90	Excellent	Pemeliharaan Rutin
19.	STA 1+800 – STA 1+900	98	Excellent	Pemeliharaan Rutin	56.	STA 5+500 – STA 5+600	95	Excellent	Pemeliharaan Rutin
20.	STA 1+900 – STA 2+000	96	Excellent	Pemeliharaan Rutin	57.	STA 5+600 – STA 5+700	95	Excellent	Pemeliharaan Rutin
21.	STA 2+000 – STA 2+100	76	Very Good	Tebal Lapis Tambah / (Overlay)	58.	STA 5+700 – STA 5+800	95	Excellent	Pemeliharaan Rutin
22.	STA 2+100 – STA 2+200	80	Very Good	Tebal Lapis Tambah / (Overlay)	59.	STA 5+800 – STA 5+900	95	Excellent	Pemeliharaan Rutin
23.	STA 2+200 – STA 2+300	96	Excellent	Pemeliharaan Rutin	60.	STA 5+900 – STA 6+000	95	Excellent	Pemeliharaan Rutin
24.	STA 2+300 – STA 2+400	90	Excellent	Pemeliharaan Rutin	61.	STA 6+000 – STA 6+100	88	Excellent	Pemeliharaan Rutin
25.	STA 2+400 – STA 2+500	90	Excellent	Pemeliharaan Rutin	62.	STA 6+100 – STA 6+200	93	Excellent	Pemeliharaan Rutin
26.	STA 2+500 – STA 2+600	92	Excellent	Pemeliharaan Rutin	63.	STA 6+200 – STA 6+300	90	Excellent	Pemeliharaan Rutin
27.	STA 2+600 – STA 2+700	92	Excellent	Pemeliharaan Rutin	64.	STA 6+300 – STA 6+400	95	Excellent	Pemeliharaan Rutin
28.	STA 2+700 – STA 2+800	90	Excellent	Pemeliharaan Rutin	65.	STA 6+400 – STA 6+500	92	Excellent	Pemeliharaan Rutin
29.	STA 2+800 – STA 2+900	92	Excellent	Pemeliharaan Rutin	66.	STA 6+500 – STA 6+600	95	Excellent	Pemeliharaan Rutin
30.	STA 2+900 – STA 3+000	94	Excellent	Pemeliharaan Rutin	67.	STA 6+600 – STA 6+700	92	Excellent	Pemeliharaan Rutin
31.	STA 3+000 – STA 3+100	80	Very Good	Tebal Lapis Tambah / (Overlay)	68.	STA 6+700 – STA 6+800	100	Excellent	Pemeliharaan Rutin
32.	STA 3+100 – STA 3+200	88	Excellent	Pemeliharaan Rutin	69.	STA 6+800 – STA 6+900	95	Excellent	Pemeliharaan Rutin
33.	STA 3+200 – STA 3+300	96	Excellent	Pemeliharaan Rutin	70.	STA 6+900 – STA 7+000	100	Excellent	Pemeliharaan Rutin
34.	STA 3+300 – STA 3+400	100	Excellent	Pemeliharaan Rutin	71.	STA 7+000 – STA 7+100	-	-	-
35.	STA 3+400 – STA 3+500	94	Excellent	Pemeliharaan Rutin	72.	STA 7+100 – STA 7+200	92	Excellent	Pemeliharaan Rutin
36.	STA 3+500 – STA 3+600	90	Excellent	Pemeliharaan Rutin	73.	STA 7+200 – STA 7+300	90	Excellent	Pemeliharaan Rutin
37.	STA 3+600 – STA 3+700	98	Excellent	Pemeliharaan Rutin	74.	STA 7+300 – STA 7+400	93	Excellent	Pemeliharaan Rutin
75.	STA 7+400 – STA 7+500	-	-	-	81.	STA 8+000 – STA 8+100	100	Excellent	Pemeliharaan Rutin
76.	STA 7+500 – STA 7+600	-	-	-	82.	STA 8+100 – STA 8+200	-	-	-
77.	STA 7+600 – STA 7+700	76	Very Good	Tebal Lapis Tambah / (Overlay)	83.	STA 8+200 – STA 8+300	-	-	-
78.	STA 7+700 – STA 7+800	78	Very Good	Tebal Lapis Tambah / (Overlay)				Total Nilai PCI	6956
79.	STA 7+800 – STA 7+900	76	Very Good	Tebal Lapis Tambah / (Overlay)				Nilai PCI Rata – Rata	90,34
80.	STA 7+900 – STA 8+000	78	Very Good	Tebal Lapis Tambah / (Overlay)					

Gambar 9. Hasil Rekapitulasi Nilai PCI Beserta Rekomendasi Penanganannya (Penulis, 2024)

Berdasarkan perhitungan (PCI) pada Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo STA 0+000 – STA 8+300, bahwa rata – rata nilai PCI yang didapatkan yaitu sebesar 90,34 dengan kategori kondisi *excellent*. Perlu adanya pemeliharaan rutin pada 63 segmen serta perlu direncanakan lebih lanjut terkait penanganan kerusakan berupa tebal lapis tambah (*overlay*) pada 14 segmen, namun perlu diperhatikan kembali apabila dapat dilakukan penanganan sebelum *overlay* seperti pengisian pada retak pada kerusakan retak kulit buaya, retak memanjang, atau dapat dilakukan penambalan lubang.

4.4. Pemeliharaan Rutin Berdasarkan Bina Marga 1995

Penanganan kerusakan berupa pemeliharaan rutin melalui Manual Pemeliharaan Rutin Jalan Nasional dan Jalan Provinsi Metode Perbaikan Standart Bina Marga No : 002/T/Bt/1995 meliputi P1 (Penebaran Pasir), P2 (Pelaburan Aspal), P3 (Pelapisan Retakan), P4 (Pengisian Retak), P5 (Penambalan), dan P6 (Perataan perkerasan). Metode pemeliharaan rutin pada Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo dapat berbeda – beda pada setiap segmen, sesuai dengan jenis kerusakan serta ukuran kerusakan yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Metode Pemeliharaan Rutin Pada Ruas Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo (Penulis, 2024)

No.	Jenis Kerusakan	Pemeliharaan Rutin
1.	Retak Kulit Buaya (<i>Alligator Cracking</i>)	- P2 (Pelaburan Aspal) (lebar retak kurang dari 2 mm) - P5 (Penambalan Lubang) (lebar retak lebih dari 2 mm)
2.	Retak Blok (<i>Block Cracking</i>)	- P2 (Pelaburan Aspal) (lebar retak kurang dari 2 mm) - P5 (Penambalan Lubang) (lebar retak lebih dari 2 mm)
3.	Retak Memanjang (<i>Longitudinal Cracking</i>)	- P3 (Pelapisan Retak) (lebar retak kurang dari 2 mm) - P4 (Pengisian Retak) (lebar retak lebih dari 2 mm)
4.	Retak Pinggir (<i>Edge Cracking</i>)	- P3 (Pelapisan Retak) (lebar retak kurang dari 2 mm) - P4 (Pengisian Retak) (lebar retak lebih dari 2 mm)
5.	Lubang (<i>Pothole</i>)	- P5 (Penambalan Lubang) (kedalaman > 50 mm) - P6 (Perataan) (kedalaman < 50 mm)
6.	Tambalan (<i>Patching</i>)	- P5 (Penambalan Lubang) (kedalaman > 50 mm) - P6 (Perataan) (kedalaman < 50 mm)
7.	Pelepasan Berbutir (<i>Ravelling</i>)	P2 (Pelaburan Aspal)
8.	Sungkur (<i>Shoving</i>)	P6 (Perataan)
9.	Benjol dan Turun (<i>Bump and Sags</i>)	P6 (Perataan)/ P5 (Penambalan Lubang)

5. Kesimpulan

Hasil penelitian terkait penilaian kondisi perkerasan di Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo berdasarkan perhitungan *Pavement Condition Index* (PCI), maka diperoleh beberapa kesimpulan yaitu :

- Hasil identifikasi kondisi kerusakan di Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo STA 0+000 – 8+300, yaitu menunjukkan beberapa variasi jenis kerusakan yang meliputi retak buaya, retak garis memanjang serta retak pinggir, retak blok, lubang, tambalan, pelepasan berbutir, sungkur, benjol dan turun, dengan kerusakan yang paling dominan yaitu retak buaya, retak memanjang, pelepasan berbutir dan lubang.
- Hasil perhitungan *Pavement Condition Index* (PCI) pada ruas Raya Mastrip – Joyoboyo, yaitu 63 segmen memiliki kondisi *excellent*, sejumlah 14 segmen dengan nilai PCI ter-rendah 76 yaitu pada segmen 22, 77, dan 79 memiliki kondisi *very good*, serta terdapat 6 segmen yang tidak mengalami kerusakan sama sekali dengan kondisi jalan sangat baik.
- Penanganan kerusakan pada ruas Jalan Raya Mastrip – Joyoboyo berdasarkan nilai yang diperoleh dari hasil perhitungan PCI yaitu, perlu adanya pemeliharaan rutin pada 63 segmen serta perlu direncanakan lebih lanjut terkait penanganan kerusakan berupa tebal lapis tambah (*overlay*) pada 14 segmen.
- Pemeliharaan rutin yang perlu segera dilaksanakan yaitu terutama (P5) penambalan lubang pada segmen 31 dan 53 dikarenakan lubang yang cukup dalam, dan (P4) pengisian retak pada segmen 60 dikarenakan retak memanjang yang cukup parah, serta diperlukan perataan benjol dan turun pada segmen 42 dan 46.

6. Ucapan Terima Kasih

Peneliti memanjatkan rasa syukur kepada Allah SWT karena rahmat serta hidayah-Nya, sehingga penulis bisa menyusun artikel dengan baik. Penulis hendak menyampaikan terima kasih secara tulus ditujukan pada seluruh pihak yang telah mendukung penuh proses penyusunan artikel ini, khususnya, penulis juga hendak berterimakasih kepada Ibu Dr. Ari Widayanti, S. T., M. T., yaitu dosen pembimbing yang dengan sabar membimbing dan mendukung penulis dalam proses penulisan artikel penelitian dari awal hingga akhir. Selain itu, penulis juga berterima kasih untuk seluruh pihak yang turut ikut serta membantu penulis dalam proses perolehan data dan penyusunan artikel, meskipun tidak dapat disebutkan satu per satu.

