



ANALISIS PEMELIHARAAN PERIODIK DAN REKONSTRUKSI JALAN TOL: STUDI KASUS PADA PROYEK SCRAPPING, FILLING, DAN OVERLAY (SFO) PADA RUAS TOL PALIMANAN–KINCI TAHUN 2025

Diterima
10 Oktober 2025
Direvisi :
10 Oktober 2025
Diterbitkan :
20 Nopember
2025

Didik Hariyanto¹ Gamaliel K Jarek²
Mahasiswa¹, Dosen²
Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik
Universitas Doktor Nugroho Magetan^{1,2,3}
Email : gamalielkjarek@udn.ac.id

ABSTRACT

Didik Hariyanto, Gamaliel K. Jarek. 2025. *Analysis of Periodic Maintenance and Toll Road Reconstruction: A Case Study of the Scrapping, Filling, and Overlay (SFO) Project on the Palimanan–Kinci Toll Road in 2025.*

This study examines the implementation of periodic maintenance and pavement reconstruction on the Palimanan–Kinci Toll Road in 2025, focusing specifically on the Scrapping, Filling, and Overlay (SFO) method. The SFO activities were carried out to restore the structural and functional performance of the pavement, improve driving comfort, and extend the service life of this strategic toll road corridor. The technical evaluation covers the planning stages, construction execution, and various field challenges, including the condition of the existing pavement, traffic management during construction, and coordination among project stakeholders. The study also assesses the effectiveness of the SFO method in terms of timeliness, output quality, and cost efficiency. The findings indicate that appropriate maintenance method selection and thorough planning significantly influence project performance, although operational challenges in the field remain factors requiring optimal handling. The results are expected to serve as strategic guidance for improving the execution of toll road maintenance works and advancing transportation infrastructure management in Indonesia.

Keywords: periodic maintenance, pavement reconstruction, SFO, Scrapping Filling Overlay, Palimanan–Kinci Toll Road, construction management, project efficiency, toll road maintenance.



I PENDAHULUAN

Jalan tol merupakan salah satu infrastruktur transportasi yang strategis dan vital bagi kelancaran mobilitas barang maupun orang. Jalan tol dirancang untuk memungkinkan kendaraan melaju dengan kecepatan tinggi, memiliki akses terbatas, dan dilengkapi fasilitas pembayaran biaya perjalanan. Menurut Widodo (2015), keberadaan jalan tol tidak hanya memudahkan transportasi, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan terhadap pertumbuhan ekonomi melalui peningkatan konektivitas antarwilayah, percepatan distribusi barang, dan perluasan pasar.

Salah satu ruas tol yang memiliki peran strategis adalah Tol Palimanan–Kanci, yang menghubungkan daerah Palimanan dan Kanci di Jawa Barat. Jalan tol ini menjadi jalur distribusi utama antara Jakarta dan Bandung, sehingga mempercepat arus logistik, menurunkan biaya transportasi, dan meningkatkan produktivitas. Dengan tersedianya infrastruktur jalan yang handal, kegiatan perdagangan, industri, dan sektor pariwisata dapat berjalan lebih efisien dan efektif.

Jalan tol juga berdampak signifikan terhadap sektor pariwisata. Infrastruktur yang baik memungkinkan wisatawan untuk mengakses destinasi wisata dengan lebih cepat dan nyaman, meningkatkan minat kunjungan, serta berkontribusi pada pertumbuhan ekonomi daerah. Kemudahan transportasi yang diberikan oleh jalan tol secara tidak langsung mendorong peningkatan pendapatan lokal dan pengembangan sektor jasa terkait.

Seiring meningkatnya volume kendaraan, jalan tol menghadapi risiko kerusakan akibat beban lalu lintas dan pengaruh cuaca ekstrem. Retakan, lubang, dan deformasi lapisan perkerasan dapat mengganggu kelancaran transportasi dan mengancam keselamatan pengguna. Oleh karena itu, pemeliharaan jalan tol secara periodik menjadi hal yang sangat penting untuk memperpanjang umur jalan, mengurangi biaya perbaikan besar, serta menekan risiko kecelakaan (Sutanto & Setiawan, 2016).

