



Analisis Rekonstruksi Pengupasan dan Pelapisan Kembali Perkerasan Lentur dengan Metode Kenpave-Kenlayer

Heri Sudarmadi, Edi Kadarsa, Melawaty Agustien

Universitas Sriwijaya, Indonesia

Email: herisudarmadi88@gmail.com, aedikadarsah@gmail.com, melawaty74@gmail.com

ABSTRAK

Infrastruktur jalan merupakan salah satu prasarana fisik transportasi yang memegang peranan yang sangat penting. Sebagai prasarana fisik, infrastruktur jalan memegang peranan yang sangat penting di bidang perhubungan, terutama untuk mendistribusikan barang dan jasa. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besarnya tebal perkerasan lentur yang harus dilakukan pengupasan dan pelapisan kembali dan juga penggantian material Base A dengan *Cement Treated Base* (CTB) pada struktur perkerasan. Metode yang digunakan untuk menganalisis menggunakan program *kenpave-kenlayer* untuk mengetahui nilai regangan yaitu *vertical strain* dan *horizontal strain* pada lapis perkerasan. Kemudian dilakukan analisis kerusakan perkerasan *permanent deformation* dan *fatigue crack* terhadap *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) 5 dengan masa layanan 20 tahun. Penelitian ini dilakukan di Jalan Tol Ruas Palindra km 1 – km 2 Provinsi Sumatera Selatan. Hasil dari penelitian ini diperoleh data tebal CTB yang digunakan pada struktur perkerasan dengan metode *kenpave-kenlayer*. Semakin tebal penggunaan lapisan CTB semakin kecil regangan *vertical strain* dan *horizontal strain* yang terjadi sehingga semakin besar terhadap ketahanan terhadap ketahanan *permanent deformation* dan *fatigue cracking*.

Kata kunci: Kenpave-kenlayer, cement treated base, permanent deformation, fatigue cracking.

ABSTRACT

Road infrastructure is one of the physical transportation facilities that plays a very important role. As a physical infrastructure, road infrastructure holds a crucial role in the transportation sector, especially in distributing goods and services. This research was conducted to determine the appropriate thickness of flexible pavement for milling and inlay, as well as the replacement of Base A material with *Cement-Treated Base* (CTB) in the pavement structure. The *Kenpave-Kenlayer* program was used to analyze the pavement layer and determine the strain value, namely *vertical* and *horizontal strain*. Then, a *permanent deformation* and *fatigue crack* pavement damage analysis was carried out on a *Cumulative Equivalent Single Axle Load* (CESAL) of 5, assuming a 20-year service life. The research was conducted on the Palindra Kkm 1 - km 2 toll road in South Sumatra province. The *Kenpave-Kenlayer* method was used to obtain data on the thickness of the CTB layer in the pavement structure. The greater the CTB layer thickness, the smaller the *vertical* and *horizontal strains*, and the greater the resistance to *permanent deformation* and *fatigue cracking*.

Keywords: *Kenpave-kenlayer, cement treated base, permanent deformation, fatigue cracking.*

PENDAHULUAN

Infrastruktur jalan merupakan salah satu prasarana fisik transportasi yang memegang peranan yang sangat penting. Sebagai prasarana fisik, infrastruktur jalan memegang peranan yang sangat penting di bidang perhubungan, terutama untuk mendistribusikan barang dan jasa. Kerusakan jalan di Indonesia terjadi karena memburuknya kondisi perkerasan jalan yang diakibatkan beban yang melebihi beban rencang (Nafis & Buana, 2022; Safitri et al., 2023; Solekha et al., 2023). Hal Tersebut tidak hanya terjadi di jalan raya namun termasuk di jalan tol (Inayah & Widyastuti, 2015).