7. Referensi

- Al Faritzie, H., Bahder, D., dan Berri, W. 2020. Pengaruh Volume Kendaraan terhadap Tingkat Kerusakan Jalan pada Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*). *Jurnal Teknik Sipil* 9(2):100–107.
- Fadjrianto, P. A., dan Siswoyo. 2020. Analisa Perbaikan Kerusakan Jalan Menggunakan Metode PCI (Studi Kasus : Jln. Babat – Batas Jln. Kab. Jombang STA. 10 – STA. 25). *Axial : Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi* 8(2):121.
- Hardiyatmo, H. C. 2015. Pemeliharaan Jalan Raya Edisi 2. *Gadjah Mada University Press*. Yogyakarta.
- Hendrawan, A., Fatmawati, E. L., dan HartatiK, N. 2022. Analisis Kerusakan Jalan Berserta Penanganannya dan RAB pada Jl. Raya Gresik - Lamongan, Jawa Timur. *Jurnal Keilmuan Teknik Sipil* 5 (1):417 - 426.
- Inayah, R. I., dan Widayanti, A. 2023. Analisis Kerusakan Jalan dan Penyebabnya Di Kawasan Wisata Kabupaten Bangkalan. *MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi* 1(3):305–315.
- Labaso, E. R., Ishak M.S., dan Kasan, M. 2022. Evaluasi Kerusakan Jalan Menggunakan Metode *Pavement Condition Index* (PCI) Dan *Surface Distress Index* (SDI) Studi Kasus Jalan Pue Bongo – Kota Palu. *Rekonstruksi Tadulako: Civil Engineering Journal on Research and Development*. 3(2):67–74.
- Lasarus, R., Lucia G. J., Lalamentik, dan Joice, E. W. 2020. Analisa Kerusakan Jalan dan Penanganannya dengan Metode PCI (*Pavement Condition Index*) (Studi Kasus: Ruas Jalan Kauditan (by Pass)-Airmadidi ; STA 0+770-STA 3+770). *Jurnal Sipil Statik* 8(4):645–54.
- Mooy, E. A P., Kuswara, K. M., dan Hikmah. 2021. Analisis Kerusakan Jalan dengan Metode *Pavement Condition Index* (PCI) dan Strategi Penanganannya pada Ruas Jalan Nggelak Desa Meoain Kecamatan Rote Barat Daya Kabupaten Rote Ndao. *Jurnal Batakarang* 2(1).
- Nashruddin, Z. A., dan Buana, C. 2021. Analisis Penilaian Kerusakan Jalan dan Perbaikan Perkerasan pada Jalan Raya Roomo, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik. *Jurnal Teknik ITS* 10(1):27–34.
- Panjaitan, W. J., dan Risdianto, Y. 2022. Evaluasi Perkerasan Jalan Berdasarkan Metode Bina Marga 2017 dan Metode PCI (*Pavement Condition Index*) Alternatif Penanganannya (Studi Kasus : Jalan Janti Tegalgondo , Kabupaten Klaten). 1–11.
- Pratama, T. O., dan S. H., Mas Suryanto. 2022. Analisa Kerusakan Jalan dan Teknik Perbaikan Berdasarkan Metode *Pavement Condition Index* (PCI) Beserta Rencana Anggaran Biaya pada Ruas Jalan Gempol-Pandaan (Studi Kasus: Ruas Jalan Gempol-Pandaan Km 39+000-42+000). *100*(2).
- Prayogi, G. R., Mayniana, V, Sitanggang, H. M. 2022. Penanganan Jalan Berdasarkan Data Visual Kerusakan Jalan menggunakan Metode *Pavement Condition Index* (PCI) Studi Kasus: Jalan Terusan Ryacudu). *Journal of Infrastructure Planning, and Design* vol. 2 (1):10–18.
- Widayanti A., Wibisono, R. E, dan Sari, C. K. 2020. Tipe Kerusakan Jalan Provinsi dan Penentuan Skala Prioritas Penanganan Di Kabupaten Lamongan. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)* 2(2):73.

Tersedia online di www.journal.unesa.ac.idHalaman jurnal di www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans

Identifikasi Kerusakan Jalan Menggunakan Metode *Pavement Condition Index (PCI)* Beserta Penanganannya Pada Ruas Jalan Cangkir – Mastrip Provinsi Jawa Timur

Kresna Dina Fitriana ^a, Ari Widayanti ^b

^a Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia

^b Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia

email: ^akresna.20003@mhs.unesa.ac.id, ^bariwidayanti@unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 12 Februari 2025

Revisi 24 Februari 2025

Diterima 26 Februari 2025

Online 28 April 2025

Kata kunci:

Jalan,

Kerusakan,

Nilai,

Segmen

ABSTRAK

Mobilitas kendaraan berat pada sektor industri padat kawasan Gresik khususnya ruas Jalan Cangkir - Mastrip, berpengaruh pada kondisi prasana jalan yang semakin lama akhirnya mengalami kerusakan. Perlu adanya pembahasan mengenai identifikasi dan perhitungan nilai kondisi kerusakan jalan pada Ruas Jalan Cangkir - Mastrip (STA 0+000 – STA 8+600). Penelitian ini menghasilkan alternatif penanganan jalan berdasarkan nilai kondisi perkerasan jalan. Metode pengumpulan data yang digunakan peneliti ialah melalui observasi survei kerusakan di lapangan serta perhitungan nilai kondisi kerusakan menggunakan dengan Metode *PCI (Pavement Condition Index)*. Hasil nilai rata – rata kondisi kerusakan pada Jalan Cangkir Kab. Gresik – Jalan Mastrip Kota Surabaya ialah **83,12** dengan kondisi *Very Good*. Jenis penanganan paling dominan digunakan adalah dengan metode P6 (Perataan jalan) yaitu pada kondisi kerusakan di 63 Segmen.

Identification Of Road Damage Using The *Pavement Condition Index (PCI)* Method Along With The Cost Of Handling It On The Cangkir – Mastrip Road Section, East Java Province

ARTICLE INFO

Keywords:

Road

Damage

Value

Segment

Fitriana, K. D., & Widayanti, A. (2025). Identifikasi Kerusakan Jalan Menggunakan Metode *Pavement Condition Index (PCI)* Beserta Penanganannya Pada Ruas Jalan Cangkir – Mastrip Provinsi Jawa Timur. MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi, v3(n1), 90 – 99.

ABSTRACT

The mobility of heavy vehicles in the dense industrial sector of the Gresik area, especially the Cangkir - Mastrip Road section, has an effect on the condition of road infrastructure which is getting longer and ends up being damaged. There needs to be a discussion regarding the identification and calculation of the value of road damage conditions on the Cangkir - Mastrip Road Section (STA 0+000 – STA 8+600). This research produces alternative road handling based on the value of road pavement conditions. The data collection method used by the researcher is through observation of damage surveys in the field and calculation of damage condition values using the *PCI (Pavement Condition Index) Method*. The average value of the damage condition on Jalan Cangkir Regency Gresik – Jalan Mastrip Surabaya City is **83.12** with *Very Good* condition. The most dominant type of handling used is the P6 method (road leveling), which is in the condition of damage in 63 segments.

© 2023 MITRANS : Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

Identifikasi Kerusakan Jalan ...

© 2023 MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

1. Pendahuluan

Jalan berperan sebagai infrastruktur krusial yang mendukung kelancaran aktivitas ekonomi, baik di tingkat nasional maupun regional (Siswanto dkk., 2016). Proses perencanaan prasarana jalan, dibutuhkan kondisi perkerasan jalan yang baik untuk mendukung kinerja jalan dan melayani beban lalu-lintas. Kabupaten Gresik, sebagai salah satu kawasan industri, memiliki arus lalu lintas yang padat, terutama dari kendaraan berat. Intensitas pergerakan kendaraan yang tinggi memberikan tekanan signifikan pada struktur perkerasan jalan. Seiring berjalannya waktu, beban lalu lintas yang terus-menerus dapat mempercepat penurunan kualitas jalan, mengakibatkan berbagai kerusakan seperti retakan serta penurunan daya tahan permukaan yang pada akhirnya mengganggu keselamatan pengguna jalan.



Gambar 1 Dokumentasi Kerusakan Jalan di Jl. Raya Cangkir
Sumber : Dokumentasi Pribadi 2024



Gambar 2 Dokumentasi Kerusakan Jalan di Jl. Raya Mastrip
Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024

Jalan Cangkir di Kecamatan Driyorejo, Kabupaten Gresik merupakan akses alternatif lalu-lintas rute Gresik – Surabaya maupun sebaliknya. Ruas jalan Cangkir – Mastrip termasuk dalam klasifikasi jalan kolektor primer golongan III A. Panjang ruas jalan yang akan diteliti adalah sepanjang 8,6 km dengan lebar jalan bervariasi mulai dari 7 m hingga 10 m. Ruas dimulai dari titik awal Jalan Cangkir (Depan Koramil Driyorejo) 5 km ke arah perbatasan Gresik-Surabaya, hingga 3,6 km menuju titik akhir Jalan Mastrip (depan Lottemart). Ruas Jalan Cangkir - Mastrip merupakan Ruas jalan yang termasuk dalam lingkup area industri padat, akses menuju Tol Mojokerto-Surabaya, kawasan pemukiman, serta akses kawasan pendidikan di Kecamatan Driyorejo, Kabupaten Gresik.

Mobilitas kendaraan berat pada sektor industri padat kawasan Gresik khususnya ruas Jalan Cangkir - Mastrip, berpengaruh pada kondisi prasarana jalan yang semakin lama akhirnya mengalami kerusakan. Pada situasi lalu-lintas yang ramai disertai kemacetan, menambah jumlah beban lalu-lintas ruas Jalan Cangkir – Mastrip. Perencanaan penanganan kerusakan jalan serta penetapan kondisi lapisan perkerasan jalan dapat dilakukan dengan menggunakan metode *Pavement Condition Index (PCI)*. Metode *PCI* adalah metode dalam menetapkan penilaian serta penanganan jalan yang merujuk pada penilaian kondisi jalan yang terskala (Kusmaryono dan Sepingga, 2020).

2. State of the Art

Bagian ini, peneliti memetakan beberapa hasil penelitian sebelumnya terkait dengan judul yang diangkat oleh penulis yaitu Identifikasi Kerusakan Jalan Menggunakan Metode *Pavement Condition Index (PCI)* Beserta Penanganannya Pada Ruas Jalan Cangkir – Mastrip Provinsi Jawa Timur.

2.1. Ruas No. 163 harus menjadi prioritas utama untuk perbaikan, mengingat tingkat kerusakan rata-ratanya yang sangat tinggi, yakni 24.734. Sementara itu, Ruas No. 193, yang saat ini berada dalam kondisi sangat baik dengan nilai 89.909, kini menjadi fokus utama untuk dilakukan perbaikan. Secara keseluruhan, total biaya yang dibutuhkan untuk memperbaiki ruas jalan ini mencapai Rp 13.807.344.094,00 dengan total panjang 24,9 kilometer (Anjasari, 2021).

