

Evaluasi dan Prediksi Umur Rencana Perkerasan Jalan Dengan Metode Bina Marga Di Jalan Ngopak Kedawung Kabupaten Pasuruan

Khofifah^{1*}, Dian Kusumaningsih^{2*}, Rukma Nur Patria³
Program Studi Teknik Sipil Universitas Yudharta Pasuruan

ABSTRAK

Jalan Ngopak Kedawung yang menghubungkan jalan Provinsi dan berfungsi sebagai jalur alternatif, mengalami kerusakan yang membahayakan pengguna jalan. Oleh karena itu rekonstruksi jalan diperlukan dengan perencanaan perkerasan yang efektif untuk memenuhi kebutuhan pelayanan jalan yang tinggi. Perkerasan komposit merupakan kombinasi dari perkerasan lentur dan perkerasan kaku maka sebaliknya. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan tebal lapis perkerasan yang diperlukan dan memahami perencanaan perkerasan di ruas jalan Ngopak Kedawung.

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif, yang dimana pada perencanaan perkerasan komposit direncanakan dengan Metode Bina Marga untuk memastikan daya dukung dan ketahanan yang memadai.

Dari hasil analisis menggunakan metode Bina Marga sehingga diperoleh tebal lapis perkerasan jalan ini menggunakan Laston Ms 744 kg dengan ketebalan 6cm dan lapis pondasi menggunakan Laston atas MS 590 kg dengan tebal 15 cm, sedangkan untuk lapisan subbase digunakan sirtu atau pitrun kelas A dengan tebal 20 cm. Ruas jalan yang diteliti adalah jalan Ngopak kedawung dengan panjang jalan yang diteliti 1700 m dan lebar jalan 5,5 m, untuk umur rencana direncanakan 10 tahun dan klasifikasi jalan adalah jalan kolektor.

Kata kunci: Metode Bina Marga, Perkerasan komposit, Prediksi

1. PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Jalan merupakan infrastruktur vital yang menunjang berbagai aspek kehidupan masyarakat. Kondisi jalan yang baik akan memperlancar mobilitas orang dan barang, mendorong kegiatan ekonomi, meningkatkan kualitas hidup masyarakat. Namun, seiring dengan waktu dan meningkatnya volume lalu lintas, jalan dapat mengalami kerusakan yang perlu diperbaiki. Rekonstruksi jalan merupakan salah satu solusi untuk mengembalikan kondisi jalan agar layak digunakan. Dalam pelaksanaan rekonstruksi jalan terdapat berbagai pilihan perkerasan yang dapat digunakan. Salah satu alternatif yang menarik adalah perkerasan komposit. Perkerasan komposit kombinasi dua jenis perkerasan yaitu perkerasan lentur dan perkerasan kaku untuk menghasilkan struktur yang lebih kuat dan tahan lama.

Jalan Ngopak Kedawung merupakan jalan kabupaten yang dapat menghubungkan jalan Provinsi, dan termasuk juga jalur alternatif untuk jalan Kabupaten Pasuruan – Probolinggo tanpa melewati jalan provinsi. Sehingga jalan tersebut mengalami kerusakan terutama dengan adanya lubang-lubang dan keretakan pada rigid jalan karena pada jalan sebelumnya merupakan jalan beton sehingga membahayakan keamanan pengguna jalan dan mengganggu kelancaran lalu lintas. Berdasarkan masalah-masalah diatas perlu dilakukan rekonstruksi jalan. Dalam hal ini, perencanaan perkerasan jalan merupakan bagian dari perencanaan jalan yang harus direncanakan secara efektif dan efisien, karena kebutuhan tingkat pelayanan jalan semakin tinggi. Oleh karena itu, perlu adanya peningkatan kualitas sistem dan prasarana jalan. Perkerasan jalan adalah bagian dari jalur lalu lintas yang sangat penting dalam mendukung pergerakan orang dan barang. Perkerasan jalan harus dapat menahan beban berat kendaraan, resistensi terhadap genangan air, serta memiliki stabilitas dan keawetan yang baik. Dalam beberapa tahun terakhir, perkerasan komposit telah berkembang sebagai alternatif yang lebih efektif dan efisien dalam menghadapi

