



## Analisis Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Kolaka Rate-Rate

Vickky Anggara Ilham<sup>1\*</sup>, Irwan Lakawa<sup>2</sup>, Siti Mariam Aprilian<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

\*Corresponding author. [vickkyanggara@gmail.com](mailto:vickkyanggara@gmail.com)

### ARTICLE INFO

### ABSTRACT

#### Keywords:

Structural Number, overlay, flexible pavement, overlay thickness

#### How to cite:

Vickky Anggara Ilham, Irwan Lakawa, Siti Mariam Aprilian (2026). Analisis Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Kolaka Rate - Rate

This study aims to analyze the structural capacity of the existing pavement and to determine the required thickness of flexible pavement overlay on the Kolaka – Rate-rate Road section to adequately serve traffic loads over a 20-year design life. Based on traffic survey results, the Average Daily Traffic (ADT) indicates a dominant contribution from heavy vehicles. The calculation shows a daily Equivalent Standard Axle (ESA) value of 1,322.47 ESA/day, with the largest contribution coming from 3-axle and ≥4-axle trucks. Considering an annual traffic growth rate of 5% and a 20-year design life, the Cumulative Equivalent Standard Axle (CESA) is estimated at approximately  $1.60 \times 10^7$  ESA. The evaluation of the existing pavement structure yields a Structural Number ( $SN_{ex}$ ) of 6.96. Based on the relationship between CESA and subgrade bearing capacity (CBR 6%), the required Structural Number ( $SN_r$ ) is determined to be 8.50. The difference between the required SN and the existing SN results in an overlay Structural Number ( $SN_{ov}$ ) requirement of 1.54. This value is then converted into the required asphalt overlay thickness using the appropriate layer coefficient.



### 1. Pendahuluan

Jalan merupakan salah satu infrastruktur transportasi darat yang memegang peranan penting dalam menunjang pertumbuhan ekonomi, pemerataan pembangunan, dan peningkatan mobilitas masyarakat. Jalan yang memadai akan mendukung kelancaran distribusi barang dan jasa, membuka akses ke pusat pelayanan, serta meningkatkan konektivitas antarwilayah (Kementerian PUPR, 2017). Seiring berjalannya waktu, perkerasan jalan akan mengalami penurunan kinerja akibat beban lalu lintas berulang, terutama kendaraan berat, serta pengaruh lingkungan seperti curah hujan tinggi, suhu, dan drainase yang kurang baik (Sukirman, 1999). Penurunan kinerja ini dapat bersifat fungsional, seperti menurunnya kenyamanan berkendara, maupun struktural, seperti retak, deformasi, dan alur (rutting) yang mengurangi kemampuan jalan menahan beban lalu lintas (Asphalt Institute, 2007).

Ruas Jalan Kolaka – Rate-Rate merupakan jalur strategis yang menghubungkan Kabupaten Kolaka dengan Kabupaten Kolaka Timur, serta berfungsi sebagai koridor utama untuk pergerakan barang, hasil pertanian, dan akses menuju kawasan industri. Tingginya intensitas lalu lintas, khususnya kendaraan angkutan logistik, mengakibatkan perkerasan pada beberapa segmen mengalami kerusakan dengan tingkat bervariasi, mulai dari retak kulit buaya hingga deformasi permanen. Kondisi ini berdampak pada menurunnya kenyamanan dan keselamatan pengguna jalan.

Salah satu metode penanganan kerusakan perkerasan yang umum digunakan adalah lapis tambah (overlay). Overlay bertujuan meningkatkan kapasitas struktural perkerasan agar mampu menahan beban lalu lintas pada umur rencana berikutnya, sekaligus memperbaiki permukaan jalan (Kementerian PUPR, 2017). Penentuan tebal overlay yang tepat memerlukan analisis terhadap beban lalu lintas kumulatif (CESA), kondisi struktural eksisting, serta sifat tanah dasar. Metode yang digunakan dalam pedoman Bina Marga 2017 adalah metode lendutan, di mana data lendutan lapangan digunakan untuk menentukan tebal lapis tambah yang diperlukan agar perkerasan dapat mencapai umur rencana yang diinginkan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, perlu dilakukan penelitian Analisis Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur pada Ruas Jalan Kolaka – Rate-Rate untuk memperoleh tebal overlay yang optimal sesuai standar teknis dan kebutuhan lalu lintas di masa mendatang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan bagi instansi terkait dalam perencanaan pemeliharaan jalan secara efektif, efisien, dan berkelanjutan.

## **2. Tinjauan Pustaka**

### **a. Jalan**

Jalan merupakan salah satu prasarana transportasi darat yang memiliki peran vital dalam menunjang aktivitas manusia, terutama dalam mendukung mobilitas orang dan barang. Menurut Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan, jalan didefinisikan sebagai Prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas umum.