2.2. Analisis menyeluruh terhadap kondisi jalan menunjukkan bahwa nilai rata-rata *PCI* berada di angka 58,33. Berdasarkan klasifikasi, ruas jalan yang menghubungkan Kota Tenggarong dan Desa Jahab masih dalam kondisi dapat dilalui, dengan tingkat prioritas menurut Bina Marga sebesar 9,83.

Estimasi biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan overlay pada ruas jalan di Kutai Kartanegara, yang mencakup segmen Kota Tenggarong hingga Desa Jahab dengan diperkirakan mencapai Rp 33.464.145.000 (Rahman, 2020).

2.3. Akibat kerusakan di Jalan Babat – Jalan Kab. STA Jombang 10.000 – 25.000. Pada segmen ini, nilai PCI sebesar 92,1 menunjukkan kondisi baik menurut klasifikasi. Menurut ketentuan Bina Marga, berbagai metode pemeliharaan dapat diterapkan untuk meningkatkan kualitas layanan jalan di seksi ini. Metode tersebut mencakup pemanfaatan aspal lokal, perbaikan retakan, penambalan laston, pelapisan permukaan dengan aspal cair, perbaikan kerusakan pada laston, serta pencampuran aspal dingin. Anggaran yang dibutuhkan untuk memperbaiki kerusakan tersebut sebesar Rp147.621.328,36 (Fadjrianto dan Siswoyo, 2020).

2.4. Evaluasi kondisi Jalan Betung-Sekayu dengan metode PCI mengungkapkan bahwa jalan ini tergolong dalam kategori rusak dengan tingkat keparahan yang tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa mayoritas ruas jalan mengalami kerusakan signifikan, yang mencakup enam jenis utama, yakni retak, retak buaya, retak tepi, permukaan yang tidak rata, kehilangan material, serta perubahan bentuk pada struktur jalan. (Akbar dan Kusmindari, 2022).

2.5. Evaluasi Jalan Betung-Sekayu dengan metode PCI menghasilkan PCI dalam waktu 30 menit dengan peringkat buruk (bahaya). Hal ini merujuk bahwa sebagian besar ruas jalan Betung-Sekayu dalam kondisi kerusakan berat, dengan 6 tipe kerusakan yaitu retak, retak tipe buaya, tepian pecah, bergelombang, terbentuknya residu dan distorsi. (Al Faritzie, Firda, dan Aprilyanti, 2022).

2.6. Berbagai jenis kerusakan yang sering ditemukan meliputi retak buaya, kelebihan aspal, retak blok, benjolan dan cekungan, penurunan elevasi permukaan, retak pada bagian tepi dan sambungan, penurunan bahu jalan, retak memanjang, tambalan, lubang, alur, sungkur, pelebaran jalan, serta pelepasan material permukaan. Estimasi biaya pemeliharaan yang paling besar ada pada segmen 6 sebesar 28,45 juta rupiah (Nafita dan Mahardi, 2022).

2.7. Hasil pengamatan jalan arteri sekunder di Kecamatan Sukolilo menunjukkan beragam kondisi. Jalan Nginden Semolo, Jalan Raya Nginden, Jalan Raya ITS, dan Jalan Semolowaru semuanya berada dalam kondisi prima dengan nilai PCI masing-masing 83, 97, 95, dan 99. Sementara itu, Jalan Arif Rahman Hakim secara keseluruhan tergolong sangat baik dengan nilai 74 %. Namun, ada beberapa titik yang memerlukan perhatian lebih, seperti unit sampel 3 yang berada dalam kondisi cukup mendekati sedang, unit sampel 4 yang mengalami kerusakan cukup parah, serta unit sampel 7 yang juga menunjukkan penurunan kualitas. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun sebagian besar jalan dalam kondisi sangat baik, perbaikan tetap diperlukan di beberapa segmen tertentu (Kartika, 2018).

2.8. Evaluasi kondisi jalan mengungkapkan pentingnya menetapkan skala prioritas dalam perbaikan infrastruktur jalan provinsi di Kabupaten Lamongan. Ruas jalan yang menjadi fokus utama dalam perbaikan ini meliputi Jalan Babat – Batas Kabupaten Jombang, Jalan Batas Kota Lamongan – Batas Kabupaten Mojokerto (Widayanti, Wibisono, dan Sari, 2020).

2.9. Analisis kondisi jalan menghasilkan kondisi kerusakan yang paling banyak muncul mencakup lubang, pelapukan, dan pelepasan butiran aspal. Kerusakan paling serius ditemukan pada segmen 58 dan segmen 65. Sebagai langkah pembenahan kerusakan, direkomendasikan metode perbaikan berupa penambalan lubang serta pengaspalan (P5 dan P2) untuk meningkatkan kualitas jalan di kawasan wisata Bukit Jaddih (Inayah dan Widayanti, 2023).

2.10. Dalam analisa penulis memberikan hasil analisis tentang jenis kerusakan pada perkerasan jalan, meliputi retak buaya seluas 3.667,31 m², retak blok 83,46 m², keriting 648,77 m², penurunan bekas tambalan 88,01 m², lubang 2,32 m², serta sungkur 156,84 m². Berdasarkan Pavement Condition Index (PCI), kondisi jalan diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori, yakni 12,5% dalam kondisi baik (PCI 86–100), 17,5% dalam kondisi sedang (PCI 51–70), 60% dalam kondisi buruk (PCI 26–50), dan 10% dalam kondisi sangat buruk (PCI 0–25). Dari hasil analisis, metode perbaikan yang direkomendasikan mencakup pemeliharaan rutin untuk 7 segmen jalan, penambahan lapisan perkerasan untuk 24 segmen jalan, serta rekonstruksi pada 4 segmen jalan. Sementara itu,

berdasarkan perhitungan Anggaran Biaya, total dana yang diperlukan untuk proses perbaikan jalan ini mencapai Rp 4.611.871.000,00 (Pratama and Hs, 2022).

3. Metode Penelitian

Penulis menerapkan metode penelitian kuantitatif dalam studi kasus ini. Penelitian kuantitatif pada penelitian ini berisi mengenai perhitungan secara rinci dan spesifik untuk memperoleh hasil penilaian kondisi perkerasan dengan menerapkan metode *Pavement Condition Index* (PCI) serta nantinya akan diperoleh jenis penanganan jalan.

3.1. Lokasi Penelitian

Titik lokasi penelitian yang akan diidentifikasi jenis kerusakan dan penanganannya ialah pada Ruas Jalan Cangkir – Mastrip, Kecamatan Driyorejo, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Jalan Cangkir – Mastrip termasuk jenis klasifikasi jalan Kolektor Primer golongan III. Jalan Cangkir termasuk jalan dengan 2 Lajur dan 2 Arah tanpa pembatas median. Panjang ruas jalan yang akan diteliti adalah sepanjang 8,6 km dengan lebar jalan bervariasi mulai dari 7 m hingga 10 m. Survei kerusakan jalan nantinya dibagi dalam beberapa unit sampel (segmen) setiap jarak per 100 meter.

3.2. Metode pengumpulan data

Pengumpulan data dilaksanakan melalui observasi langsung di lapangan disertai dengan melakukan survei terhadap kondisi kerusakan jalan. Tingkat kerusakan dinilai berdasarkan identifikasi dan analisis berbagai jenis kerusakan yang ditemukan. Hasil pengamatan tersebut kemudian digunakan untuk menentukan kondisi jalan dengan metode *PCI* (*Pavement Condition Index*).

3.3. Prosedur penelitian

i. Persiapan

Persiapan ini berisi mengenai beberapa kegiatan berikut :

- a) Merumuskan dan mengidentifikasi permasalahan.
- b) Melaksanakan observasi dan pengamatan di lokasi penelitian.
- c) Menentukan kebutuhan data dan sumber data.
- d) Menyusun jadwal rencana pelaksanaan Penelitian.

ii. Pengumpulan Data

Data yang diterapkan dalam penelitian ini, diperoleh melalui tahap berikut ini:

- a) Survei Lapangan: Penulis melaksanakan survei langsung di Ruas Jalan Cangkir - Mastrip untuk mengidentifikasi dan mencatat kerusakan.
- b) Pengumpulan Catatan dan Laporan : Penulis memperoleh laporan atau catatan dari Bidang Teknik, Dinas PU Bina Marga Jawa Timur.
- c) Pengamatan Visual : Penulis melakukan pengamatan visual secara langsung atau menggunakan gambar atau rekaman video untuk mengidentifikasi dan menggambarkan kerusakan jalan.

iii. Jenis Data

a) Data Primer

Data primer umumnya diperoleh melalui metode pengumpulan data seperti survei, observasi, wawancara. Data primer mengenai kerusakan jalan adalah data yang dikumpulkan langsung dari sumber awal atau melalui observasi dan pengukuran langsung di lapangan. Terdapat beberapa data primer yang diamati peneliti, yaitu meliputi data jenis kerusakan, data pengukuran luasan kerusakan, dan dokumentasi kerusakan.

b) Data Sekunder

Data sekunder dapat berasal dari berbagai sumber, seperti laporan penelitian, basis data, publikasi ilmiah, dokumen perusahaan, catatan pemerintah, atau sumber informasi lainnya. Dalam melaksanakan tahapan penelitian, penulis menggunakan data tambahan dalam melaksanakan

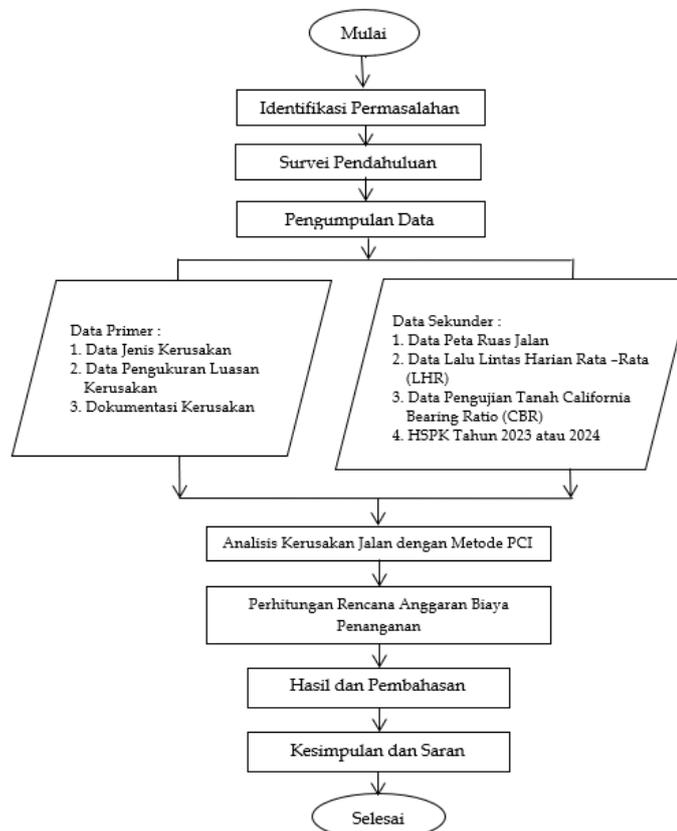
penelitian meliputi beberapa data yaitu : Data ruas jalan, Lalu-lintas Harian Rata-rata (LHR), dan hasil CBR pengujian tanah.