berbagai tantangan yang di hadapi oleh perkerasan jalan diantaranya adalah kebutuhan akan jalan yang aman dan nyaman.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai Bagaimana perencanaan tebal perkerasan jalan 10 tahun kedepan pada ruas jalan Ngopak Kedawung Kabupaten Pasuruan?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini, yaitu untuk mengetahui perencanaan tebal perkerasan jalan 10 tahun kedepan pada ruas jalan Ngopak Kedawung.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini dapat menentukan tebal lapis perkerasan yang diperlukan untuk menahan beban lalu lintas yang meningkat di jalan Ngopak Kedawung, sehingga dapat meningkatkan kemampuan jalan dalam menahan beban lalu lintas. Menyediakan informasi bagi pihak terkait seperti pemerintah daerah, dan masyarakat umum untuk mengimplementasikan langkah – langkah yang tepat dalam meningkatkan kualitas jalan dan keselamatan lalu

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. Perkerasan Kaku

Perkerasan Kaku adalah suatu metode konstruksi jalan yang terdiri dari lapisan-lapisan yang diletakan di atas tanah dasar yang telah di pampatkan dan menggunakan pelat beton sebagai bahan ikatnya. Lapisan-lapisan tersebut berfungsi untuk menerima beban lalu-lintas dan menyebarkan ke lapisan di bawahnya. Bahan beton lebih sering digunakan sebagai lapisan atas karena kekuatan dan ketahanan terhadap beban yang tinggi. Perkerasan kaku dinamakan demikian karena struktur perkerasan yang keras dan tidak fleksibel seperti perkerasan lentur. Perkerasan kaku memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan yang membuatnya lebih populer digunakan pada jalan-jalan yang akan memiliki lalu-lintas yang padat dan distribusi beban yang besar.

a. Manfaat Perkerasan Kaku

- Kekuatan dan Awetan, perkerasan kaku lebih kuat dan awet, sehingga umur lebih panjang dan biaya pemeliharaan lebih rendah.
- Distribusi Beban, perkerasan kaku dapat mendistribusikan beban lalu lintas dengan lebih baik, sehingga mengurangi tekanan pada lapisan bawah.
- Kenyamanan Berkendara, perkerasan kaku memberikan permukaan yang lebih rata dan halus, sehingga meningkatkan kenyamanan dan keamanan berkendara.
- Melindungi Tanah Dasar, perkerasan kaku melindungi tanah dasar dari pengaruh cuaca dan erosi dengan menahan air hujan masuk ke tanah dasar.

b. Campuran perkerasan kaku terdiri dari bahan-bahan berikut

- Beton, beton semen yang kuat dan tahan aus, digunakan sebagai bahan utama perkerasannya.
- Agregat, agregat seperti kerikil dan batu digunakan sebagai bahan tambahan dalam campuran beton untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan terhadap aus.
- Air, air digunakan sebagai baham campuran dalam beton untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan terhadap aus.
- Bahan perekat, bahan perekat seperti semen Portland, digunakan untuk mengikat agregat dan air dalam campuran beton.

c. Fungsi perkerasan kaku

- Menahan beban kendaraan, perkerasan kaku menahan dan mendistribusikan beban kendaraan secara merata ke tanah dasar.
- Memberikan permukaan rata, perkerasan kaku memberikan permukaan rata bagi pengendara.
- Memberikan kekesatan, perkerasan kaku harus memiliki kekesatan yang cukup untuk mencegah kendaraan tergelincir.

- Melindungi tanah dasar, perkerasan kaku melindungi tanah dasar dari pengaruh cuaca dan erosi
- Memperlancar aliran dasar, perkerasan kaku membantu memperlancar aliran air hujan ke drainase.

B. Parameter Perencanaan Tebal Lapisan Konstruksi Jalan

a. Kinerja Perkerasan Jalan (Pavement Performance)

Kinerja perkerasan jalan meliputi tiga hal yaitu :

- 1) Keamanan, ditentukan oleh besarnya gesekan akibat adanya kontak antara ban dan permukaan jalan. Besarnya gaya gesek yang terjadi dipengaruhi oleh bentuk dan kondisi ban, tekstur permukaan jalan, kondisi dan cuaca.
- 2) Wujud Perkerasan (structural perkerasan) meliputi kondisi fisik dari jalan tersebut seperti adanya retak-retak, amblas, alur, dan gelombang.
- 3) Fungsi pelayanan (functional performance), yaitu bagaimana perkerasan tersebut memberikan pelayanan kepada pemakai jalan. Wujud perkerasan dan fungsi pelayanan umumnya merupakan satu kesatuan yang dapat digambarkan dengan kenyamanan pengemudi.