### **b. Equivalent Standard Axle (ESA) Harian**

*Equivalent Standard Axle* (ESA) adalah besaran yang digunakan untuk menyatakan beban lalu lintas kendaraan terhadap perkerasan jalan dalam bentuk beban sumbu standar agar pengaruh kerusakan dari berbagai jenis kendaraan dapat disetarakan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024). Konsep ESA digunakan karena kerusakan perkerasan jalan lebih dipengaruhi oleh besarnya beban sumbu kendaraan dibandingkan dengan jumlah kendaraan yang melintas (AASHTO, 1993).

ESA harian dihitung dengan menjumlahkan hasil perkalian antara lalu lintas harian rata-rata tiap jenis kendaraan dan faktor kerusakan kendaraan tersebut (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024). Secara matematis, ESA harian dinyatakan dengan persamaan:

$$ESA_{Kumulatif} = \sum_i (LHR_i \times VDF_i) \quad (1)$$

Keterangan

$LHR_i$  = lalu-lintas harian untuk jenis kendaraan

$VDF_i$  = faktor ekuivalen gandar untuk jenis kendaraan tersebut  
(lihat tabel VDF di MDP 2024).

$ESA$  = Beban kumulatif yang akan mempengaruhi tebal overlay.

Faktor Ekuivalen Beban (Vehicle Damage Factor/VDF) adalah angka yang menyatakan besarnya kerusakan perkerasan akibat satu kendaraan dibandingkan dengan beban sumbu standar, sebagaimana ditetapkan dalam Manual Desain Perkerasan Jalan (MDPJ) Bina Marga.

Tabel 1. Faktor Ekuivalen Beban (VDF)

| Jenis Kendaraan       | Jumlah Sumbu   | VDF    | Keterangan                        |
|-----------------------|----------------|--------|-----------------------------------|
| Kendaraan ringan (LV) | 2 sumbu        | 0,0004 | Kontribusi kerusakan sangat kecil |
| Bus                   | 2 sumbu        | 0,5    | Kendaraan berat penumpang         |
| Truk 2 sumbu          | 2 sumbu        | 1      | Beban sumbu mendekati standar     |
| Truk 3 sumbu          | 3 sumbu        | 2,5    | Beban sumbu tinggi                |
| Truk $\geq 4$ sumbu   | $\geq 4$ sumbu | 4,5    | Beban sangat besar                |

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2024

### c. Cumulative Equivalent Standard Axle (CESA)

Cumulative Equivalent Standard Axle (CESA) atau Beban Kumulatif Selama Umur Rencana yang merupakan besaran yang menyatakan akumulasi beban lalu lintas ekuivalen sumbu standar yang bekerja pada perkerasan jalan selama umur rencana pelayanan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024). CESA digunakan untuk menggambarkan total kerusakan struktural yang diterima perkerasan akibat repetisi beban kendaraan sepanjang umur rencana jalan (AASHTO, 1993).

Persamaan CESA dengan memperhitungkan pertumbuhan lalu lintas dinyatakan sebagai berikut:

$$CESA = ESA_{\text{harian}} \times 365 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i}$$

(2)

Keterangan:

$i$  = laju pertumbuhan tahunan (desimal).

$n$  = umur rencana (tahun).

**d. Kekuatan struktur perkerasan eksisting ( $SN_{ex}$ )**

Kekuatan struktur perkerasan eksisting dinyatakan dalam bentuk Structural Number eksisting ( $SN_{ex}$ ) yang menggambarkan kemampuan struktur perkerasan yang ada dalam menahan beban lalu lintas (AASHTO, 1993).  $SN_{ex}$  digunakan untuk mengevaluasi kontribusi struktural setiap lapisan perkerasan eksisting sebelum dilakukan perencanaan lapis tambah (overlay) (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024). Penentuan  $SN_{ex}$  sangat penting karena perkerasan eksisting yang masih memiliki kekuatan struktural dapat dimanfaatkan sehingga kebutuhan overlay menjadi lebih efisien (Sukirman, 1999).

Secara matematis, nilai Structural Number eksisting dinyatakan dengan persamaan:

$$SN_{eks} = \sum (a_i \times h_i) \quad (3)$$

Keterangan:

$a_i$  = koefisien kekuatan lapisan

$h_i$  = tebal lapisan (cm)