3.4. Pengolahan Data

Pengolahan data dilakukan berdasarkan hasil data dari catatan survei di lapangan, lalu data tersebut dikelompokkan pada kategori yang sama, dan dianalisa sesuai dengan metode yang digunakan. Prosedur pengolahan data lebih difokuskan pada analisa tingkatan penurunan kualitas jalan pada Ruas Jalan Cangkir – Mastrip. Berikut ini merupakan Langkah-langkah analisis data kerusakan jalan pada metode *Pavement Condition Index (PCI)* :

- Memperhitungkan kerapatan (*density*)
- Mengetahui nilai pengurang *DV (Deduct Value)*
- Mengetahui allowable maximum *deduct value (m)*
- Memperhitungkan nilai total pengurang *TDF (Total Deduct Value)*
- Mengetahui pengurang terkoreksi *CDV (Corrected Deduct Value)*
- Memperhitungkan hasil kondisi jalan *PCI (Pavement Condition Index)*

3.5. Bagan Alir penelitian



Gambar 3 Bagan Alir Penelitian

Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2024

4. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil survei lapangan yang telah dilaksanakan oleh penulis, maka dapat diperoleh beberapa poin pembahasan berikut ini :

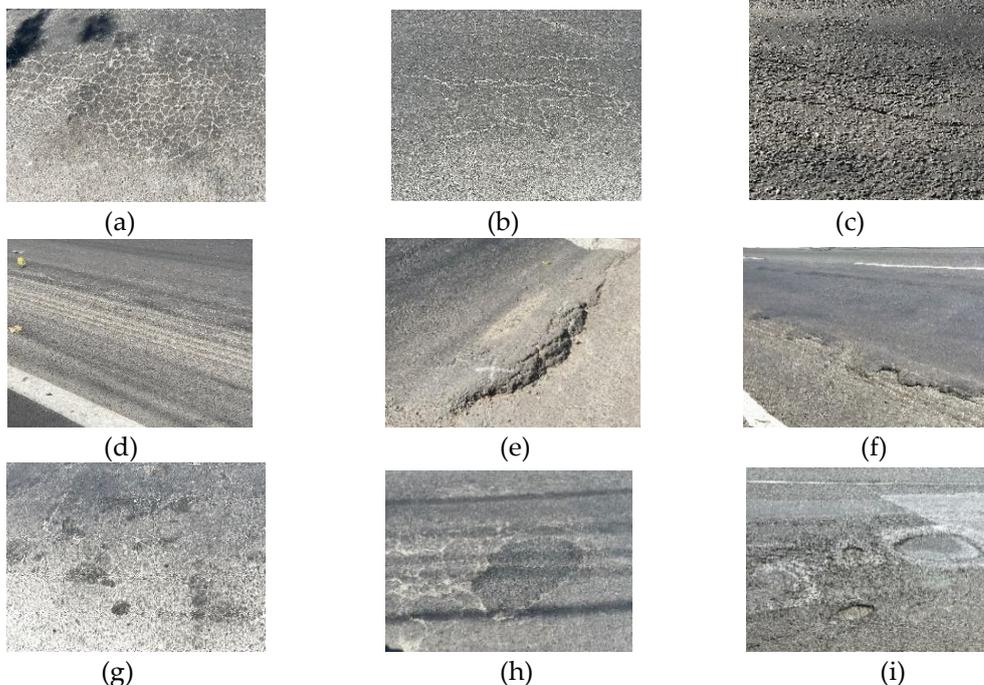
4.1. Hasil Perhitungan PCI

Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap segmen kerusakan memiliki jenis kerusakan dan tingkat kerusakan yang berbeda. Berikut ini hasil dari identifikasi jenis kerusakan jalan yang ada pada Jalan Cangkir Kab.Gresik – Jalan Mastrip Kota Surabaya:

Tabel 1 Hasil Identifikasi Kerusakan Jalan (Penulis, 2024)

No	Jenis Kerusakan	Segmen Kerusakan
1.	Retak Kulit Buaya (<i>Alligator Cracking</i>)	2, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 32, 36, 37, 39, 40, 41, 43, 45, 48, 49, 52, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 85.
2.	Retak Blok (<i>Block Cracking</i>)	9, 10, 11, 12, 20, 21, 24, 78, 84
3.	Retak Memanjang (<i>Longitudinal Cracking</i>)	2, 5, 8, 10, 11, 15, 16, 20, 24, 27, 28, 33, 39, 41, 43, 46, 47, 48, 51, 58, 61, 71, 73, 78
4.	Alur (<i>Rutting</i>)	1, 6, 7, 8, 22, 25, 26, 29, 33, 34, 35, 45, 85, 86
5.	Sungkur (<i>Shoving</i>)	8, 22, 26, 29, 52, 53, 56, 57, 59, 60, 70, 75, 76, 79
6.	Benjol dan Turun (<i>Bump and Sags</i>)	1, 2, 3, 5, 7, 9, 13, 15, 16, 22, 26, 29, 30, 32, 38, 40, 54, 55, 57, 58, 59, 61, 65, 66, 67, 70, 71, 75
7.	Pelapukan dan Pelepasan Berbutir (<i>Weathering and Raveling</i>)	9, 19, 20, 23, 30, 39, 44, 45, 48, 62, 63, 64, 65, 68, 73, 75, 77, 82, 85
8.	Tambalan (<i>Patching</i>)	2, 9, 17, 18, 25, 30, 38, 61, 62, 64, 65, 66, 71, 73, 74, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 86
9.	Lubang (<i>Pothole</i>)	10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19, 20, 24, 32, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 43, 45, 48, 51, 52, 56, 58, 60, 62, 64, 65, 66, 68, 77, 78, 83, 84, 86
10.	Amblas (<i>Depression</i>)	30 dan 76

Berdasarkan Tabel diatas, dibawah ini merupakan dokumentasi jenis kerusakan yang paling dominan yaitu Retak Kulit Buaya, Retak Blok, Retak Memanjang, Lubang, Benjol dan Turun, Sungkur, Alur, Pelapukan dan Pelepasan Berbutir, Tambalan.



Gambar 4 : Contoh gambar (a) Retak Kulit Buaya, (b) Retak Block, (c) Retak Memanjang, (d) Alur, (e) Sungkur, (f) Benjol dan Turun, (g) Pelepasan Berbutir, (h) Tambalan, (i) Lubang (Penulis, 2024)

4.2. Hasil Perhitungan PCI

Berdasarkan hasil identifikasi kerusakan jalan pada tabel 1, maka selanjutnya dihitung nilai kondisi kerusakannya menggunakan metode *Pavement Condition Index*. Berikut ini merupakan contoh perhitungan pada salah satu segmen yaitu segmen 2 pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2 Perhitungan PCI (Penulis, 2024)

Segmen 2 (STA 0 + 100 – STA 0 + 200) Jalan Raya Cangkir							
Panjang segmen (m)	Lebar Jalan (m)	JK	TK	Ukuran			L
				p	l	d	
100	7,84	Benjol dan Turun (<i>Bump and Sags</i>)	L	5,00	0,6	0,02	3
		Benjol dan Turun (<i>Bump and Sags</i>)	M	2,1	0,54	0,02	1,134
		Retak Memanjang (<i>Longitudinal Cracking</i>)	L	0,6	0,02		0,012
		Retak Kulit Buaya (<i>Alligator Cracking</i>)	M	1,24	0,64		0,793
		Tambalan (<i>Patching</i>)	L	0,32	0,28		0,089

Keterangan :

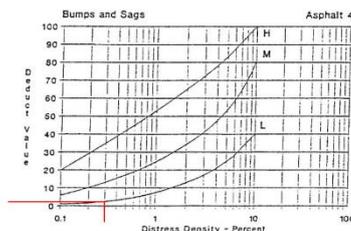
JK	: Jenis Kerusakan	l	: Lebar (m)
TK	: Tingkat Kerusakan	d	: Kedalaman (m)
p	: Panjang (m)	L	: Luasan Kerusakan (m ²)

a) Menentukan *Density*

- $D = \frac{\text{Luas Kerusakan}}{\text{Luas Segmen}} \times 100\%$
- $D = \frac{3}{784} \times 100\% = 0,38\%$
- $D = \frac{1,134}{784} \times 100\% = 0,144\%$
- $D = \frac{0,012}{784} \times 100\% = 0,0015\%$
- $D = \frac{0,793}{784} \times 100\% = 0,102\%$
- $D = \frac{0,089}{784} \times 100\% = 0,012\%$

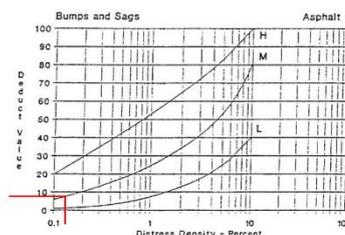
b) Menentukan Nilai *Deduct Value* berdasarkan Grafik

Nilai deduct value berbeda – beda sesuai dengan jenis dan tingkat kerusakan sehingga dapat ditentukan dengan menggunakan grafik ditunjukkan pada Gambar 5, Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8, dan Gambar 9



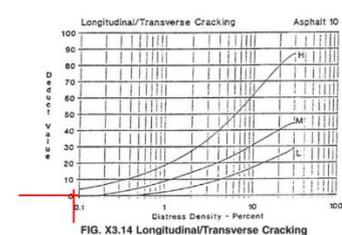
Gambar 5 Grafik
Deduct Value Benjol
Turun (1)

Sumber : Shahin, 1994



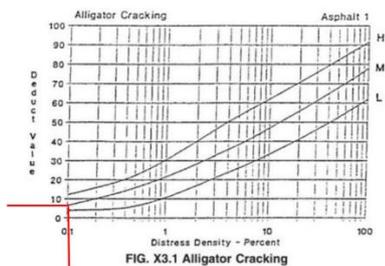
Gambar 6 Grafik
Deduct Value Benjol
Turun (2)