b. Umur Rencana

Umur rencana perkerasan jalan adalah jumlah tahun dari saat jalan tersebut dibuka untuk lalu lintas kendaraan sampai diperlukan suatu perbaikan yang bersifat struktural. Selama umur rencana tersebut pemeliharaan perkerasan jalan tetap harus dilakukan, seperti pelapisan nonstruktural yang berfungsi sebagai lapis aus. Umur rencana untuk perkerasan lentur jalan baru umumnya sampai 20 tahun sedangkan peningkatan jalan sampai 10 tahun.

c. Lalu lintas

Tebal lapis perkerasan jalan ditentukan dari beban yang akan dipikul, berarti besarnya arus lalu lintas sangat dibutuhkan dalam perencanaan tersebut. Besarnya arus lalu lintas dapat diperoleh dari :

- 1) Analisa lalu lintas saat ini, sehingga diperoleh data mengenai jumlah kendaraan, jenis kendaraan, konfigurasi sumbu. Pada perencanaan jalan baru perkiraan volume lalu lintas ditentukan dengan menggunakan hasil survey volume lalu lintas di dekat jalan tersebut.
- 2) Perkiraan faktor pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana,, antara lain

d. Kondisi lingkungan

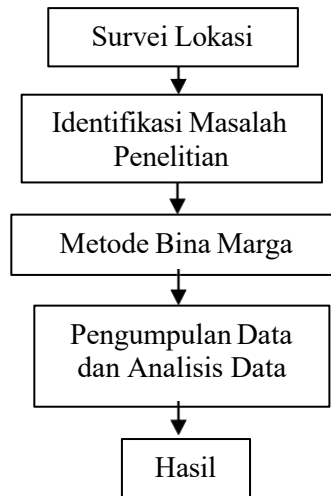
Kondisi lingkungan dimana lokasi jalan tersebut berada mempengaruhi lapisan perkerasan jalan dan tanah dasar antara lain :

- 1) Berpengaruh terhadap sifat teknis konstruksi perkerasan dan sifat komponen material lapisan perkerasan.
- 2) Pelapukan bahan material.
- 3) Mempengaruhi penurunan tingkat kenyamanan dari perkerasan jalan.

Faktor utama yang mempengaruhi konstruksi perkerasan jalan adalah air yang berasal dari hujan dan pengaruh perubahan temperatur akibat perubahan cuaca berdasarkan atas analisa ekonomi dan social daerah tersebut.

3. METODE PENELITIAN

Berikut ini merupakan kerangka pikiran yang akan menjadi langkah serta arahan dalam laporan yang akan disajikan oleh penulis :

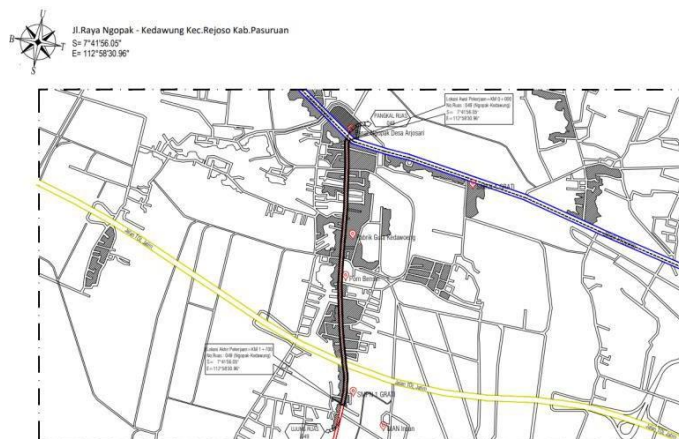


Gambar 3.1 Kerangka Pemikiran
Sumber : Hasil Pemikiran

Penelitian ini dilakukan di ruas jalan Ngopak – Kedawung, Kecamatan Grati, Kabupaten Pasuruan. Supaya dalam menyusun skripsi ini berhasil dengan baik, diperlukan suatu metode penelitian yang sesuai dengan permasalahannya. Metode penelitian yang digunakan pada penulisan skripsi ini adalah metode kuantitatif.