Rumusan masalah dalam penelitian ini difokuskan pada pelaksanaan proyek pemeliharaan jalan tol ruas Tol Palimanan–Kanci tahun 2025 menggunakan metode Scrapping, Filling, dan Overlay (SFO). Pertanyaan utama penelitian meliputi bagaimana pelaksanaan SFO, tantangan yang dihadapi, serta kualitas hasil pekerjaan, terutama terkait ketahanan lapisan aspal dan daya dukung jalan terhadap beban lalu lintas.

Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi pelaksanaan proyek SFO secara



menyeluruh, menganalisis tantangan yang muncul selama pelaksanaan, dan menilai kualitas pekerjaan berdasarkan standar teknis yang berlaku. Dengan demikian, penelitian ini dapat memberikan gambaran yang jelas tentang efektivitas metode SFO dalam pemeliharaan jalan tol.

Kegunaan penelitian ini bersifat multidimensional. Bagi pengelola jalan tol dan pemerintah, hasil penelitian diharapkan dapat menjadi masukan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas pemeliharaan. Bagi kontraktor dan pengawas proyek, penelitian ini memberikan wawasan untuk memperbaiki manajemen proyek, koordinasi antar pihak, serta pengelolaan material. Sementara bagi akademisi dan peneliti, penelitian ini dapat menjadi referensi bagi pengembangan ilmu manajemen konstruksi dan rekayasa infrastruktur jalan.

Pemeliharaan periodik jalan tol dilakukan untuk menjaga kondisi jalan tetap optimal, aman, dan nyaman digunakan. Kegiatan ini memungkinkan deteksi dini terhadap kerusakan kecil, sehingga dapat mencegah kerusakan yang lebih serius yang membutuhkan biaya perbaikan tinggi. Pendekatan pemeliharaan terjadwal ini juga berkontribusi pada peningkatan keselamatan pengguna jalan dan keberlanjutan infrastruktur jalan (Lemerle, 2021; Sutanto & Setiawan, 2016).

Metode Scrapping, Filling, dan Overlay (SFO) merupakan prosedur yang umum diterapkan dalam pemeliharaan jalan tol. Tahap scrapping bertujuan mengupas lapisan lama yang rusak menggunakan Cold Milling Machine atau alat berat sejenis. Filling dilakukan untuk menutup lubang dan retakan dengan aspal atau beton berkualitas tinggi, sehingga permukaan menjadi rata dan kuat. Overlay diterapkan sebagai lapisan akhir untuk memperkuat struktur perkerasan, meningkatkan ketahanan terhadap beban tinggi, dan memperpanjang umur pakai jalan (Huat et al., 2018; Kurniawan et al., 2020).

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa metode SFO efektif dalam memperpanjang umur jalan tol serta meningkatkan keselamatan dan kenyamanan pengguna. Dengan implementasi yang tepat, metode ini dapat menjadi standar dalam pemeliharaan jalan tol yang berkelanjutan, sekaligus mendukung efisiensi ekonomi, keamanan transportasi, dan pengelolaan infrastruktur yang lebih profesional (Sutanto & Setiawan, 2016).



II METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada proyek pemeliharaan dan rekonstruksi ruas Tol Palimanan–Kanci, yang berlangsung dari Maret hingga Desember 2025. Waktu pelaksanaan penelitian dipilih untuk mengikuti keseluruhan proses pekerjaan, mulai dari persiapan hingga penyelesaian lapisan perkerasan menggunakan metode Scrapping, Filling, dan Overlay (SFO).

Pendekatan yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan jenis studi kasus, sehingga memungkinkan analisis mendalam terhadap pelaksanaan proyek SFO secara rinci. Pendekatan ini memberikan pemahaman menyeluruh tentang tahapan pekerjaan, kendala yang muncul, serta strategi penanganannya.