Sumber : Shahin, 1994

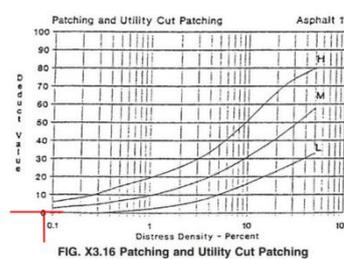


Gambar 7 Grafik
Deduct Value Retak
Memanjang

Sumber : Shahin, 1994



Gambar 8 Grafik *Deduct Value* Retak Buaya
Sumber : Shahin, 1994



Gambar 9 Grafik *Deduct Value* Tambalan
Sumber : Shahin, 1994

Berdasarkan langkah (a) dan (b) diatas, maka dapat diketahui nilai *Density* dan nilai *Deduct Value* pada segmen 2 yaitu pada Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3 Rekapitulasi nilai *density* dan *deduct value* segmen 2 (Penulis, 2024)

	Jenis Kerusakan	Tingkat Kerusakan	Luas Kerusakan	<i>Density</i> (%)	<i>Deduct Value</i>
1.	Benjol dan Turun (<i>Bump and Sags</i>)	Low	3	0,380	2
2.	Benjol dan Turun (<i>Bump and Sags</i>)	Medium	1,134	0,144	8
3.	Retak Memanjang (<i>Longitudinal Cracking</i>)	Low	0,012	0,0015	0
4.	Retak Kulit Buaya (<i>Alligator Cracking</i>)	Medium	0,7936	0,102	8
5.	Tambalan (<i>Patching</i>)	Low	0,0896	0,012	0

Berdasarkan langkah sebelumnya, maka langkah selanjutnya yaitu menentukan nilai pengurang izin maksimum (Mi) dan Nilai *Corrected Deduct Value* (CDV), serta nilai *Total Deduct Value* (TDV) yaitu dapat diuraikan dibawah ini.

- c) Menentukan Nilai Pengurang Izin Maksimum (Mi)

$$Mi = 1 + (9/98) * (100 - HDVi)$$

Keterangan :

Mi : Nilai Pengurang Izin Maksimum

HDVi : Nilai terbesar *deduct value* dalam satu segmen

$$Mi = 1 + (9/98) * (100 - 8)$$

$Mi = 9,45 > 5$ (banyak nya *deduct value*), maka tidak

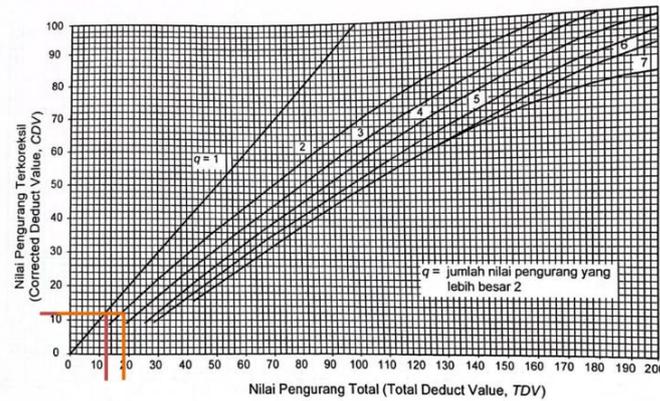
- d) Menentukan Nilai *Corrected Deduct Value* (CDV)

Nilai *CDV* dapat diketahui dengan melaksanakan iterasi hingga mendapatkan q=1, dengan melakukan pengurangan nilai – nilai *Deduct Value* yang mempunyai nilai lebih besar dari 2 diubah menjadi 2 sampai diperoleh q = 1, yang kemudian nilai *Deduct Value* tersebut dijumlahkan menjadi *TDV* (*Total Deduct Value*). Berikut merupakan iterasi segmen 2 yang telah dicantumkan pada Tabel 4 berikut ini :

Tabel 4 Total *Deduct Value* (Penulis, 2024)

No.	<i>Deduct Value</i>					<i>Total Deduct Value</i> (TDV)	q	<i>CDV</i> (Grafik)
1.	8	8	2	0	0	18	2	12
2.	8	2	2	0	0	12	1	12

Berdasarkan nilai *Total Deduct Value* (TDV) dari hasil iterasi diatas, maka dapat dapat diketahui nilai *Corrected Deduct Value* (CDV) berdasarkan grafik dibawah ini :



Berdasarkan *Total Deduct Value (TDV)* dari hasil iterasi yang telah di plot kan pada grafik diatas, maka diperoleh nilai *Corrected Deduct Value (CDV)* maksimal pada grafik yaitu sebesar 12 sehingga dapat diketahui besaran nilai PCI pada segmen 2 yaitu :

$$PCI_{(S)} = 100 - CDV$$

$$PCI_{(S)} = 100 - 12$$

$$PCI_{(S)} = 88 \text{ Excellent}$$

4.3. Penentuan Penanganan kerusakan pada Jalan Cangkir – Jalan Mastrip

Pada hasil perhitungan kondisi kerusakan Jalan dengan metode *Pavement Condition Index (PCI)*, ruas Jalan Cangkir Kab. Gresik – Jalan Mastrip Kota Surabaya, Berikut ketentuan langkah pemeliharaan kerusakan jalan menurut metode Bina Marga 1995 Pada Tabel 5 dibawah :

Tabel 5 Hasil Penentuan Penanganan (Penulis, 2024)

No	Jenis Penanganan	Segmen Kerusakan
1.	Metode (P2) merupakan pendekatan pemeliharaan jalan yang dilakukan melalui proses pengaspalan ulang. Kerusakan yang diperbaiki meliputi permukaan yang terkelupas, retak kulit buaya, retak berbentuk blok, serta retakan panjang dengan lebar kurang dari 2 mm.	8, 9, 11, 19, 20, 23, 24, 25, 30, 32, 37, 39, 41, 44, 45, 48, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 70, 73, 75, 77, 78, 82, 84, 85.
2.	Metode (P3) adalah perbaikan pelapisan retakan. Pemeliharaan ini digunakan untuk menangani kerusakan retak garis dengan lebar retakan kurang dari 2 mm.	2, 27, 39, 41, 43, 58.
3.	Metode (P4) adalah perbaikan pengisian retakan. pemeliharaan ini memperbaiki kerusakan retak garis lebih dari 2 mm.	5, 8, 10, 11, 15, 16, 20, 24, 28, 33, 46, 47, 48, 51, 61, 68, 73, 78.
4.	Metode (P5) adalah teknik perbaikan jalan yang dilakukan dengan menambal bagian kerusakan. Pendekatan ini mengatasi jenis kerusakan, termasuk retak buaya, retak kotak dengan lebar lebih dari 2 mm, lubang, alur, penurunan permukaan, serta tonjolan dengan kedalaman lebih dari 50 mm, serta permukaan jalan yang bergelombang kedalaman melebihi 30 mm.	2, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 19, 20, 21, 24, 25, 26, 27, 28, 30, 39, 40, 45, 48, 49, 52, 53, 56, 57, 59, 60, 62, 64, 65, 66, 67, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 86.
5.	Metode (P6) adalah jenis perbaikan perataan jalan. Kerusakan yang perlu diperbaiki menggunakan metode ini adalah lubang, alur, penurunan atau amblas, jembul kurang dari 50 mm dan bergelombang kurang dari 30 mm	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 25, 26, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 43, 45, 48, 51, 52, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 68, 70, 71, 74, 75, 76, 77, 78, 80, 81, 82, 83, 86.

5. Kesimpulan

Kesimpulan yang dihasilkan meliputi beberapa hal berikut ini :

- a) Hasil identifikasi jenis kerusakan pada Ruas Jalan Cangkir Kab. Gresik – Jalan Mastrip Kota Surabaya, jenis kerusakan yang paling dominan ialah kerusakan Retak Kulit Buaya, Retak Blok, Retak Memanjang, Lubang, Benjol dan Turun, Sungkur, Alur, Pelapukan dan Pelepasan Berbutir, Tambalan.
- b) Nilai Rata – rata kondisi kerusakan pada Jalan Cangkir Kab. Gresik – Jalan Mastrip Kota Surabaya ialah 83,12 dengan kondisi Very Good. Terdapat 4 segmen yang pada segmen tersebut tidak ditemukan adanya kerusakan jalan yaitu segmen 4, 31, 42, dan 50.
- c) Jenis penanganan dengan metode P2 (Perbaikan aspal), dilakukan pada kondisi kerusakan di 28 Segmen. Jenis penanganan dengan metode P3 (Pelapisan retak), dilakukan pada kondisi kerusakan di 6 Segmen. Jenis penanganan dengan metode P4 (Pengisian retak), dilakukan pada kondisi kerusakan di 18 Segmen. Jenis penanganan dengan metode P5 (Penambalan lubang), dilakukan pada kondisi kerusakan di 49 Segmen. Jenis penanganan dengan metode P6 (Perataan jalan), dilakukan pada kondisi kerusakan 63 Segmen.

6. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan syukur kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, yang memungkinkan terselesaikannya artikel dalam jurnal ini dengan baik. Selain itu, penulis juga mengungkapkan terima kasih yang tulus kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan, serta keikutsertaan dalam proses penyusunan dan penyelesaian penelitian ini. Terima kasih khusus saya sampaikan kepada Ibu Dr. Ari Widayanti, S.T., M.T, selaku dosen pembimbing yang telah memberi pengarahan dan bimbingan dari awal hingga akhir pengerjaan tugas akhir. Orang tua penulis yang mendoakan, memberi dukungan serta motivasi bagi penulis dalam pengerjaan tugas akhir. Teman – teman seperbimbingan atas dukungan moral, semangat, dan pengertian tanpa henti.