**e. Kebutuhan kekuatan overlay ( $SN_{ov}$ )**

Kebutuhan kekuatan overlay dinyatakan dalam bentuk Structural Number overlay ( $SN_{ov}$ ) yang menunjukkan tambahan kekuatan struktur yang harus disediakan oleh lapis tambah (overlay) (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024).  $SN_{ov}$  digunakan untuk memastikan bahwa struktur perkerasan setelah dilakukan overlay mampu melayani beban lalu lintas selama umur rencana (AASHTO, 1993). Penentuan  $SN_{ov}$  didasarkan pada selisih antara kekuatan struktur perkerasan rencana dan kekuatan struktur perkerasan eksisting (Sukirman, 1999). Secara matematis, kebutuhan kekuatan overlay dihitung dengan persamaan:

$$SN_{overlay} = SN_r - SN_{eks} \quad (4)$$

**f. Mengonversi SN Overlay Menjadi Tebal Overlay**

Structural Number overlay ( $SN_{ov}$ ) merupakan besaran yang menyatakan kebutuhan tambahan kekuatan struktur perkerasan yang harus dipenuhi oleh lapis tambah (overlay) (AASHTO, 1993). Nilai  $SN_{ov}$  yang telah diperoleh dari selisih antara SN rencana dan SN eksisting selanjutnya perlu dikonversi menjadi tebal lapisan overlay agar dapat diterapkan secara teknis di lapangan (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024). Konversi  $SN_{ov}$  menjadi tebal overlay dilakukan dengan mempertimbangkan jenis material overlay yang digunakan, karena setiap material memiliki kemampuan struktural yang berbeda (Sukirman, 1999). Secara matematis, tebal lapis tambah (overlay) dihitung dengan membagi nilai  $SN_{ov}$  terhadap koefisien lapisan overlay, yang dinyatakan dengan persamaan:

$$h_{overlay} = \frac{SN_{overlay}}{a_{overlay}}$$

(5)

Keterangan:

$a_{overlay}$  = koefisien lapisan overlay (aspal)

Parameter  $a_{overlay}$  merupakan koefisien lapisan overlay yang nilainya ditentukan berdasarkan jenis lapisan aspal yang direncanakan, seperti AC-WC atau AC-BC (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2024). Parameter  $h_{overlay}$  merupakan tebal lapis tambah dalam satuan sentimeter yang menunjukkan ketebalan lapisan aspal yang harus ditambahkan di atas perkerasan eksisting (Sukirman, 1999).

#### **g. Penelitian Terdahulu**

Sari, D. P., Pratama, R., & Nugroho, A. (2022) melakukan analisis tebal lapis tambah perkerasan lentur pada jalan nasional dengan menggunakan metode Bina Marga berbasis beban lalu lintas kumulatif (CESA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan volume kendaraan berat berpengaruh signifikan terhadap nilai CESA yang berdampak langsung pada penambahan tebal overlay. Penelitian ini menegaskan pentingnya akurasi data lalu lintas dalam perencanaan overlay.

Rahman, F. & Hidayat, R. (2020), menganalisis pengaruh karakteristik lalu lintas terhadap kinerja perkerasan jalan perkotaan. Penelitian ini menyimpulkan bahwa kendaraan berat memiliki kontribusi terbesar terhadap penurunan kinerja struktural perkerasan. Hasil penelitian ini mendukung penggunaan pendekatan ESA/CESA dalam menentukan kebutuhan rehabilitasi dan overlay perkerasan lentur.

Putri, A. N., Wibowo, A., & Santoso, B. (2021), mengevaluasi kondisi perkerasan eksisting dan menentukan tebal overlay menggunakan metode Structural Number (SN). Penelitian ini menunjukkan bahwa kondisi struktural perkerasan eksisting sangat memengaruhi efisiensi desain overlay, di mana perkerasan dengan nilai SN eksisting tinggi memerlukan tebal lapis tambah yang lebih kecil.