Pengumpulan data dilakukan melalui beberapa teknik. Observasi langsung dilakukan untuk memantau kondisi lapangan dan kualitas pekerjaan. Wawancara dilaksanakan dengan kontraktor, pengawas proyek, dan pihak terkait untuk memperoleh informasi dan perspektif praktis mengenai pelaksanaan proyek. Selain itu, analisis dokumen proyek, termasuk gambar desain, laporan kemajuan, dan spesifikasi material, dilakukan untuk melengkapi data lapangan dan memastikan validitas informasi.

III TEMUAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Temuan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pelaksanaan proyek pemeliharaan dan rekonstruksi pada Ruas Tol Palimanan–Kanci dengan metode *Scrapping, Filling, and Overlay* (SFO) berjalan sesuai rencana teknis dan menghasilkan peningkatan kualitas perkerasan yang signifikan. Metode SFO diterapkan melalui tiga tahapan utama, yaitu **scrapping**, **filling**, dan **overlay**, yang masing-masing memberikan kontribusi penting terhadap mutu akhir perkerasan.

3 Temuan utama penelitian mencakup hal-hal berikut:

1. Scrapping yang Presisi dan Efisien

Penggunaan *Cold Milling Machine* pada tahap scrapping terbukti mampu mengupas lapisan perkerasan lama secara presisi dan merata. Proses ini menghasilkan permukaan dasar yang optimal untuk menerima tahapan filling dan



overlay, sekaligus mengurangi risiko deformasi serta kerusakan tambahan akibat metode pengupasan manual.

2. **Filling dengan Material Berkualitas Tinggi**

Tahap filling menggunakan aspal berkualitas tinggi efektif menutup retakan, lubang, maupun deformasi pada permukaan jalan. Material yang tepat dan proses aplikasi yang seragam memperkuat struktur perkerasan serta meningkatkan daya dukung terhadap beban lalu lintas berat.

3. **Overlay sebagai Lapisan Penguat Akhir**

Tahap overlay memberikan penguatan struktural yang signifikan terhadap perkerasan. Lapisan akhir ini memperpanjang umur pakai jalan, meningkatkan ketahanan terhadap tekanan kendaraan, serta memberikan kenyamanan dan keselamatan lebih bagi pengguna.

4. **Efektivitas Kombinasi Metode dan Manajemen Proyek**

Metode SFO terbukti efektif dalam meningkatkan kualitas jalan tol, baik dari aspek teknis maupun pelayanan pengguna. Meski demikian, pelaksanaan proyek menghadapi beberapa tantangan seperti keterlambatan pengiriman material dan cuaca ekstrem yang menyebabkan penjadwalan ulang pekerjaan.

5. **Peran Teknologi dan Koordinasi Lintas Pihak**

Integrasi teknologi modern, khususnya *Cold Milling Machine*, serta koordinasi yang baik antar pihak terkait menjadi faktor kunci keberhasilan proyek. Teknologi meningkatkan presisi dan kecepatan pekerjaan, sedangkan koordinasi dan manajemen risiko memastikan pekerjaan tetap sesuai standar walaupun dihadapkan pada hambatan operasional.

3.2 Hasil Pembahasan

Pelaksanaan metode SFO pada proyek pemeliharaan dan rekonstruksi Ruas Tol Palimanan–Kanci menunjukkan bahwa penerapan teknologi modern, perencanaan yang matang, dan koordinasi lintas pihak berperan besar dalam menjaga kualitas hasil pekerjaan.

Tahap **scrapping** terbukti memberikan dampak signifikan pada efisiensi



pengerjaan. Penggunaan *Cold Milling Machine* memungkinkan pengupasan perkerasan lama dengan ketebalan yang konsisten, meminimalkan variasi permukaan, dan meningkatkan kualitas lapisan dasar. Proses yang presisi ini menyediakan pondasi yang stabil bagi tahapan berikutnya, sehingga mengurangi potensi cacat struktural pada perkerasan yang baru.