7. Referensi

- Akbar, K.A., dan Desi, K. 2013. "Bina Darma Conference on Engineering Science." 252–66.
- Anjasari, U. 2021. "Analisis Kerusakan Jalan dan Biaya Perbaikan dalam Menentukan Prioritas Perbaikan Jalan di UPT Situbondo." *Digital Repository Universitas Jember* : 2019–22.
- Fadjrianto, A.P., dan Siswoyo. 2020. "Analisa Perbaikan Kerusakan Jalan menggunakan Metode PCI Jombang." *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi* 8(2):121–28.
- Al Faritzie, H., Ani, F., dan Selvia, A. 2022. "Identifikasi dan Analisis Kerusakan Jalan pada Ruas Jalan Siaran Sako Kota Palembang." *Bearing : Jurnal Penelitian Dan Kajian Teknik Sipil* 7(4):223.
- Inayah, I.R., dan Widayanti, A. 2023. "Analisis Kerusakan Jalan dan Penyebabnya di Kawasan Wisata Kabupaten Bangkalan." *Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi* 1(3):305–15.
- Rachman, I. 2020. "Analisis Kerusakan dan Rencana Anggaran Biaya Penanganan Ruas Jalan Kabupaten Kutai Kartanegara (Studi Kasus : Simpang 3 Batas Kota Tenggarong – Desa Jahab)." 9(10):1–13.
- Kartika, A.F. 2018. "Analisa Kondisi Perkerasan Jalan menggunakan Metode PCI pada Kecamatan Sukolilo Kota Surabaya - Provinsi Jawa Timur." 1–343.
- Nafita, C., dan Mahardi, P. 2022. "Analisa Tingkat Kerusakan Jalan terhadap Biaya Perbaikan Jalan." *Ejournal.Unesa.Ac.Id* 4(2):1–16.
- Pratama, T.O., dan Suryanto Hs. 2022. "Analisa Kerusakan Jalan dan Teknik Perbaikan Berdasarkan Metode Pavement Condition Index (PCI) Beserta Rencana Anggaran Biaya pada Ruas Jalan Gempol-Pandaan (Studi Kasus: Ruas Jalan Gempol-Pandaan Km 39+000-42+000)." 100(2).
- Widayanti, A., Wibisono, R.E., dan Sari, C.K. 2020. "Tipe Kerusakan Jalan Provinsi dan Penentuan Skala Prioritas Penanganan Di Kabupaten Lamongan." *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi)* 2(2):73.

Tersedia online di www.journal.unesa.ac.idHalaman jurnal di www.journal.unesa.ac.id/index.php/mitrans

Perencanaan Infrastruktur Penyeberangan Pejalan Kaki Untuk Meningkatkan Keselamatan Penumpang di Grab Lounge Bungurasih Sidoarjo

Selly Adiza Siswanto ^a, Kusuma Refa Haratama ^b

^a Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia.

^b Program Studi D4 Transportasi, Universitas Negeri Surabaya, Kota Surabaya, Indonesia.

email: ^aselly.19038@mhs.unesa.ac.id, ^bkusumaharatama@unesa.ac.id

INFO ARTIKEL

Sejarah artikel:

Menerima 4 Maret 2025

Revisi 18 Maret 2025

Diterima 19 Maret 2025

Online 28 April 2025

Kata kunci:

Pejalan Kaki,
Penyeberangan Pejalan Kaki,
Infrastruktur Penyeberangan,
Waktu Sinyal,
Grab Lounge Bungurasih

ABSTRAK

Terminal Bus Bungurasih Sidoarjo yang merupakan salah satu terminal terbesar di Jawa Timur. Dalam 3 jam pengamatan terdapat 624 penumpang bus yang turun di Terminal Bungurasih, Sidoarjo dan melanjutkan perjalanan dengan menggunakan transportasi online. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian fasilitas penyeberangan yang memadai bagi pejalan kaki maupun penumpang bus di lokasi penelitian. Teknik Analisa data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengolah data hasil survei lapangan dengan cara menentukan frekuensi kedatangan bus tiap jam pada jam sibuk, merencanakan periode fase sinyal untuk lalu lintas kendaraan dan pejalan kaki, menganalisis tundaan pejalan kaki, menganalisis periode waktu tunggu, dan merencanakan infrastruktur penyeberangan pejalan kaki dan melakukan simulasi hasil rekayasa dengan menggunakan *software* vissim. Hasil analisis volume kendaraan dan pejalan kaki yang melintas pada Jalan Letjen Sutoyo adalah pada hari Minggu sore (pukul 18:00-21:00) total penyeberang adalah 550 orang dan 323 bus. Sedangkan, hari Senin pagi (06:00-09:00) total penyeberang adalah 481 orang dan 353 bus. Hasil analisis jam kedatangan bus dan pejalan kaki yang melintas di Jalan Letjen Sutoyo pada hari Minggu sore terjadi pada hitungan 7 (pukul 20.30-21.30) dengan nilai 123 bus/jam dan 276 orang. Sedangkan pada hari Senin pagi terjadi pada hitungan 3 (pukul 06.00-07.30) dengan nilai 127 bus/jam dan 196 orang. Durasi waktu sinyal adalah 28 detik dalam 1 periode yang terdiri dari 3 detik lampu hijau, 10 detik lampu kuning, dan 15 detik lampu merah bagi pejalan kaki. Durasi waktu bagi kendaraan yakni 12 detik lampu hijau, 3 detik lampu kuning, dan 10 detik lampu merah di mana 3 detik lampu hijau bersamaan dengan lampu merah bagi pejalan kaki.

Pedestrian Crossing Infrastructure Planning to Improve Passenger Safety at Grab Lounge Bungurasih Sidoarjo

ARTICLE INFO

Keywords:

Pedestrian,
Road Crosser,
Crossing Infrastructure,
Time Signal,
Grab Lounge Bungurasih

ABSTRACT

Sidoarjo's Bungurasih Bus Terminal is one of the largest terminals in East Java. Within 3 hours of observation, 624 bus passengers got off at Bungurasih Terminal, Sidoarjo and continued their journey using online transportation. Therefore, it is necessary to adjust adequate crossing facilities for pedestrians and bus passengers at the research location. Data analysis techniques in this research were carried out by processing data from field

Siswanto, S.A., & Haratama, K. R. (2025). Perencanaan Infrastruktur Penyeberangan Pejalan Kaki Untuk Meningkatkan Keselamatan Penumpang di Grab Lounge Bungurasih Sidoarjo. MITRANS: Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi, v(n), Halaman awal - Halaman akhir.

surveys by determining the frequency of bus arrivals every hour during peak hours, planning signal phase periods for vehicle and pedestrian traffic, analyzing pedestrian delays, analyzing waiting time periods, and planning pedestrian crossing infrastructure and simulating engineering results using Vissim software. The results of the analysis of the volume of vehicles and pedestrians crossing Jalan Letjen Sutoyo are that on Sunday afternoon (18:00-21:00) the total number of pedestrians was 550 people and 323 buses. Meanwhile, on Monday morning (06:00-09:00) the total crossing was 481 people and 353 buses. The results of the analysis of arrival times for buses and pedestrians crossing Jalan Letjen Sutoyo on Sunday afternoon occurred at count 7 (20.30-21.30) with a value of 123 buses/hour and 276 people. Meanwhile, on Monday morning it occurred on count 3 (06.00-07.30) with a value of 127 buses/hour and 196 people. The duration of the signal is 28 seconds in 1 period consisting of 3 seconds of green light, 10 seconds of yellow light and 15 seconds of red light for pedestrians. The time duration for vehicles is 12 seconds for green lights, 3 seconds for yellow lights, and 10 seconds for red lights, where 3 seconds of green lights coincide with red lights for pedestrians.

© 2023 MITRANS : Jurnal Media Publikasi Terapan Transportasi. Semua hak cipta dilindungi undang-undang.

1. Pendahuluan

Fasilitas penyeberangan sangat dibutuhkan untuk wilayah yang memiliki mobilitas yang tinggi salah satunya adalah Terminal Bus Bungurasih Sidoarjo yang merupakan salah satu terminal terbesar di Jawa Timur. Rata-rata penumpang di terminal ini berkisar 28.000 penumpang dengan moda angkutan yang keluar masuk sebanyak 1000 kendaraan. Dalam 3 jam pengamatan terdapat 624 penumpang bus yang turun di Terminal Bungurasih, Sidoarjo dan melanjutkan perjalanan dengan menggunakan transportasi *online*. Oleh karena itu, di Terminal Bungurasih terdapat fasilitas Grab Lounge yang berfungsi memfasilitasi penumpang bus yang ingin beralih menggunakan transportasi ojek online layanan Grab. Dengan adanya Grab Lounge dibangun tempat pemberhentian penumpang disebelah Grab Lounge. Akan tetapi, kondisi di lapangan menunjukkan bahwa terdapat ketidaksesuaian fasilitas penyeberangan yang memadai seperti tidak adanya *zebra cross* atau *pelican crossing* di depan area Grab Lounge. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian fasilitas penyeberangan yang memadai bagi pejalan kaki maupun penumpang bus di lokasi penelitian.

2. State of the Art

Penelitian terdahulu digunakan penulis untuk menghindari kesamaan penelitian serta menjadi bahan rujukan dalam penelitian penulis. Penelitian yang dilakukan oleh Kusumadewi (2024), memiliki tujuan untuk mengetahui operasional waktu sinyal lampu lalu lintas untuk penyeberangan pejalan kaki dan untuk mengetahui kinerja ruas jalan Pahlawan Kota Madiun setelah pengaturan lampu lalu lintas. Metode yang digunakan dengan menghitung PV kuadrat dan dicocokkan dengan persyaratan fasilitas penyeberangan yang berlaku. Penelitian ini mendapatkan hasil perhitungan PV kuadrat sebesar $18,35 \times 10^8$ yang dapat diidentifikasi bahwa solusi yang paling tepat adalah menggunakan *pelican crossing* dengan lapak tunggu. *Pelican crossing* ditempatkan pada pilar 1 (Tengah) di sepanjang jalan Pangeran Diponegoro dengan durasi pejalan kaki 21 detik.

Penelitian lain menggunakan metode yang sama dan menemui beberapa hal dimana kebutuhan fasilitas penyeberangan di ruas jalan Jenderal Sudirman Kota Metro mendapatkan hasil terbesar (P) yakni 588 pejalan kaki/jam, nilai terbesar (V) 6543,5 kendaraan/jam, $PV^2 = 251,76 \times 10^{10}$. Berdasarkan hasil tersebut disarankan untuk memberikan fasilitas penyeberangan *pelican crossing* dengan median (Kurniawan dkk., 2019).

2.1. Pejalan Kaki

Pejalan kaki merupakan bagian dari lalu lintas sehingga pergerakan dan fasilitas untuk Bergeraknya harus diatur sedemikian rupa sehingga pejalan kaki dapat berjalan di lalu lintas dengan aman dan nyaman (Kartika, 2022). Pejalan kaki dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kecepatan berjalan, kecepatan menyeberang jalan, keselamatan pejalan kaki, volume pejalan kaki, tundaan pejalan kaki

dan waktu tunggu pejalan kaki. Kecepatan berjalan dipengaruhi oleh kondisi efisien pejalan kaki, usia, jenis kelamin, lokasi dan tingkat kepadatan pejalan kaki.

a. Kecepatan Berjalan Kaki

Kecepatan berjalan kaki ditunjukkan oleh tabel berikut ini.