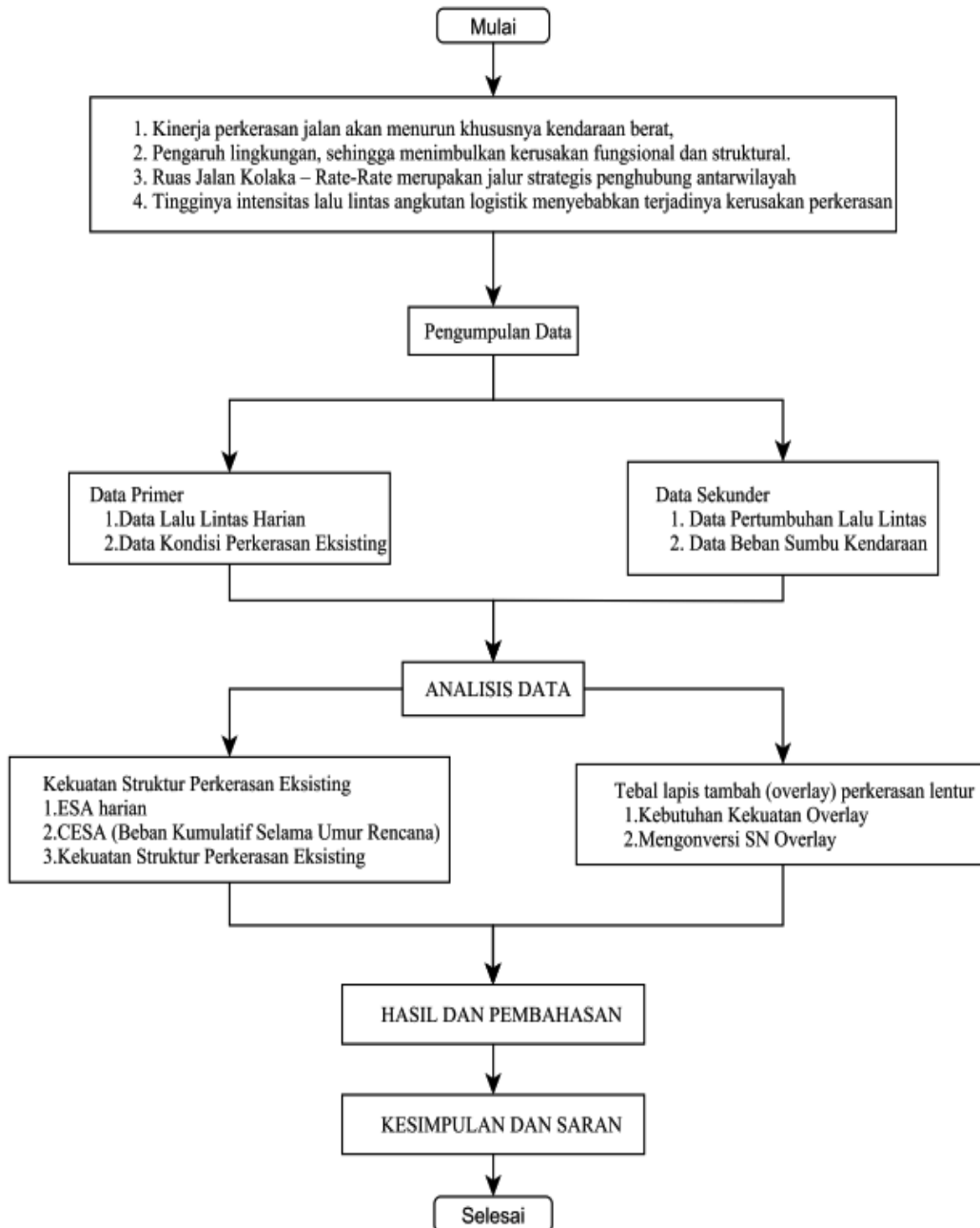
Yuliani, R., Suryawan, A., & Kurniawan, D. (2019), melakukan studi perencanaan overlay perkerasan lentur pada jalan provinsi dengan pendekatan Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP). Hasil penelitian menyatakan bahwa kombinasi antara evaluasi kondisi perkerasan eksisting dan analisis beban lalu lintas kumulatif menghasilkan desain overlay yang lebih andal dan ekonomis.

Lestari, E., Pramono, H., & Setiawan, I. (2023) menganalisis pengaruh daya dukung tanah dasar (CBR) terhadap kebutuhan tebal perkerasan dan overlay. Penelitian ini menunjukkan bahwa nilai CBR yang rendah menyebabkan peningkatan kebutuhan kekuatan struktur perkerasan rencana, sehingga berdampak pada bertambahnya tebal lapis tambah perkerasan lentur.

### 3. Metode Penelitian

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di Ruas Jalan Kolaka - Raterate. Ruas Jalan Kolaka - Rate Rate (atau Kolaka (Sp. Kp. Baru) - Rate Rate (Bts. Kab. Kolaka Timur/Bts. Kab. Konawe) sepanjang 58,85 km.

Gambar di bawah ini merupakan bagan alir penelitian :



Gambar 1. Bagan alir

#### 4. Hasil dan Pembahasan

##### 1. Analisis kekuatan struktur perkerasan eksisting

- **Lalu lintas harian rata-rata (LHR)**

Berdasarkan hasil survei lalu lintas harian yang dilakukan selama tiga hari pengamatan (Sabtu, Minggu, dan Senin), diperoleh Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) untuk masing-masing jenis kendaraan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. rekapitulasi lalu lintas harian rata-rata (LHR)

| No | Jenis Kendaraan       | Sabtu | Minggu | Senin | LHR <sub>i</sub><br>(kend/hari) |
|----|-----------------------|-------|--------|-------|---------------------------------|
| 1  | Kendaraan ringan (LV) | 1.150 | 1.220  | 1.180 | 1.183                           |
| 2  | Bus                   | 140   | 160    | 150   | 150                             |
| 3  | Truk 2 sumbu          | 280   | 310    | 300   | 297                             |
| 4  | Truk 3 sumbu          | 190   | 210    | 200   | 200                             |
| 5  | Truk ≥ 4 sumbu        | 95    | 105    | 100   | 100                             |