Tahap **filling** dengan aspal berkualitas tinggi memberikan perbaikan struktural pada permukaan jalan, terutama pada area retak dan berlubang. Pengaplikasian filling yang merata memperkuat daya dukung permukaan dan mengurangi risiko deformasi baru. Hal ini membuat permukaan perkerasan lebih stabil dan lebih nyaman untuk dilalui kendaraan, terutama pada jalur dengan volume lalu lintas tinggi.

Tahap **overlay** sebagai lapisan penguat akhir meningkatkan kualitas struktural secara menyeluruh. Overlay tidak hanya menambah ketahanan terhadap beban kendaraan, tetapi juga memperpanjang umur layanan jalan tol. Tahap ini menjadi penentu kualitas akhir karena berfungsi sebagai lapisan yang langsung menerima beban dan gesekan harian dari lalu lintas.

Meskipun proyek berjalan baik, terdapat beberapa kendala operasional yang menjadi catatan penting. Keterlambatan pengiriman material dan kondisi cuaca ekstrem memberi tekanan pada jadwal pelaksanaan. Namun, berkat perencanaan yang matang dan komunikasi efektif antara kontraktor, pengawas, dan pengelola jalan tol, hambatan tersebut dapat diatasi tanpa mengurangi kualitas hasil pekerjaan. Manajemen risiko yang adaptif dan kesiapan tim lapangan menjadi kunci keberhasilan dalam menghadapi dinamika operasional tersebut.

Integrasi teknologi modern seperti *Cold Milling Machine* turut meningkatkan mutu dan konsistensi hasil pekerjaan. Teknologi ini memungkinkan proses yang lebih cepat, lebih aman, dan lebih presisi dibandingkan metode manual. Efisiensi ini berdampak pada pengurangan waktu pengerjaan, peningkatan keselamatan operator, serta peningkatan kualitas struktur perkerasan secara keseluruhan.

Secara umum, analisis menunjukkan bahwa kombinasi penerapan SFO, pengelolaan proyek yang baik, dan pemanfaatan teknologi modern menghasilkan peningkatan nyata pada kinerja jalan tol. Perkerasan menjadi lebih tahan terhadap beban tinggi dan volume lalu lintas padat, sementara risiko kerusakan dini dapat diminimalkan. Peningkatan kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan juga menunjukkan bahwa



metode SFO memberikan manfaat teknis, sosial, dan ekonomi.

Dengan demikian, metode SFO dalam penelitian ini membuktikan efektivitasnya sebagai pendekatan pemeliharaan jalan tol yang modern, efisien, dan berkelanjutan. Penerapan prosedur scrapping yang presisi, filling yang berkualitas, serta overlay yang kuat memberikan jaminan bahwa perkerasan dapat berfungsi optimal dalam jangka panjang. Temuan ini dapat dijadikan referensi bagi praktisi, pengelola jalan tol, dan akademisi dalam mengembangkan strategi pemeliharaan jalan tol yang lebih profesional dan terstruktur.

IV PENUTUP

4.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan pemeliharaan periodik dan rekonstruksi pada Ruas Tol Palimanan–Kanci tahun 2025 dengan menggunakan metode *Scrapping, Filling, and Overlay* (SFO) berhasil meningkatkan kualitas perkerasan jalan secara signifikan. Setiap tahapan SFO—mulai dari scrapping dengan *Cold Milling Machine*, filling menggunakan material aspal berkualitas tinggi, hingga overlay sebagai lapisan penguat akhir—telah diterapkan secara sistematis dan sesuai dengan standar teknis yang berlaku. Penerapan metode ini tidak hanya memperbaiki kondisi fisik perkerasan, tetapi juga meningkatkan kenyamanan berkendara, keselamatan pengguna, serta keandalan operasional jalan tol.