Salah satunya adalah jalan tol ruas Palindra km 1- km 2 Provinsi Sumatera Selatan, jalan tol ini mengalami peningkatan lalu lintas dan kendaraan yang (*Over Dimension Over Loading*) ODOL sehingga menyebabkan menurunnya tingkat layanan jalan ditandai dengan adanya kerusakan jalan seperti retak, alur, lubang dan ambblas (Novie, 2023; Sari & Rusli,

2022). Untuk beberapa lokasi dengan penanganan sementara seperti *Patching* dan *overlay* dirasa kurang efektif karena yang terdampak sudah sampai lapisan dibawah aspal sehingga perlu dilakukan penanganan jangka panjang yaitu dengan rekonstruksi perkerasan pada lapisan dibawah aspal, khususnya penggunaan jenis material dengan tepat sehingga dapat melayani beban lalu lintas sesuai umur rencana.

Metode penanganan sebelumnya dibahas mengenai perbaikan tebal lapis tambah dengan menggunakan prosedur mekanistik (Daksa & Prastyanto, 2019; Metekohy & F. Talaohu, 2021; Nashruddin & Buana, 2021) *Austroad* 2010 dengan bantuan program *Circlay* dan program *Kenpave* dengan wilayah studi pada tol Cipali antara KM 110+000 hingga 115+000 dari tahun 2017 hingga tahun 2022 dengan hasil 170 mm arah subang (Lau, 2019) dan menghitung tebal lapis tambah perkerasan *overlay* menggunakan metode mekanistik – empirik Asphalt Institute yang dikutip pada buku Huang 2004 serta metode MEPDG 2015 dengan software *Kenlayer* dengan hasil 200 mm (Perdana, 2021), perencanaan lapis perkerasan tambahan *overlay* dengan metode CTRB (*Cement Treated Recycling Base*) di jalan Wolter Mongunsidi Jember (Dinata, 2017), dari penelitian ini perlu dikembangkan untuk penanganan perbaikan jangka panjang dengan umur rencana 20 tahun sebagai alternatif yaitu rekonstruksi lapis dibawah aspal.

Penelitian ini dimaksudkan untuk melakukan analisis terhadap rekonstruksi struktur perkerasan dengan pengupasan dan pelapisan kembali dengan metode *Kenpave-kenlayer* yaitu dengan penggantian material Base A dengan *Cement Treated Base* (CTB). *Software Kenpave* merupakan program untuk desain serta analisis perkerasan yang dikembangkan oleh Dr. Yang H. Huang P.E, Professor Emeritus of Civil Engineering University of Kentucky (Ramadhani, 2018). Tools analisis multilayer elastis yang user-friendly, mampu menghitung tegangan, regangan, dan lendutan hingga 19 lapisan material (Huang, 2004). Dengan output nilai regangan yaitu *vertical strain* dan *horizontal strain* pada lapis perkerasan kemudian dilakukan analisis kerusakan perkerasan *permanent deformation* dan *fatigue cracking*.

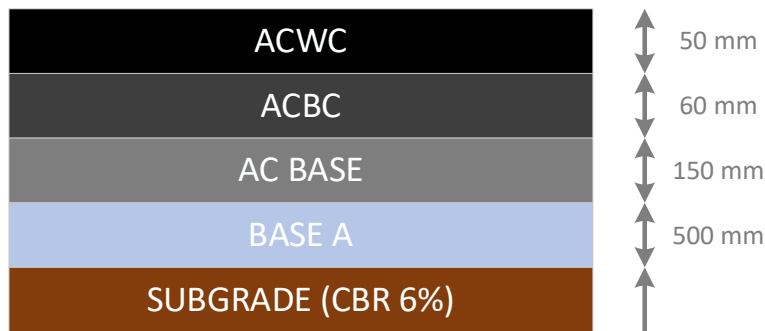
Metode penanganan sebelumnya yang telah dibahas antara lain perbaikan tebal lapis tambah dengan menggunakan prosedur mekanistik *Austroad* 2010 menggunakan program *Circlay* dan *Kenpave* untuk tol Cipali antara KM 110+000 hingga 115+000 pada tahun 2017 hingga 2022, dengan hasil 170 mm (Lau, 2019). Penelitian lainnya menggunakan metode mekanistik-empirik Asphalt Institute yang dikutip pada buku Huang 2004 dan metode MEPDG 2015 dengan software *Kenlayer* menghasilkan ketebalan lapisan *overlay* 200 mm (Perdana, 2021). Penelitian lain juga mengembangkan perencanaan lapis tambahan *overlay* dengan metode CTRB (*Cement Treated Recycling Base*) di jalan Wolter Mongunsidi Jember (Dinata, 2017). Meskipun berbagai pendekatan telah digunakan, penelitian ini masih perlu dikembangkan untuk penanganan jangka panjang dengan umur rencana 20 tahun, salah satunya melalui rekonstruksi lapis di bawah aspal yang lebih efektif.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas rekonstruksi perkerasan jalan tol dengan menggunakan metode *Kenpave-Kenlayer*, menggantikan material Base A dengan *Cement Treated Base* (CTB), dan membandingkan hasilnya dengan metode pengolahan perkerasan lainnya. Manfaat penelitian ini adalah memberikan alternatif solusi yang lebih efektif dan efisien untuk perbaikan jangka panjang perkerasan jalan tol, serta menyediakan