Sumber: Data survei, 2025

- **Perhitungan ESA harian**

Perhitungan Equivalent Standard Axle (ESA) harian dilakukan untuk mengetahui besarnya beban lalu lintas ekuivalen yang bekerja pada perkerasan jalan setiap hari. Perhitungan ini menggunakan Persamaan (2), yaitu hasil perkalian antara Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) dan Faktor Ekuivalen Beban (VDF) untuk setiap jenis kendaraan. perhitungan ESA harian untuk kendaraan truk 3 sumbu dilakukan dengan data:

$$\text{lalu-lintas harian ( } LHR_i \text{ )} = 200$$

$$\text{faktor ekuivalen gandar ( } VDF_i \text{ )} = 2,5$$

Perhitungan ESA Harian

$$ESA_{T3} = LHR_{T3} \times VDF_{T3}$$

$$ESA_{T3} = 200 \times 2,5$$

$$ESA_{T3} = 500 \text{ ESA/hari}$$

Tabel 3. Perhitungan ESA harian

| Jenis Kendaraan         | LHR <sub>i</sub> (kend/hari) | VDF <sub>i</sub> | ESA <sub>i</sub> = LHR <sub>i</sub> × VDF <sub>i</sub> |
|-------------------------|------------------------------|------------------|--|
| Kendaraan ringan (LV)   | 1.183                        | 0,0004           | 0,4732   |
| Bus                     | 150                          | 0,5              | 75   |
| Truk 2 sumbu            | 297                          | 1                | 297  |
| Truk 3 sumbu            | 200                          | 2,5              | 500  |
| Truk ≥ 4 sumbu          | 100                          | 4,5              | 450  |
| <b>Total ESA Harian</b> |                              |                  | <b>1.322,47</b>  |

Sumber: Hasil analisis, 2025

- **Laju pertumbuhan lalu lintas**

Laju pertumbuhan lalu lintas (i) merupakan parameter penting dalam perencanaan tebal perkerasan karena volume kendaraan pada suatu ruas jalan tidak bersifat tetap, melainkan meningkat dari tahun ke tahun. Pada penelitian ini digunakan nilai laju pertumbuhan lalu lintas sebesar:  $i = 5\%$  per tahun.

- **Umur Rencana**

Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga dalam Manual Desain Perkerasan Jalan 2024, umur rencana ditetapkan berdasarkan klasifikasi jalan.

Tabel 4. Umur rencana berdasarkan klasifikasi jalan.

| Jenis Jalan     | Umur Rencana |
|-----------------|--------------|
| Jalan Nasional  | 20 tahun     |
| Jalan Provinsi  | 15 tahun     |
| Jalan Kabupaten | 10 tahun     |

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan 2024

Karena ruas Kolaka–Rate-rate berstatus jalan nasional, maka  $n = 20$  Tahun

- **Analisis CESA (Beban Kumulatif Selama Umur Rencana)**

Analisis CESA (Cumulative Equivalent Standard Axle) dilakukan untuk mengetahui total beban lalu lintas ekuivalen yang akan diterima oleh perkerasan jalan selama umur rencana 20 tahun. Perhitungan ini mempertimbangkan ESA harian, laju pertumbuhan lalu lintas, serta umur rencana, sehingga mencerminkan kondisi pembebanan jangka panjang yang akan mempengaruhi kinerja perkerasan. Berdasarkan hasil analisis sebelumnya, diperoleh:

ESA harian = 1.322,47 ESA/hari

Laju pertumbuhan lalu lintas (i) =  $5\% = 0,05$

Umur rencana (n) = 20 tahun

Jumlah hari per tahun = 365 hari

- a. Hitung faktor pertumbuhan lalu lintas  
Faktor pertumbuhan lalu lintas dihitung untuk mengetahui peningkatan volume lalu lintas selama umur rencana. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa:

$$(1+i)^n = (1+0,05)^{20}$$

$$(1,05)^{20} = 2,653$$

Nilai ini menunjukkan bahwa volume lalu lintas pada akhir umur rencana diperkirakan meningkat sekitar 2,65 kali dibandingkan kondisi awal.

- b. Perhitungan faktor kumulatif pertumbuhan  
Faktor kumulatif pertumbuhan lalu lintas digunakan untuk menghitung akumulasi beban selama umur rencana. Dari hasil perhitungan diperoleh:

$$\frac{(1+i)^n - 1}{i} = \frac{(2,653 - 1)}{0,05} = \frac{1,653}{0,05} = 33,06$$

Nilai ini menunjukkan bahwa beban lalu lintas kumulatif selama 20 tahun setara dengan 33,06 kali beban lalu lintas tahunan awal.

- c. Perhitungan ESA tahunan  
ESA tahunan dihitung dengan mengalikan ESA harian dengan jumlah hari dalam setahun, sehingga diperoleh:

$$ESA_{\text{tahunan}} = 1.322,47 \times 365$$

$$ESA_{\text{tahunan}} = 402.702 \text{ ESA/tahun}$$

Nilai ini menggambarkan besarnya beban lalu lintas ekuivalen yang diterima perkerasan jalan setiap tahun pada kondisi awal.