3.2.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi yang dipilih dalam penelitian ini yaitu pada ruas jalan Ngopak Kedawung, Kecamatan Grati, Kabupaten Pasuruan. Ruas jalan ini merupakan jalan kabupaten dan jalan alternatif. Sebagai lokasi studi kasus dikarenakan jalan tersebut merupakan salah satu daerah yang sangat penting untuk kegiatan ekonomi maupaun kegiatan lainnya. Jalan ini dilalui oleh beberapa macam kendaraan penumpang , kendaraan pribadi maupun kendaraan angkutan barang industri. Untuk denah lokasi dan gambar detail perencanaan perkerasan bisa dilihat gambar di bawah.



Gambar 3.2 Denah Lokasi
Sumber : Rencana Mutu Pekerjaan Konstruksi, CV. Mulyo Joyo

a. Tahap Persiapan

Tahap persiapan ini adalah tahap awal sebelum dimulainya tahap-tahap selanjutnya yakni meliputi :

- a. Studi pustaka yang berkaitan dengan perencanaan tebal perkerasan jalan lentur dengan Metode Analisa Komponen.
- b. Meninjau lokasi penelitian guna memberi gambaran umum kepada peneliti terkait kondisi di lapangan.
- c. Mengidentifikasi masalah apa yang akan dibahas berkaitan dengan konstruksi perkerasan jalan.

b. Tahap Pengumpulan Data

Pada proses perencanaan diperlakukan suatu data, dalam data tersebut terdapat informasi, teori atau konsep dasar. Data tersebut berupa data primer dan data sekunder, dimana data primer dilakukan secara survey langsung atau di olah sendiri sedangkan data sekunder didapatkan informasi yang telah ada sebelumnya dan digunakan sebagai pelengkap kebutuhan dalam penelitian.

a. Data Primer

Data primer merupakan data yang diambil secara langsung dengan survei lapangan untuk mengetahui situasi lapangan yang akan diteliti. Data yang akan diambil dilapangan yaitu data Geometri jalan.

b. Data Sekunder

Data sekunder yaitu data yang akan diambil melalui perantara atau pihak yang telah mengumpulkan data sebelumnya, dengan kata lain peneliti tidak langsung mengambil data tersebut sendiri ke lapangan. Data ini digunakan sebagai pendukung data primer yang dikumpulkan sebagai data yang mendukung penelitian yang dilakukan. Data tersebut meliputi :

1. Data LHR Dinas Perhubungan Kabupaten Pasuruan
2. Data curah hujan.

c. Tahap Pengolahan data dan Tahap Pengumpulan Data

Perhitungan Perencanaan Perkerasan Komposit dengan Metode Bina Marga.

1. Menghitung angka ekivalen (E), yang diperoleh dari hasil perhitungan beban sumbu masing-masing jenis kendaraan
2. Koefisien distribusi kendaraan (C).
3. Lalu lintas harian rata-rata (LHR) dan lintas ekivalen. Inti dari perhitungan ini adalah untuk mendapatkan nilai LER (Lintas Ekivalen Rencana), dengan tahapan perhitungan sebagai berikut :
 - a. Menghitung LHR pada awal umur rencana dan akhir umur rencana dengan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} L_{2024} &= L_{2023} (1 + r)^n \\ L_{2034} &= L_{2024} (1 + r)^n \end{aligned}$$