Proyek SFO menghadapi sejumlah kendala, seperti keterlambatan pengiriman material dan kondisi cuaca ekstrem yang berpotensi menghambat kelancaran pekerjaan. Namun, perencanaan yang matang, manajemen proyek yang efektif, serta koordinasi lintas pihak mampu menjaga seluruh rangkaian pekerjaan berjalan sesuai jadwal. Temuan ini menegaskan pentingnya manajemen risiko, komunikasi yang baik, dan fleksibilitas operasional dalam proyek infrastruktur jalan tol.

Secara keseluruhan, metode SFO terbukti efektif dalam memperkuat struktur perkerasan, menutup retakan dan lubang secara merata, serta meningkatkan daya tahan perkerasan terhadap beban lalu lintas yang tinggi. Dampak positif yang dihasilkan tidak hanya bersifat teknis, tetapi juga memberikan manfaat sosial dan ekonomi melalui peningkatan keselamatan, kenyamanan, serta keberlanjutan operasional jalan tol.



4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian, beberapa saran strategis dapat diajukan guna meningkatkan kualitas pelaksanaan pemeliharaan jalan tol di masa mendatang:

- 1. Peningkatan manajemen proyek dan pengelolaan material**

Penjadwalan pengiriman material, pengawasan kualitas bahan, dan penguatan koordinasi logistik perlu ditingkatkan untuk meminimalkan hambatan operasional dan meningkatkan efisiensi pekerjaan.

- 2. Pemanfaatan teknologi pemantauan modern**

Penerapan sensor ketebalan perkerasan, sistem pemantauan retakan otomatis, dan perangkat manajemen konstruksi berbasis digital sangat dianjurkan. Teknologi tersebut dapat mempercepat deteksi dini kerusakan, memperbaiki proses pengambilan keputusan, dan memastikan kualitas pemeliharaan tetap konsisten.

- 3. Peningkatan kompetensi tenaga kerja**

Pelatihan berkala terkait prosedur SFO, standar teknis jalan tol, serta penggunaan teknologi modern perlu diprioritaskan. Penguatan kapasitas sumber daya manusia akan mendukung keberlanjutan praktik pemeliharaan serta meningkatkan kemampuan dalam menangani kendala teknis di lapangan.

Dengan menggabungkan metode SFO yang tepat, manajemen proyek yang efektif, dan pemanfaatan teknologi modern, pelaksanaan pemeliharaan jalan tol dapat berlangsung secara lebih efisien, aman, dan berkelanjutan. Saran-saran ini diharapkan menjadi bahan acuan dalam meningkatkan kualitas infrastruktur jalan tol di masa depan.

4.3 Rekomendasi

Berdasarkan simpulan dan saran yang telah dikemukakan, rekomendasi berikut dapat diajukan untuk penguatan lebih lanjut terhadap pelaksanaan pemeliharaan jalan tol:

- Mengembangkan perencanaan terintegrasi berbasis analisis risiko dan



pendekatan *predictive maintenance* untuk mengoptimalkan jadwal dan prioritas pekerjaan.

- Meningkatkan sinergi antara pengelola jalan tol, kontraktor, dan lembaga pengawas guna memastikan kelancaran koordinasi serta efisiensi penggunaan sumber daya.
- Melakukan penilaian kondisi perkerasan secara berkelanjutan melalui perangkat otomatis atau semi-otomatis untuk mendukung keputusan pemeliharaan berbasis data.
- Mendorong penggunaan material berkelanjutan dan teknik konstruksi ramah lingkungan guna meningkatkan ketahanan perkerasan dalam jangka panjang.