- d. Perhitungan ESA Lajur Rencana  
Menurut Direktorat Jenderal Bina Marga dalam Manual Desain Perkerasan Jalan 2024, beban rencana harus dihitung pada lajur rencana (design lane) karena distribusi kendaraan berat tidak merata. ruas Kolaka–Rate-rate memiliki :

- a) Tipe jalan = 2/2 UD (dua lajur dua arah)  
b) Distribusi arah (DD) = 0,5  
c) Distribusi lajur (DL) untuk 1 lajur tiap arah = 1,0

ESA Lajur Rencana

$$ESA_{Lajur} = ESA_{total} \times DD \times DL$$

$$ESA_{Lajur} = 1.322,47 \times 0,5 \times 1,0$$

$$ESA_{Lajur} = 66,24 \text{ ESA/hari}$$

e. Perhitungan CESA

Nilai CESA diperoleh dengan mengalikan ESA tahunan dengan faktor kumulatif pertumbuhan lalu lintas, yaitu:

$$CESA = 402.702 \times 33,06$$

$$CESA = 1,60 \times 10^7 \text{ ESA}$$

Dengan demikian, total beban lalu lintas yang akan diterima oleh perkerasan jalan selama umur rencana 20 tahun adalah sekitar 15,96 juta ESA.

• **Menentukan Kekuatan Struktur Perkerasan Eksisting**

Penentuan kekuatan struktur perkerasan eksisting dilakukan berdasarkan hasil survei kondisi perkerasan dan data teknis lapangan yang meliputi jenis lapisan, tebal lapisan, serta koefisien kekuatan masing-masing lapisan.

Tabel 5. Data Struktur Perkerasan Eksisting

| Lapisan Perkerasan               | Tebal ( $h_i$ ) (cm) | Koefisien ( $a_i$ ) |
|----------------------------------|----------------------|---------------------|
| Lapis Aus (AC-WC)                | 4                    | 0,44                |
| Lapis Antara (AC-BC)             | 6                    | 0,4                 |
| Lapis Pondasi Atas (Base Course) | 20                   | 0,14                |

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2024

a. Kontribusi Lapis Aus (AC-WC)

Lapis aus (AC-WC) memiliki ketebalan 4 cm dengan koefisien kekuatan 0,44. Kontribusi kekuatan lapisan ini dihitung sebagai berikut:

$$SN_{AC-WC} = a_1 \times h_i$$

$$SN_{AC-WC} = 0,44 \times 4$$

$$SN_{AC-WC} = 1,76$$

Nilai ini menunjukkan bahwa lapis aus memberikan kontribusi 1,76 terhadap total kekuatan struktur perkerasan.

b. Kontribusi Lapis Antara (AC-BC)

Lapis antara (AC-BC) memiliki ketebalan 6 cm dengan koefisien kekuatan 0,40. Kontribusi kekuatan lapisan ini adalah:

$$SN_{AC-BC} = a_2 \times h_2$$

$$SN_{AC-BC} = 0,4 \times 6$$

$$SN_{AC-BC} = 2,4$$

Lapis antara memberikan kontribusi 2,40, yang berperan penting dalam menyebarkan beban lalu lintas ke lapisan di bawahnya.

c. Kontribusi Lapis Pondasi Atas

Lapis pondasi atas (Base Course) memiliki ketebalan 20 cm dengan koefisien kekuatan 0,14. Kontribusi lapisan ini dihitung sebagai berikut:

$$SN_{Base} = a_3 \times h_3$$

$$SN_{Base} = 0,14 \times 20$$

$$SN_{Base} = 2,8$$

Nilai ini menunjukkan bahwa lapis pondasi atas memberikan kontribusi 2,80, yang merupakan kontribusi terbesar terhadap kekuatan struktur perkerasan eksisting.

d. Total Kekuatan Struktur Perkerasan Eksisting

Total kekuatan struktur perkerasan eksisting diperoleh dengan menjumlahkan kontribusi dari seluruh lapisan perkerasan:

$$SN_{eks} = 1,76 + 2,4 + 2,8$$

$$SN_{eks} = 6,96$$

Dengan demikian, nilai Structural Number (SN) perkerasan eksisting sebesar 6,96.