referensi bagi perencanaan infrastruktur jalan dengan umur rencana yang lebih panjang, mengurangi kerusakan jalan, dan meningkatkan kualitas jalan yang dapat bertahan lebih lama.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di lokasi Jalan tol Ruas Palindra km 1 – km 2 Provinsi Sumatera Selatan. Data perkerasan dan volume lalu lintas harian rata-rata diperoleh dari PT Hutama Karya.



Gambar 1. Perkerasan Eksisting

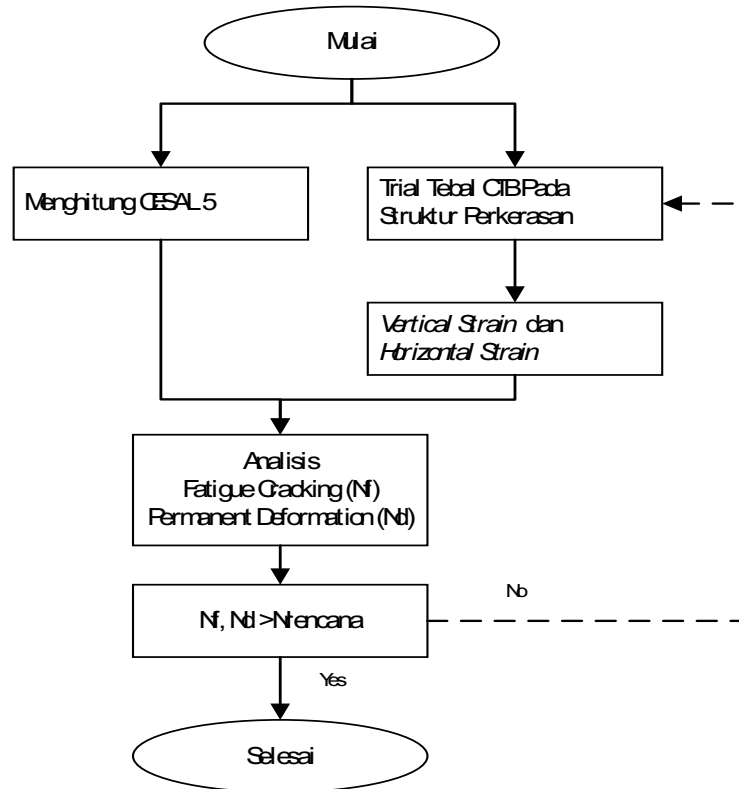
Pada rekonstruksi pengupasan dan pelapisan kembali, pengupasan dilakukan sampai dengan Base A kemudian diganti dengan CTB tebal CTB ditentukan variatif sebagai dasar penentuan tebal CTB optimum. Data lalu lintas harian rata-rata dengan ketentuan umur rencana 20 tahun, laju pertumbuhan lalu lintas 4,83% pertahun untuk menentukan CESAL 5. Seperti ditunjukkan dalam table 1 berikut.