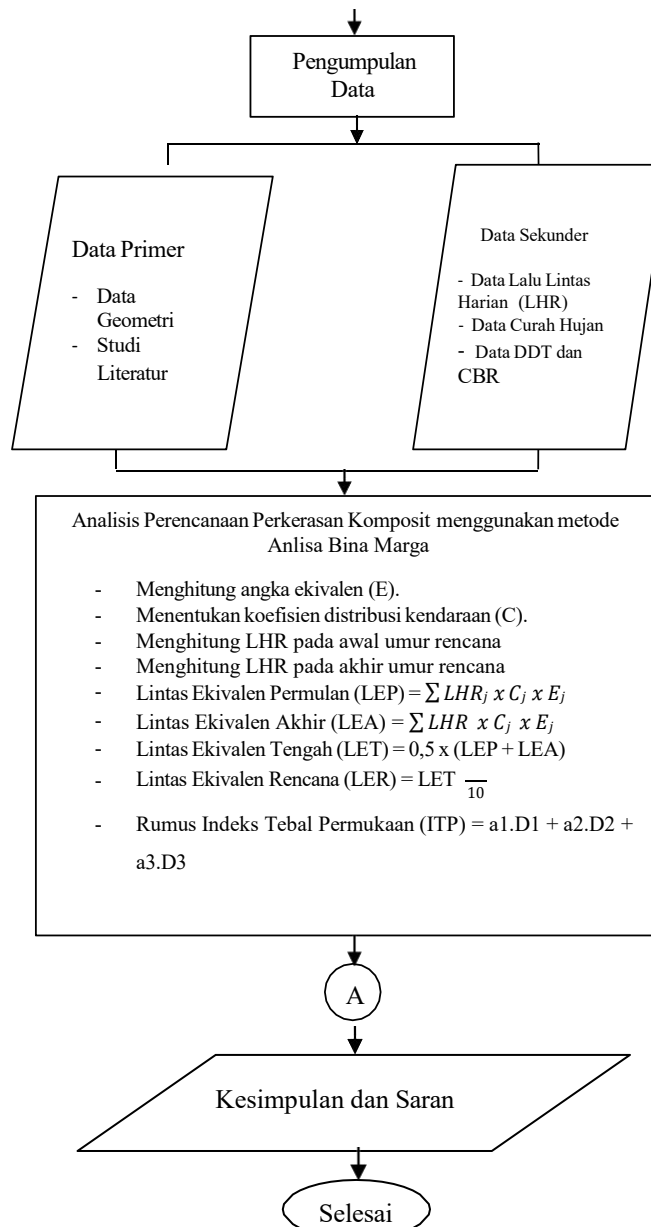
- b. Lintas Ekivalen Permulaan (LEP) = $\sum LHR_j \times C_j \times E_j$, untuk LHR yang digunakan adalah pada awal umur rencana.
- c. Lintas Ekivalen Akhir (LEA) = $\sum LHR \times C_j \times E_j$, untuk LHR yang digunakan adalah LHR pada akhir umur rencanc
- d. Lintas Ekivalen Tengah (LET) = $0,5 \times (LEP + LEA)$
- e. Lintas Ekivalen Rencana (LER) = $LET \frac{1}{10}$
- f. Mencari Faktor Regional (FR)
- g. Rumus Indeks Tebal Permukaan (ITP) = $a1.D1 + a2.D2 + a3.D3$

d. Tahap Analisis Data

Pada tahap ini dilakukan analisa berdasarkan hasil dari pengolahan data yang kemudian dikorelasikan dengan ketentuan-ketentuan yang ada. Untuk perencanaan perkerasan jalan komposit digunakan Analisa Metode Bina Marga.

e. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan sesuai dengan diagram alir penelitian yang sudah direncanakan ole penulis. Untuk mempermudah pelaksanaan penelitian ini dan sebagai arahan maka diperlukan diagram alir penelitian. Berikut adalah diagram alir penelitian yang di pakai dalam penelitian.



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian
Sumber : Hasil Pemikiran

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Perhitungan

1. Data lalu lintas

Data lalu lintas yang digunakan adalah hasil *survey* Dinas Perhubungan Kabupaten Pasuruan yang diambil dari beberapa tahun dan dapat dilihat dari tabel di bawah

Tabel 4. 1 Data Lalu-Lintas Harian Rata-rata Jalan Ngopak Kedawung

no	Jenis Kendaraan	Tahun/Hari 2022	Tahun/Hari 2023
1	Sepeda Motor	398 Kend/hari	408 Kend/hari
2	Mobil	110 Kend/hari	106 Kend/hari
3	Mobil Penumpang	18 Kend/hari	20 Kend/hari
4	Pick Up	15 Kend/hari	19 Kend/hari
5	Bus Kecil	10 Kend/hari	11 Kend/hari
6	Bus Sedang	8 Kend/hari	8 Kend/hari
7	Bus Besar	7 Kend/hari	18 Kend/hari
8	Truck Sedang	10 Kend/hari	17 Kend/hari
9	Truck Kecil	7 Kend/hari	7 Kend/hari
10	Truck Besar	6 Kend/hari	11 Kend/hari
11	Truck Gandeng	3 Kend/hari	5 Kend/hari
	Jumlah Kend/hari	592	630
	Jumlah Kend/Tahun	161.100	183.188