Tabel 1. Kecepatan Berjalan Kaki (Ali dkk, 2018)

Kategori	Rata-rata(m/s)
Anak-Anak (Dibawah 9 tahun)	0,63
Laki-Laki Dewasa (10 – 39 tahun)	1,2
Wanita Dewasa (10- 39 tahun)	1,16
Laki-Laki Lansia (40-69 tahun)	1,16
Wanita Lansia (40-69 tahun)	1,07
Disabilitas	0,87
Rata-rata	1,02

b. Kecepatan Pejalan Kaki Menyeberang Jalan

Kecepatan pejalan kaki menyeberang jalan ditunjukkan oleh tabel berikut ini.

Tabel 2. Kecepatan Rata-Rata Pejalan Kaki Saat Menyeberang Jalan (Ali dkk, 2018)

Kategori	Rata-rata(m/s)
Anak-Anak (Dibawah 9 tahun)	1,06
Laki-Laki Dewasa (10 – 39 tahun)	1,35
Wanita Dewasa (10- 39 tahun)	1,2
Laki-Laki Lansia (40-69 tahun)	1,14
Wanita Lansia (40-69 tahun)	1,04
Disabilitas	1,02
Rata-rata	1,16

c. Tundaan Pejalan Kaki

Tundaan pejalan kaki adalah waktu yang dihabiskan oleh pejalan kaki untuk menunggu sebelum menyeberang jalan. Tundaan pejalan kaki dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$dv = \frac{C-Wefektif}{2} \times \frac{C-Wefektif}{C}$$

d. Waktu Tunggu Pejalan Kaki

Waktu tunggu pejalan kaki adalah durasi waktu yang disediakan pada lampu lalu lintas yang diperuntukkan untuk pejalan kaki guna meningkatkan keselamatan pejalan kaki. Waktu tunggu pejalan kaki dapat dihitung dengan persamaan berikut ini.

$$w = \frac{r}{2}$$

2.2. Penyeberangan Sebidang

Penyeberangan sebidang adalah jenis penyeberangan di mana lintasan penyeberangan pejalan kaki atau kendaraan lain berada pada Tingkat yang sama dengan jalan atau rel yang dilintasi. Dengan kata lain, penyeberangan ini tidak menggunakan jembatan atau terowongan untuk mengatasi perbedaan

tingkat antara jalan yang dilintasi sdn jalur penyeberangan (Kurniawan, 2019). Terdapat beberapa jenis penyeberangan sebidang diantaranya adalah *zebra coss*, *APILL*, dan *pelican crossing*.

3. Metode Penelitian

3.1. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yakni Grab Lounge Terminal Bungurasih Jalan Letjen Sutoyo Bungur, Medaeng, Kecamatan Waru, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. Lokasi penelitian berada di titik koordinat 7°20'57.63"S dan 112°43'8.55"E. di mana jalan tersebut merupakan jalan 1 jalur 2 lajur.

3.2. Teknik Pengumpulan Data

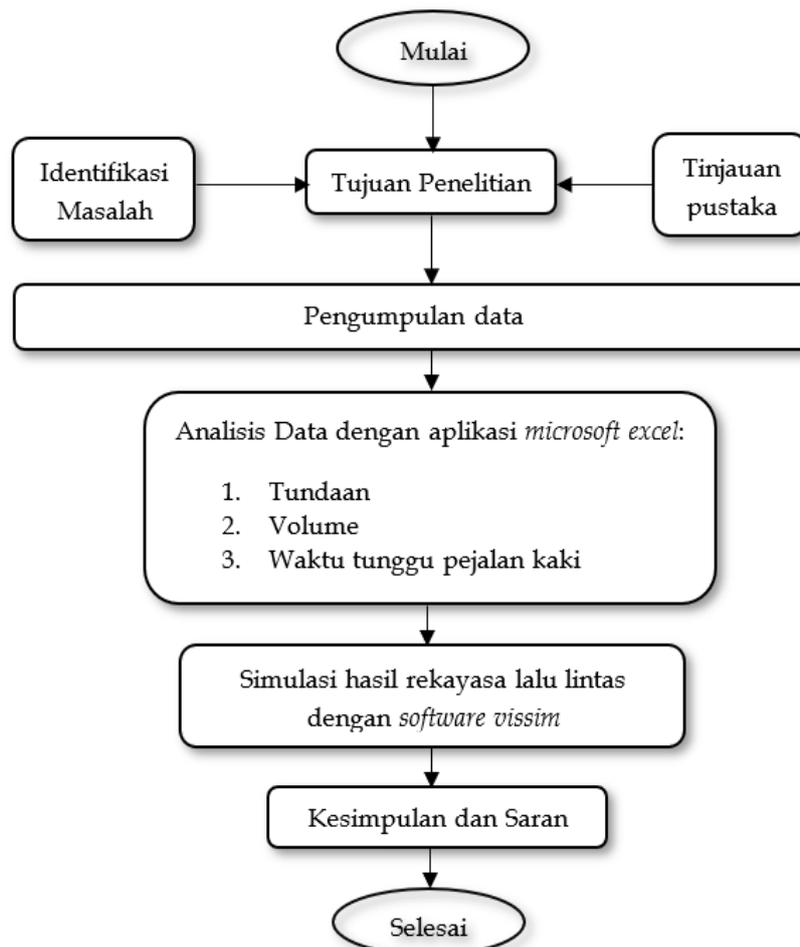
Teknik pengumpulan data dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan cara observasi lapangan, studi pustaka, dan studi dokumentasi. Observasi lapangan dilakukan di lokasi penelitian yakni Grab Lounge Terminal Bungurasih Sidoarjo. Instrumen yang digunakan antara lain form pengisian data volume kendaraan dan pejalan kaki, aplikasi *Traffic Counter*, alat tulis, dan *smartphone* yang digunakan untuk dokumentasi penelitian.

3.3. Teknik Analisa Data

Teknik Analisa data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengolah data hasil survey lapangan dengan cara menentukan frekuensi kedatangan bus tiap jam pada jam sibuk, merencanakan periode fase sinyal untuk lalu lintas kendaraan dan pejalan kaki, menganalisis tundaan pejalan kaki, menganalisis periode waktu tunggu, dan merencanakan infrastruktur penyeberangan pejalan kaki dan melakukan simulasi hasil rekayasa dengan menggunakan *software vissim*.

3.4. Diagram Alir

Diagram alir penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 1 berikut ini.



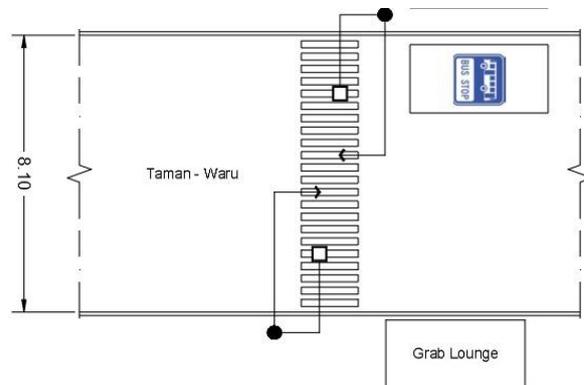
Gambar 1. Diagram alir penelitian (Penulis, 2024)

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Hasil Perhitungan Penelitian

- a. Menentukan lokasi penyeberangan dan pemberhentian

Lokasi penyeberangan dan pemberhentian ditunjukkan oleh Gambar 2 berikut ini.



Gambar 2. Desain rancangan fasilitas penyeberangan pejalan kaki pada Jalan Letjen Sutoyo menggunakan *software AutoCAD*. (Penulis, 2024)

- b. Jam Puncak dan Frekuensi Puncak Kedatangan Bus

Jam puncak kedatangan bus ditunjukkan oleh Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Jam Puncak Kedatangan Bus (Penulis, 2024)

Hari	Perhitungan	Periode	Jumlah
Minggu Sore	Hitungan 1	00.15-45.59	110
	Hitungan 2	15-30-00.15	112
	Hitungan 3	30-45-15.30	108
	Hitungan 4	45-59-30-45	111
	Hitungan 5	00.15-45.60	112
	Hitungan 6	15-30-00.15	112
	Hitungan 7	30-45-15.30	123
	Hitungan 8	45-59-30-45	110
	Hitungan 9	00.15-45.59	101
Senin Pagi	Hitungan 1	00.15-45.59	113
	Hitungan 2	15-30-00.15	117
	Hitungan 3	30-45-15.30	127
	Hitungan 4	45-59-30-45	118
	Hitungan 5	00.15-45.59	114
	Hitungan 6	15-30-00.15	114
	Hitungan 7	30-45-15.31	104

Hari	Perhitungan	Periode	Jumlah
	Hitungan 8	45-59-30-46	117
	Hitungan 9	00.15-45.60	126

Berdasarkan hasil tabel diatas, diperoleh jam kedatangan paling tinggi terjadi pada hari Senin pagi pukul 18.30-19.30 hitungan 3 dengan jumlah 127 bus per jam. Berdasarkan hal ini didapatkan *headway* bus selama 28 detik dan kedatangan bus tiap 15 detik sekali. Sehingga dapat diproyeksikan terjadi penyeberangan paling banyak pada hari kerja.

c. Menentukan Volume Penyeberang Jalan

Penentuan durasi lampu hijau dipengaruhi oleh volume penyeberang jalan dan data jam puncak penyeberang jalan. Data volume dan jam puncak penyeberang jalan ditunjukkan oleh Tabel 4. dan Tabel 5.

Tabel 4. Hasil Survei Penyeberang Jalan (Penulis, 2024)

Hari	Jam	Menit	Penyeberang Jalan
Minggu Sore	06:00	00-15	65
		15-30	44
		30-45	44
		45-59	62
	07:00	00-15	51
		15-30	23
		30-45	54
		45-59	48
	08:00	00-15	50
		15-30	27
		30-45	39
		45-59	43
Senin Pagi	06:00	00-15	47
		15-30	33
		30-45	34
		45-59	26
	07:00	00-15	33
		15-30	40
		30-45	44
		45-59	52
	08:00	00-15	65
		15-30	45

Hari	Jam	Menit	Penyeberang Jalan
		30-45	37
		45-59	25

Tabel 5. Jam Puncak Penyeberang Jalan (Penulis, 2024)

Hari	Perhitungan	Periode	Jumlah
Minggu Sore	Hitungan 1	00.15-45.59	227
	Hitungan 2	15-30-00.15	213
	Hitungan 3	30-45-15.30	230
	Hitungan 4	45-59-30-45	250
	Hitungan 5	00.15-45.60	272
	Hitungan 6	15-30-00.15	286
	Hitungan 7	30-45-15.30	276
	Hitungan 8	45-59-30-45	273
	Hitungan 9	00.15-45.59	267
Senin Pagi	Hitungan 1	00.15-45.59	202
	Hitungan 2	15-30-00.15	204
	Hitungan 3	30-45-15.30	196
	Hitungan 4	45-59-30-45	162
	Hitungan 5	00.15-45.59	208
	Hitungan 6	15-30-00.15	176
	Hitungan 7	30-45-15.31	173
	Hitungan 8	45-59-30-46	173
	Hitungan 9	00.15-45.60	182

Berdasarkan kedua tabel diatas, volume penyeberang diperoleh nilai 0,076 orang/detik. Sehingga, volume penyeberang dengan nilai $0,076 \times 28 = 2,218 \approx 3$ orang.

d. Menentukan Durasi Lampu Hijau Bagi Pejalan Kaki

Durasi lampu hijau bagi pejalan kaki minimal 7 detik tetapi dalam pertimbangan perbedaan karakteristik pejalan kaki di mana pejalan kaki tidak membutuhkan antre sehingga bisa berjalan secara bersama, maka diambil durasi 3 detik.

e. Menentukan Durasi Lampu Kuning Bagi Pejalan Kaki

Berdasarkan hasil pengamatan, lebar jalan memiliki lebar 8,1 m dan kecepatan rata-rata pejalan kaki sebesar 1,16 m/detik. Sehingga diperoleh durasi lampu kuning adalah sebagai berikut.