Tabel 1. Data Lalu lintas Harian Rata-rata

No	Jenis Kendaraan	LHR
1	2,3,4	4.083
2	5B	1.020
3	6B	273
4	7A2	52
5	7C1	7
6	7C2	11

Sumber: data olahan

Berikut diagram alir analisis tebal lapisan dengan metode *kenpave-kenlayer*.



Gambar 2. Diagram Alir analisis tebal lapisan

Analisis dengan Program Kenpave-Kenlayer pada tebal perkerasan lentur yang diperoleh dari perencanaan yang telah dilakukan selanjutnya di input ke program *Kenpave* pada sub program Kenlayer. Selain tebal perkerasan juga diperlukan data-data terkait dengan pembebanan sumbu dan roda kendaraan yang meliputi dimensi sumbu kendaraan, tekanan ban, dan jarak antar roda ganda, modulus elastisitas bahan serta poisson ratio. Data-data tersebut akan diisi sesuai dengan kebutuhan data pada tiap menu program kenlayer yakni terdiri dari menu general, menu zcoord, layer, moduli, dan load (Frans & Nasjono, 2023). *Output* dari *kenpave-kenlayer* yaitu regangan *vertical strain* dan *horizontal strain* kemudian dilakukan analisis kerusakan perkerasan terhadap *permanent deformation* dan *fatigue crack*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis data lalu lintas bertujuan untuk mengetahui beban repetisi sumbu rencana atau *Cumulative Equivalent Single Axle Loads* (CESAL) dengan umur rencana 20 tahun dan laju pertumbuhan $i = 4,83\%$ untuk rekonstruksi pengupasan dan pelapisan kembali struktur perkerasan dengan nilai yang ditunjukkan pada tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2. Perhitungan Nilai CESAL 5

No	Jenis Kendaraan	LHR	LHR 20 th	VDF 5	ESAL 5
					20 th
1	2,3,4	4.083	10.488	-	-
2	5B	1.020	2.621	1	1,55E+07
3	6B	273	702	5	1,91E+07
4	7A2	52	134	6	4,45E+06

No	Jenis Kendaraan	LHR	LHR	VDF 5	ESAL 5
5	7C1	7	18	10	1,02E+06
6	7C2	11	29	8	1,38E+06
					4,15E+07

Sumber: data olahan

Hasil analisis dari menunjukkan dengan parameter jenis kendaraan, lalu lintas harian rata-rata dan *Vehicle Damage Factor* (VDF) dengan nilai beban lalu lintas sebesar 4,15E+07 CESAL.

Analisis data perkerasan dengan penggantian Base-A dengan CTB untuk variasi ketebalan 0 mm, 150 mm, 200 mm, 250 mm, dan 350 mm, pada struktur perkerasan dengan program *kenpave-kenlayer* didapatkan data, ditunjukkan dalam tabel 3 sebagai berikut.

Tabel 3. Output Kenpave-Kenlayer

Tebal CTB (mm)	Vertical Strain	Horizontal P.Strain
0	2,23E-04	1,02E-04
150	1,45E-04	9,20E-05
200	1,33E-04	8,94E-05
250	1,33E-04	8,71E-05
350	1,30E-04	8,48E-05

Sumber: data olahan

Hasil Analisis dengan program *kenpave-kenlayer* dengan output *vertical strain* dan *horizontal strain* pada penggantian CTB dengan variasi 0 mm, 150 mm, 200 mm, 250 mm, dan 350 mm, dimana hasil *vertical strain* dan *horizontal strain* mengalami penurunan nilai seiring dengan penambahan ketebalan CTB.

Dari hasil output *vertical strain* dan *horizontal strain* kemudian dilakukan analisis pembebanan CESAL 5 pada masing-masing ketebalan CTB untuk analisis kerusakan perkerasan terhadap *permanent deformation* dan *fatigue crack* diperoleh struktur perkerasan seperti ditunjukkan pada tabel 4 sebagai berikut.