Sumber : Dinas Perhubungan Kabupaten Pasuruan

Tabel 4. 2 Tabel persentase kendaraan berat

Data Lalu Lintas Tahun 2023			
Jemis Kendaraan	Beban Sumbu		Tahun/Hari 2023
Mobil	(1+1)	2 ton	106 Kendaraan
Mobil Penumpang	(1+1)	2 ton	20 Kendaraan
Pick Up	(1+3)	3 ton	19 Kendaraan
Bus kecil	(6+10)	16 ton	11 Kendaraan
Bus sedang	(6+10)	16 ton	8 Kendaraan
Bus Besar	(6+9+9)	24 ton	18 Kendaraan
Truck Kecil	(6+10)	16 ton	7 Kendaraan
Truck Sedang	(5+6+10)	24 ton	17 Kendaraan
Truck Besar	(6+9+9)	24 ton	11 Kendaraan
Truck Gandeng	(3+10+10+10)	36 ton	5 Kendaraan
	Total LHR	=	375 kendaraan
Persentase Kendaraan berat (>5 ton)			$\frac{77}{375} = 20,53\%$

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan untuk Persentase Kendaraan berat > 5 ton adalah jumlah dari LHR tahun 2023 kendaraan/hari, yang dimana hasil 77 adalah hasil perhitungan kendaraan yang berat beban sumbu lebih dari 5 ton. Penjumlahannya yaitu mulai dari kendaraan bus kecil, bus sedang, bus besar, truck kecil, truck sedang, truck besar, truck gandeng. Sehingga di jumlahkan mendapat hasil 77 kendaraan, sedangkan untuk jumlah total kendaraan yaitu 375 kendaraan, kemudian 77 kendaraan

dibagi 375 kendaraan dikalikan 100% sehingga di dapatkan hasil 20,53 % untuk presentase kendaraan berat.

2. Data *California Bearing Ratio* (CBR)

Data CBR yang digunakan berdasarkan laporan pengujian CBR lapangan dengan alat *Dynamic Cone Penetration* (DCP) pada ruas jalan Ngopak Kedawung. Dari hasil pengujian alat DCP yang dilakukan di titik-titik pengujian didapat nilai CBR sebesar :

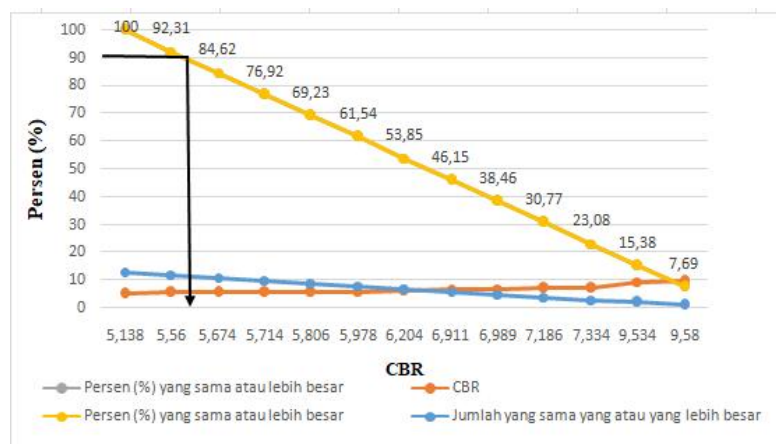
Tabel 4. 3 Nilai CBR lapangan pada ruas jalan Ngopak Kedawung

Titik Uji STA	Nilai CBR (%)
0+000	6,204
0+100	6,989
0+200	5,806
0+300	5,714
0+400	7,186
0+500	7,334
0+600	5,138
0+700	5,674
0+800	9,534
0+900	5,560
1+000	9,580
1+100	6,911
1+200	5,978

Sumber : CV. Mulyo Joyo

CBR segmen

Menentukan CBR segmen yang diambil dari grafik angka yang mendekati nilai 90% presentasenya dan di tarik garis ke bahwa menjadikan CBR Segmen 5,65%. Pada rekab CBR dari STA 0+000 s/d 1+200, dan ditentukan berdasarkan gambar garfik di bawah ini



Gambar 4.1 Grafik CBR Segmen

Sumber : Sumber : CV. Mulyo Joyo

Dari STA 0+000 s/d 1+200 terdapat 13 titik. Dari 13 titik tersebut di rekab dan diambil data persen yang sama atau lebih besar, maka hasil yang mendekati grafik 90 adalah 92,31% yaitu dinilai CBR 5,560. 5,560 adalah hasil dari rekab yang terjadi pada 13 titik STA 0+900.