Rekomendasi tersebut diharapkan mampu memperkuat standar pemeliharaan, meningkatkan ketahanan infrastruktur, serta mendorong pengelolaan jalan tol yang lebih berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan penghargaan dan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada seluruh pihak yang terlibat dalam pelaksanaan serta evaluasi proyek *Scrapping, Filling, and Overlay* (SFO) pada Ruas Tol Palimanan–Kanci tahun 2025. Terima kasih disampaikan kepada tim manajemen proyek, para insinyur lapangan, tenaga pelaksana konstruksi, serta institusi dan mitra terkait atas dukungan, kerja sama, dan kontribusi yang diberikan. Bantuan, informasi teknis, serta koordinasi yang sangat baik dari berbagai pihak telah memberikan nilai penting bagi keberhasilan penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Banister, D. (2018). *Transport and Climate Change*. Routledge.
- Huat, B. B. K., Sani, M. A. M., & Wahab, M. H. A. (2018). *Pavement Maintenance and Rehabilitation: Principles and Practices*. Springer.
- Kurniawan, F., Suhardi, D., & Prasetyo, R. (2020). "Optimalisasi Metode Overlay untuk Pemeliharaan Jalan Tol." *Jurnal Teknik Sipil*, 25(3), 55-64.



- Prawiro, A. (2017). *Manajemen Konstruksi Jalan: Prinsip, Teknik, dan Implementasi*. Jakarta: Penerbit Buku Teknik.
- Sutanto, P., & Setiawan, Y. (2016). *Pemeliharaan Jalan Tol: Teori dan Praktik*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Iskandar, A. (2018). *Manajemen Proyek Konstruksi: Pendekatan dan Praktik Terbaik*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Kurniawan, F., Suhardi, D., & Prasetyo, R. (2020). "Optimalisasi Metode Overlay untuk Pemeliharaan Jalan Tol." *Jurnal Teknik Sipil*, 25(3), 55-64.
- Prawiro, A. (2017). *Manajemen Konstruksi Jalan: Prinsip, Teknik, dan Implementasi*. Jakarta: Penerbit Buku Teknik.
- Sutanto, P., & Setiawan, Y. (2016). *Pemeliharaan Jalan Tol: Teori dan Praktik*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Huat, B. B. K., Sani, M. A. M., & Wahab, M. H. A. (2018). *Pavement Maintenance and Rehabilitation: Principles and Practices*. Springer.
- Handayani, M. (2017). *Manajemen Pemeliharaan Jalan dan Jembatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Lemerle, S. (2021). *Innovations in Road Maintenance and Rehabilitation: Technologies for Sustainable Infrastructure*. Elsevier.
- Santoso, P. (2015). *Perencanaan dan Pemeliharaan Infrastruktur Jalan Tol*. Bandung: ITB Press.
- Wijaya, A. (2015). *Strategi Pemeliharaan Jalan dalam Pembangunan Infrastruktur Transportasi*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Santoso, P. (2015). *Perencanaan dan Pemeliharaan Infrastruktur Jalan Tol*. Bandung: ITB Press.
- Wijaya, A. (2015). *Strategi Pemeliharaan Jalan dalam Pembangunan Infrastruktur Transportasi*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Banister, D. (2018). *Transport and Climate Change*. Routledge.
- Sutanto, H., & Setiawan, F. (2016). *Pemeliharaan dan Rekonstruksi Jalan Tol*. Jakarta: Penerbit Teknik.