## **2. Analisis Tebal Lapis Tambah (Overlay) Perkerasan Lentur Yang Diperoleh**

### **• Menentukan kekuatan kebutuhan overlay**

Analisis kebutuhan tebal lapis tambah (overlay) perkerasan lentur dilakukan untuk memastikan bahwa struktur perkerasan jalan mampu menahan beban lalu lintas rencana selama umur rencana. Perhitungan ini didasarkan pada hasil analisis lalu lintas, beban kumulatif (CESA), serta kekuatan struktur perkerasan eksisting yang telah dihitung pada tahap sebelumnya.

$$CESA (i=5\%) = 1,60 \times 10^7 \text{ ESA}$$

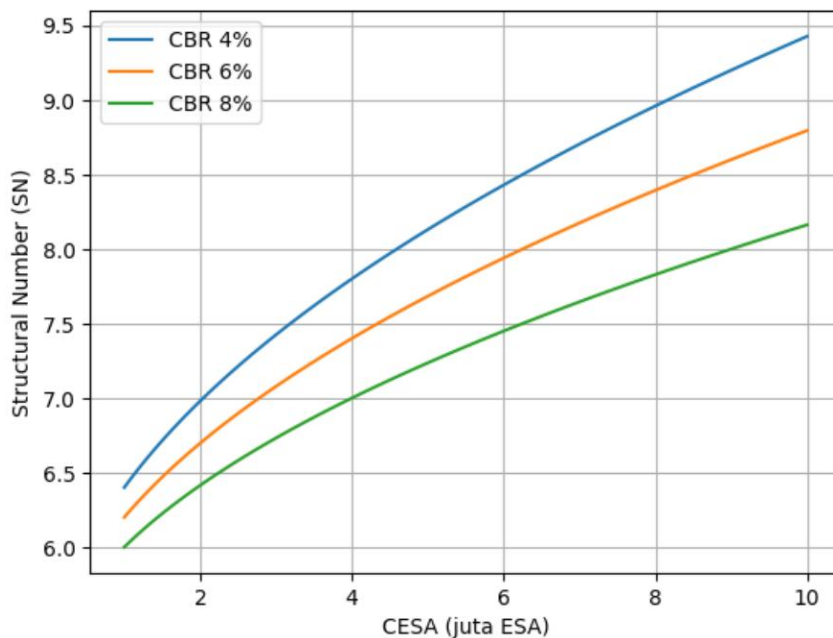
$$SN_{eks} = 6,96$$

Berdasarkan hasil perhitungan, diperoleh nilai CESA dengan laju pertumbuhan lalu lintas 5% sebesar  $1,60 \times 10^7$  ESA.

**a. Penentuan Structural Number rencana ( $SN_r$ )**

Berdasarkan hubungan antara nilai CESA dan kebutuhan Structural Number sesuai MDP 2024/Bina Marga, Beban Lalu Lintas Kumulatif (CESA) untuk ruas jalan ini didapatkan  $CESA \approx 7,96 \times 10^6$  ESA nilai ini berada pada rentang  $CESA \approx 10^6 - 10^7$  ESA. Daya Dukung Tanah Dasar (CBR) = 6%. Nilai SNr didapatkan melalui Grafik Penentuan SN terhadap CESA dan CBR dengan Langkah:

1. Tentukan nilai CESA =  $7,96 \times 10^6$
2. Tarik garis vertikal pada rentang  $10^6 - 10^7$
3. Pilih kurva untuk CBR = 6%
4. Tarik garis horizontal hingga memotong sumbu SN



Gambar 2. Grafik di atas menunjukkan hubungan antara CESA – CBR – SN

**b. Perhitungan Kebutuhan Kekuatan Overlay**

Kebutuhan kekuatan overlay dihitung sebagai selisih antara kebutuhan Structural Number rencana ( $SN_r$ ) dan Structural Number eksisting ( $SN_{eks}$ ), yaitu:

$$SN_{overlay} = SN_r - SN_{eks}$$

$$SN_{overlay} = 8,50 - 6,96$$

$$SN_{overlay} = 1,54$$

Nilai SN overlay sebesar 1,54 menunjukkan bahwa perkerasan eksisting belum memiliki kekuatan yang cukup untuk menahan beban lalu lintas rencana selama umur rencana. Dengan kata lain, diperlukan penambahan kekuatan struktur sebesar 1,54 dalam bentuk lapis tambah perkerasan lentur.

Nilai kebutuhan kekuatan overlay yang relatif signifikan ini mengindikasikan bahwa:

- a. Perkerasan eksisting telah bekerja mendekati kapasitas maksimumnya,
  - b. Pertumbuhan lalu lintas sebesar 5% per tahun memberikan pengaruh besar terhadap peningkatan beban kumulatif, dan
  - c. Tanpa penambahan lapisan perkerasan, risiko kerusakan struktural seperti retak leleh dan deformasi permanen akan meningkat sebelum umur rencana tercapai.
- Mengonversi SN Overlay Menjadi Tebal Overlay

Tahapan ini bertujuan untuk mengubah kebutuhan kekuatan overlay (SN overlay) yang telah diperoleh sebelumnya menjadi tebal lapis tambah perkerasan lentur (overlay) dalam satuan sentimeter, sehingga dapat diaplikasikan secara teknis di lapangan. Berdasarkan hasil analisis sebelumnya, diketahui:

$$\text{SN overlay} = 1,54$$

$$\text{Koefisien lapisan overlay (aspal)} = \text{AC-WC} / \text{AC-BC} = 0,44 \text{ (MDP 2024)}$$