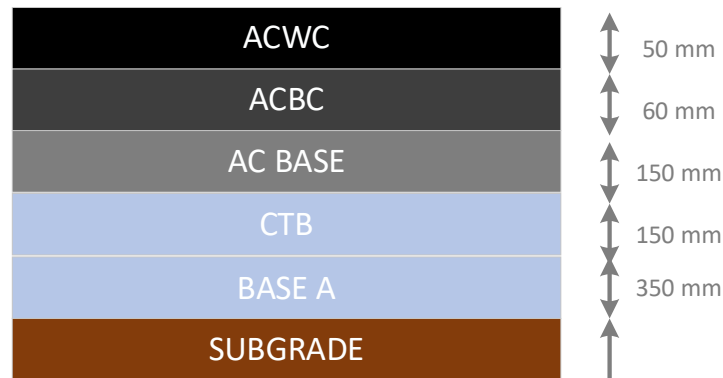
Tabel 4. Analisis Kerusakan Perkerasan

Tebal CTB (mm)	CESAL 5	Fatigue Cracking (Nf)	Catatan	Permanent Deformation (Nd)	Catatan
0	4,15E+07	1,77E+09	OK	3,04E+07	Tidak OK
150	4,15E+07	2,68E+09	OK	2,07E+08	OK
200	4,15E+07	3,00E+09	OK	2,61E+08	OK
250	4,15E+07	3,33E+09	OK	3,05E+08	OK
350	4,15E+07	4,11E+09	OK	3,64E+08	OK

Sumber: data olahan

Hasil analisis kerusakan perkerasan berdasarkan ketahanan terhadap *permanent deformation* dan *fatigue crack* dengan 4,15E+07 CESAL. Struktur perkerasan dengan variasi ketebalan tanpa CTB sudah memenuhi ketahanan terhadap *fatigue crack* tetapi tidak

memenuhi ketahanan terhadap *permanent deformation* sedangkan variasi ketebalan 150 mm, 200 mm, 250 mm, 350 mm sudah memenuhi ketahanan terhadap *permanent deformation* dan *fatigue crack*. Dengan demikian variasi ketebalan CTB yang paling optimum digunakan yaitu ketebalan 150 mm seperti pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Struktur Perkerasan dengan Ketebalan CTB Optimum

Dari hasil perhitungan ketahanan perkerasan selanjutnya untuk digunakan dalam desain penanganan rekonstruksi yaitu pengupasan sedalam 410 mm kemudian dilapis CTB dengan tebal 150 mm, AC-Base tebal 150 mm, ACBC tebal 60 mm dan ACWC tebal 50 mm.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penggantian material Base-A dengan Cement Treated Base (CTB) pada rekonstruksi perkerasan menggunakan CESAL 5 dengan umur rencana 20 tahun, melalui metode Kenpave-Kenlayer, menunjukkan bahwa ketebalan CTB sebesar 200 mm, 250 mm, dan 300 mm dapat memberikan ketahanan terhadap kerusakan perkerasan yang disebabkan oleh *permanent deformation* dan *fatigue cracking*. Dari ketiga variasi ketebalan tersebut, ketebalan 200 mm terbukti sebagai ketebalan yang paling optimum dalam meningkatkan ketahanan struktur perkerasan terhadap kerusakan. Semakin besar ketebalan CTB yang digunakan, semakin tinggi ketahanannya terhadap deformasi permanen dan retak akibat kelelahan. Selain itu, peningkatan ketebalan CTB juga berdampak pada penurunan nilai regangan vertikal (*vertical strain*) dan regangan horizontal (*horizontal strain*) yang terjadi pada lapisan perkerasan, yang menunjukkan penurunan beban yang diterima oleh lapisan perkerasan. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan CTB dalam ketebalan yang tepat dapat memperpanjang umur perkerasan jalan dan meningkatkan kualitas infrastruktur jalan tol yang tahan terhadap beban lalu lintas yang berat. Saran untuk penelitian lebih lanjut adalah melakukan studi perbandingan antara berbagai jenis material lain yang dapat digunakan sebagai pengg