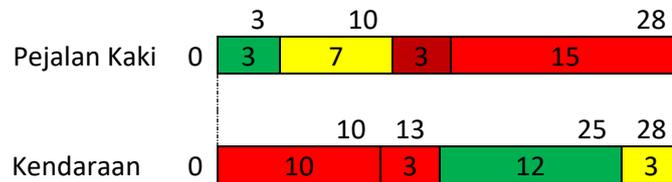
$$t = \frac{8,1}{1,16} = 6,98 \approx 7 \text{ detik}$$

f. Menentukan Durasi Lampu Kuning Bagi Kendaraan

Penentuan durasi lampu kuning digunakan penyerdehanaan dalam mempertimbangkan kendaraan kecuali pada jam punyak sehingga diperoleh durasi lampu kuning sebesar 3 detik.

g. Menghitung Waktu Sinyal

Berikut adalah gambar yang menunjukkan urutan fase waktu sinyal bagi kendaraan dan pejalan kaki.



Gambar 3. Waktu sinyal bagi pejalan kaki dan kendaraan (Penulis, 2024)

Berdasarkan gambar diatas, durasi waktu sinyal bagi pejalan kaki yakni 3 detik lampu hijau, 7 detik lampu kuning, dan 15 detik lampu merah. Durasi waktu sinyal bagi kendaraan yakni 12 detik lampu hijau, 3 detik lampu kuning, dan 13 detik lampu merah.

h. Menghitung Tundaan Pejalan Kaki

Waktu tundaan pejalan kaki berkaitan dengan waktu efektif. Waktu efektif merupakan durasi lampu hijau ditambah 4 detik. Diperoleh tundaan pejalan kaki sebagai berikut.

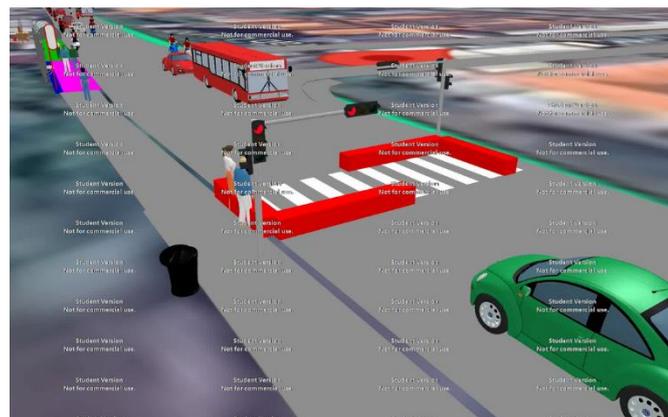
$$dv = \frac{C-W_{efektif}}{2} \times \frac{C-W_{efektif}}{C}$$

$$dv = \frac{18-7}{2} \times \frac{18-7}{18}$$

$$dv = 7,785 \text{ orang detik}$$

4.2. Simulasi Hasil Penelitian Rekayasa Lalu Lintas Menggunakan Software Vissim

Hasil perhitungan rekayasa lalu lintas disimulasikan dengan software vissim dan ditampilkan dalam gambar berikut ini.



Gambar 4. Simulasi waktu sinyal bagi pejalan kaki dan kendaraan menggunakan software vissim(Penulis, 2024)

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

- a. Hasil analisis volume kendaraan dan pejalan kaki yang melintas pada Jalan Letjen Sutoyo adalah pada hari Minggu sore (pukul 18:00-21:00) total penyeberang adalah 550 orang dan 323 bus. Sedangkan, hari Senin pagi (06:00-09:00) total penyeberang adalah 481 orang dan 353 bus.

- b. Hasil analisis jam kedatangan bus dan pejalan kaki yang melintas di Jalan Letjen Sutoyo pada hari Minggu sore terjadi pada hitungan 7 (pukul 20.30-21.30) dengan nilai 123 bus/jam dan 276 orang. Sedangkan pada hari Senin pagi terjadi pada hitungan 3 (pukul 06.00-07.30) dengan nilai 127 bus/jam dan 196 orang.
- c. Durasi waktu sinyal adalah 28 detik dalam 1 periode yang terdiri dari 3 detik lampu hijau, 10 detik lampu kuning, dan 15 detik lampu merah bagi pejalan kaki. Durasi waktu bagi kendaraan yakni 12 detik lampu hijau, 3 detik lampu kuning, dan 10 detik lampu merah di mana 3 detik lampu hijau bersamaan dengan lampu merah bagi pejalan kaki.

6. Ucapan Terima Kasih

Puji syukur peneliti panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayahnya sehingga peneliti diberikan kesempatan untuk menyelesaikan artikel dalam jurnal MITRANS ini. Ucapan terima kasih peneliti sampaikan kepada Ibu Dr. Anita Susanti, S.Pd., M.T. selaku koordinator program studi D4 Transportasi, Bapak Kusuma Refa Haratama, S.Pd., M.Sc. dan Bapak R. Endro Wibisono S. Pd, M. T selaku dosen pembimbing, seluruh dosen D4 Transportasi, teman-teman D4 Transportasi Angkatan 2019 dan seluruh pihak yang membantu kelancaraan penulisan artikel ini sehingga artikel ini dapat selesai dengan baik.

7. Referensi

- Ambarwati, L., Indriastuti, A. K., & Sari, N. (2018). *Pejalan Kaki Riwayatmu Dulu dan Kini*. Malang: UB Press.
- Anjasmoro, A. R. (2022). Analisis Kebutuhan Jalur Pedestrian Dalam Rangka Peningkatan Keamanan Dan Keselamatan Pejalan Kaki Di Kecamatan Pontianak Timur (Studi Kasus : Jl. Tanjung Raya I – Jl. Tanjung Raya II – Jl. Panglima Aim), *JeLAST : Jurnal Teknik Kelautan , PWK , Sipil, dan Tambang*. Vol 9 No.4
- Arivandi, Reza Prama. (2019). *Buku Putih Kajian Infrastruktur Indonesia: Departemen Kajian dan Aksi Strategis Himpunan Mahasiswa Sipil ITB 2018*. Bandung: ITB Press.
- Bridantari, N. L., Agustin, I. W., & Ari, I. R. D. (2023). Evaluasi Kinerja Operasional Jalur Pejalan Kaki di Jalan Kranggan, Kota Surabaya: *Planning for Urban Region and Environment*, 12(2), 89-98.
- J. Mamangkey, Perlindungan hak-hak korban kecelakaan lalu lintas akibat jalan yang rusak ditinjau dari undang-undang no. 22 tahun 2009 tentang lalu lintas dan angkutan jalan, *Jurnal Transportasi*, vol. 10, no. 22, 2022.
- Junaedi, Tas'an (2014). Analisis Keselamatan Pejalan Kaki Pada Simpang Bersinyal, *Jurnal Rekayasa* Vol. 18 No. 3 Desember 2014, 217-226, ISSN: 0852-7733
- Kartika, A. A. G, Fazastya. H. K (2022). Analisis Kebutuhan Jembatan Penyeberangan Orang (JPO) di Jl. Transyogi Cibubur, Jatisampurna. *Jurnal Teknik Its* Vol. 11, No. 3
- Kurniawan, S., Pratama, H. P., & Masykur, M. (2019). Analisis Karakteristik Penyeberangan Pejalan Kaki Pada Ruas Jalan Jenderal Sudirman Kota Metro. *TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi): Jurnal Program Studi Teknik Sipil*, 9(1), 30-40.
- Kurniawan, S., Pratama, H. P., & Masykur. (2019). Analisis Karakteristik Penyeberangan Pejalan Kaki pada Ruas Jalan Jenderal Sudirman Kota Metro, *Jurnal TAPAK (Teknologi Aplikasi Konstruksi)*, 9(1), 30-40.
- Lestari, Fera & Galuh Pramita. (2020). Identifikasi Fasilitas Pejalan Kaki di Kota Bandar Lampung, *Journal of Infrastructural in Civil Engineering (JICE)*, 1(1), 27-32.

- Mulyadi, Agah Muhammad & Wimpy Santosa. (2021). Pemenuhan Standar Teknis Fasilitas Pejalan Kaki Kawasan Central Business District Jakarta: *Jurnal Transportasi*, 21(3), 153-164.
- Ramandya, P., Muthohar, I., & Dewanti, D. (2018). Analisis Pengaruh Pengoperasian Interchange Terhadap Ruas Jalan Nasional Kawasan Industri Cikande. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 20(1), 49-64.
- Syaban, A. S. N., Azizah, E., & Wijianto, W. (2021). Peningkatan Keselamatan Lalu Lintas Pada Ruas Jalan Hayam Wuruk Di Kabupaten Jember. *Jurnal Keselamatan Transportasi Jalan (Indonesian Journal of Road Safety)*, 8(2), 166-173.
- Handayasari, I., Mahmuda, M., Gloriani, N. C. (2019). Desain Fasilitas Jalan Yang Berkeselamatan Pada Tiga Sekolah Di Kecamatan Pasar Kemis Kabupaten Tangerang. Vol. 10 No. 2 (2019): *Jurnal Penelitian Sekolah Tinggi Transportasi Darat*
- Trianingsih, L., & Hidayah, R. (2014). Analisis Perilaku Pejalan Kaki Pada Penggunaan Fasilitas Penyeberangan Di Sepanjang Jalan Kawasan Malioboro Yogyakarta. *INERSIA Informasi dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil dan Arsitektur*, 10(2).