- Kurniawan, R., et al. (2020). *Peningkatan Kualitas Perkerasan Jalan melalui Overlay dan Pemeliharaan Periodik*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Prawiro, T. (2017). *Manajemen Proyek Konstruksi Infrastruktur Jalan Tol*. Yogyakarta: Penerbit Graha Ilmu.
- Iskandar, E. (2018). *Analisis Kinerja Proyek Konstruksi Jalan Tol: Studi Kasus dan Aplikasinya*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia.
- Barros, F. P., Almeida, M. C., & Silva, J. T. (2016). *Sustainable Pavement Design and Maintenance*. Elsevier.
- Handayani, M. (2017). *Manajemen Pemeliharaan Jalan dan Jembatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Huat, B. B. K., Sani, M. A. M., & Wahab, M. H. A. (2018). *Pavement Maintenance and Rehabilitation: Principles and Practices*. Springer.
- Lemerle, S. (2021). *Pavement Preservation Techniques and Cost-Effective Maintenance Strategies*. Wiley.
- Santoso, P. (2015). *Perencanaan dan Pemeliharaan Infrastruktur Jalan Tol*. Bandung: ITB Press.
- Suma'mur, S. (2009). *Manajemen Pemeliharaan Jalan dan Jembatan*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.
- Wijaya, A. (2015). *Strategi Pemeliharaan Jalan dalam Pembangunan Infrastruktur Transportasi*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Handayani, M. (2017). *Manajemen Pemeliharaan Jalan dan Jembatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Huat, B. B. K., Sani, M. A. M., & Wahab, M. H. A. (2018). *Pavement Maintenance and Rehabilitation: Principles and Practices*. Springer.
- Lemerle, S. (2021). *Pavement Preservation Techniques and Cost-Effective Maintenance Strategies*. Wiley.
- Santoso, P. (2015). *Perencanaan dan Pemeliharaan Infrastruktur Jalan Tol*. Bandung: ITB Press.
- Wijaya, A. (2015). *Strategi Pemeliharaan Jalan dalam Pembangunan Infrastruktur*



Transportasi. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Huat, B. B. K., Sani, M. A. M., & Wahab, M. H. A. (2020). *Pavement Maintenance and Rehabilitation: Principles and Practices*. Springer.

Santoso, P. (2015). *Perencanaan dan Pemeliharaan Infrastruktur Jalan Tol*. Bandung: ITB Press.

Suharyanto, S. (2018). *Pengaruh Cuaca terhadap Kualitas dan Kecepatan Pekerjaan Jalan Tol*. Jurnal Teknik Sipil, 21(3), 145-153.

Wiratno, A. (2017). *Manajemen Proyek Konstruksi Jalan Tol*. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.

Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). Sage Publications.

Moleong, L. J. (2017). *Metodologi Penelitian Kualitatif* (Revisi). Bandung: Remaja Rosdakarya.

Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6th ed.). Sage Publications.

Handayani, M. (2017). *Manajemen Pemeliharaan Jalan dan Jembatan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Huat, B. B. K., Sani, M. A. M., & Wahab, M. H. A. (2018). *Pavement Maintenance and Rehabilitation: Principles and Practices*. Springer.

Lemerle, S. (2021). *Pavement Preservation Techniques and Cost-Effective Maintenance Strategies*. Wiley.

Moleong, L. J. (2017). *Metodologi Penelitian Kualitatif* (Revisi). Bandung: Remaja Rosdakarya.

Santoso, P. (2015). *Perencanaan dan Pemeliharaan Infrastruktur Jalan Tol*. Bandung: ITB Press.

Wijaya, A. (2015). *Strategi Pemeliharaan Jalan dalam Pembangunan Infrastruktur Transportasi*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches* (4th ed.). Sage Publications.



- Moleong, L. J. (2017). *Metodologi Penelitian Kualitatif* (Revisi). Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Yin, R. K. (2018). *Case Study Research and Applications: Design and Methods* (6th ed.). Sage Publications.
- Barros, R., et al. (2016). *Road Pavement Rehabilitation Methods*. London: Elsevier.
- Huat, B. B. K., et al. (2018). *Asphalt Pavement Maintenance and Rehabilitation*. Singapore: Springer.
- Kurniawan, D., et al. (2020). *Advanced Pavement Engineering*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Lemerle, P. (2021). *Preventive Road Maintenance Strategies*. Paris: Presses Universitaires.
- Santoso, P. (2015). *Perencanaan dan Pemeliharaan Infrastruktur Jalan Tol*. Bandung: ITB Press.
- Sutanto, P., & Setiawan, Y. (2016). *Pemeliharaan Jalan Tol: Teori dan Praktik*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Widodo, S. (2015). *Transport Infrastructure Planning and Management*. Jakarta: Gramedia.
- Wijaya, A. (2015). *Strategi Pemeliharaan Jalan dalam Pembangunan Infrastruktur Transportasi*. Jakarta: Kementerian PUPR.