DAFTAR PUSTAKA

- Daksa, S. T., & Prastyanto, C. A. (2019). Analisis Pemilihan Jenis Perkerasan Jalan untuk Perbaikan Kerusakan Perkerasan Jalan di Jalan Harun Thohir, Kecamatan Gresik, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. *Jurnal Transportasi: Sistem, Material, Dan Infrastruktur*, 2(1). <https://doi.org/10.12962/j26226847.v2i1.5705>
- Dinata, A. M. (2017). Perencanaan Lapis Perkerasan Tambahan Overlay Dengan Metode CTRB (Cement Treated Recycling Base). *Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Jember*.
- Frans, J. H., & Nasjono, J. K. (2023). Analisis Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode Bina Marga 2017 Dan Program KENPAVE. *Jurnal Teknik Sipil*.
- Novie, H. P. (2023). Evaluasi Penggunaan Sistem Jembatan Timbang Online (JTO) Terintegrasi dengan Metode PIECES Framework. *Jurnal Algoritma*, 20(1). <https://doi.org/10.33364/algoritma/v.20-1.1255>
- Huang, Y. H. (2004). Pavement Analysis and Design. *University of Kentucky, 2nd Edition*.
- Inayah, I., & Widyastuti, H. (2015). Prioritas Pemeliharaan Jalan Pada Jalan Tol Jakarta-Cikampek. *Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil & Perencanaan, Institut Teknologi Sepuluh*.
- Lau, Y. S. (2019). *Analisis Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Metoda Austroad 2010 Dan Program Kenpave*. Institut Teknologi Bandung.
- Metekohy, J. G., & F. Talaohu, F. (2021). Perencanaan Ulang Tebal Perkerasan Lentur menggunakan Metode Bina Marga (Studi Kasus Ruas Jalan Piru-Waisala Seram Bagian Barat). *KERN : Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 7(1). <https://doi.org/10.33005/kern.v7i1.56>
- Nafis, A. A., & Buana, C. (2022). Analisa Penilaian Kerusakan dan Perbaikan Jalan dengan Metode Bina Marga Pada Jalan Mayjend Sungkono Kabupaten Gresik. *Jurnal Teknik ITS*, 11(2). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v11i2.84878>
- Nashruddin, A. Z., & Buana, C. (2021). Analisis Penilaian Kerusakan Jalan dan Perbaikan Perkerasan pada Jalan Raya Roomo, Kecamatan Manyar, Kabupaten Gresik. *Jurnal Teknik ITS*, 10(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v10i1.59866>
- Perdana, R. N. (2021). *Analisis Perbandingan Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Menggunakan Metode Mekanistik-Empirik Dengan Software Kenlayer- Huang 2004 Dan MEPDG 2015*. Institut Teknologi Bandung.
- Ramadhani, R. I. (2018). Evaluasi Tebal Perkerasan Lentur dengan Metode Bina Marga 2013 Dan Metode Mekanistik-Empirik Menggunakan Program Kenpave Pada Ruas Jalan Jogja-Solo. *Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia*.
- Safitri, R. A., Purwanto, S., & Nur Septian, S. R. (2023). Analisis Rencana Anggaran Biaya Pada Pemeliharaan Jalan Prabu Kiansantang. *Structure*, 5(1). <https://doi.org/10.31000/civil.v5i1.8263>
- Sari, G. M., & Rusli, Z. (2022). Pengawasan Kendaraan Over Dimension Over Loading (ODOL) Di Jalan Lintas Indragiri Hulu. *Saraq Opat: Jurnal Administrasi Publik*, 5(1). <https://doi.org/10.55542/saraqopat.v5i1.441>

Heri Sudarmadi, Edi Kadarsa, Melawaty Agustien

Analisis Rekonstruksi Pengupasan dan Pelapisan Kembali Perkerasan Lentur dengan Metode Kenpave-Kenlayer

Solekha, L. A., Fadjarajani, S., & Hakim, E. H. (2023). Dampak Penambangan Pasir Terhadap Kondisi Jalan Di Desa Pangebatan Kecamatan Bantarkawung Kabupaten Brebes. *Geosfera: Jurnal Penelitian Geografi*, 2(1). <https://doi.org/10.34312/geojpg.v2i1.20187>



© 2025 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>).