Konversi dilakukan menggunakan persamaan:

$$h_{\text{overlay}} = \frac{SN_{\text{overlay}}}{a_{\text{overlay}}}$$

$$h_{\text{overlay}} = \frac{1,54}{0,44}$$

$$h_{\text{overlay}} = 3,50$$

Dengan demikian, secara teoritis diperoleh tebal overlay sebesar 3,5 cm. Hasil konversi menunjukkan bahwa untuk memenuhi kebutuhan kekuatan struktur perkerasan selama umur rencana 20 tahun, diperlukan lapis tambah perkerasan lentur setebal 4 cm. Lapis tambah ini berfungsi untuk:

- a. Menambah kekuatan struktural perkerasan,
- b. Mengurangi tegangan yang diteruskan ke lapisan di bawahnya, dan
- c. Memperpanjang umur layanan perkerasan agar sesuai dengan beban lalu lintas rencana.

Jika dikaitkan dengan kondisi eksisting:

- a. SN eksisting = 6,96
- b. SN overlay = 1,54
- c. SN total setelah overlay = ± 8,50

maka struktur perkerasan setelah penambahan overlay telah memenuhi kebutuhan kekuatan rencana berdasarkan nilai CESA sebesar  $1,60 \times 10^7$  ESA.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis lalu lintas dan kondisi perkerasan eksisting pada Ruas Jalan Kolaka – Rate-rate, diperoleh nilai ESA harian sebesar 1.322,47 ESA/hari dan CESA sebesar  $\pm 1,60 \times 10^7$  ESA dengan laju pertumbuhan lalu lintas 5% dan umur rencana 20 tahun. Evaluasi struktur perkerasan eksisting menghasilkan Structural Number (SN) sebesar 6,96, yang menunjukkan

bahwa kekuatan struktur perkerasan saat ini belum mampu menahan beban lalu lintas rencana selama umur layanan.

Kebutuhan tebal lapis tambah (overlay) perkerasan lentur Untuk memenuhi kebutuhan kekuatan struktur perkerasan, ditetapkan Structural Number rencana (SN<sub>r</sub>) sebesar 8,50, sehingga diperlukan kekuatan overlay sebesar 1,54. Hasil konversi menunjukkan kebutuhan lapis tambah perkerasan lentur setebal 4 cm, yang dinilai cukup untuk meningkatkan kapasitas struktur perkerasan agar mampu melayani beban lalu lintas secara aman dan berkelanjutan selama umur rencana.

## Referensi

- AASHTO. 1993. Guide for Design of Pavement Structures. American Association of State Highway and Transportation Officials.
- Asphalt Institute. 2007 Thickness Design – Asphalt Pavements for Highways and Streets (Manual Series No. 1, 9th ed.). Lexington, Kentucky: Asphalt Institute.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. 2024. Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP). Kementerian PUPR, Jakarta.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2017). *Manual Desain Perkerasan Jalan* (No. 04/SE/Db/2017). Direktorat Jenderal Bina Marga, Jakarta.
- Lestari, E., Pramono, H., & Setiawan, I. 2023. Pengaruh daya dukung tanah dasar terhadap perencanaan tebal perkerasan dan overlay jalan. *Jurnal Infrastruktur*, 13(1), 55–64.
- Putri, A. N., Wibowo, A., & Santoso, B. 2021. Evaluasi kondisi perkerasan eksisting dan perencanaan overlay menggunakan metode structural number. *Jurnal Teknik Sipil*, Vol 28(2), pp:123–132.
- Rahman, F., & Hidayat, R. 2020. Pengaruh karakteristik lalu lintas terhadap kinerja perkerasan jalan perkotaan. *Jurnal Transportasi*, vol.20(1),pp: 45–56.
- Sari, D. P., Pratama, R., & Nugroho, A. 2022. Analisis tebal lapis tambah perkerasan lentur berdasarkan beban lalu lintas kumulatif. *Jurnal Rekayasa Transportasi*, vol9(1),pp:1–10.
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*. Bandung: Nova.
- Yuliani, R., Suryawan, A., & Kurniawan, D.2019. Perencanaan overlay perkerasan lentur berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan. *Jurnal Jalan dan Jembatan*, vol 36(2), pp: 89–98.
- Rofiqi, M. I., & Putra, K. H. 2019. Studi Analisis Tebal Lapis Tambah Perkerasan Lentur (Overlay) Pada Jalan Kejayan Kabupaten Pasuruan Dengan Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Nomor 04/Se/Db/2017. In *Prosiding Seminar Teknologi Perencanaan, Perancangan, Lingkungan dan Infrastruktur* (Vol. 1, No. 1, pp. 30-38).