Tabel 4. 4 Rekab CBR

CBR	Jumlah yang sama yang atau yang lebih besar	Persen (%) yang sama atau lebih besar
5,138	13	13 : 13 x 100 % = 100,00 %
5,560	12	12 : 13 x 100 % = 92,31 %
5,674	11	11 : 13 x 100 % = 84,62 %
5,714	10	10 : 13 x 100 % = 76,92 %
5,806	9	9 : 13 x 100 % = 69,23 %
5,978	8	8 : 13 x 100 % = 61,54 %
6,204	7	7 : 13 x 100 % = 53,85 %
6,911	6	6 : 13 x 100 % = 46,15 %
6,989	5	5 : 13 x 100 % = 38,46 %
7,186	4	4 : 13 x 100 % = 30,77 %
7,334	3	3 : 13 x 100 % = 23,08 %
9,534	2	2 : 13 x 100 % = 15,38 %
9,580	1	1 : 13 x 100 % = 7,69 %

Sumber : CV. Mulyo Joyo

4.2 Perhitungan Tebal Perkerasan dengan Metode Analisa Bina Marga 1987

1. Data

- a. Lokasi Penelitian : Ruas Jalan
Ngopak Kedawung
- b. Umur rencana :10 tahun
- c. Jalan direncanakan dibuka :2024
- d. Faktor pertumbuhan dari tahun 2023 – 2024 : 5 %
(sumber : CV. Mulyo Joyo)
- e. Koefisien distribusi kendaraan (C) : 1,00 (1 jalur 2 arah)
- f. Fungsi jalan : Kolektor

2. Perhitungan

- a. Angka ekuivalen (E) untuk masing-masing jenis kendaraan

- 1) Mobil, berat total 2 ton

$$\begin{aligned} \text{Beban as depan 1} &= 0,0002 \\ \text{Beban as belakang 1 ton} &= 0,0002 + \end{aligned}$$

$$\Sigma mp = 0,0004$$

- 2) Mobil penumpang ,berat total 2 ton

$$\begin{aligned} \text{Beban as depan 1 ton} &= 0,0002 \\ \text{Beban as belakang 1 ton} &= 0,0002 + \end{aligned}$$

$$\Sigma mp = 0,0004$$

- 3) *Pick up*, berat total 3 ton

$$\begin{aligned} \text{Beban as depan 1 ton} &= 0,0002 \\ \text{Beban as belakang 2 ton} &= 0,0036 + \end{aligned}$$

$$\sum pu = 0,0038$$

- 4) Bus kecil dan bus sedang, berat total 16 ton
 Beban as depan 6 ton = 0,2923
 Beban as belakang 10 ton = 2,2555 +

$$\sum bk/bs = 2,5478$$

- 5) Bus besar, berat total 24 ton
 Beban as depan 6 ton = 0,2923
 Beban as belakang 9 ton = 1,4798
 Beban as belakang 9 ton = 1,4798 +
 $\sum Bb = 3,2519$

- 6) Truck kecil 2 as, berat total 16 ton
 Beban as depan 6 ton = 0,2923
 Beban as belakang 10 ton = 2,2555 +
 $\sum T2as = 2,5478$

- 7) Truck sedang 3 as, berat total 21 ton
 Beban as depan 5 ton = 0,0183
 Beban as belakang 6 ton = 0,2923
 Beban as belakang 10 ton = 2,2555 +
 $\sum TS 2as = 2,5661$

- 8) Truck besar 3 as, berat total 24 ton
 Beban as depan 6 ton = 0,2923
 Beban as belakang 9 ton = 1,4798
 Beban as belakang 9 ton = 1,4798 +
 $\sum TB 3as = 3,2519$

- 9) Truck gandeng, berat total 36 ton
 Beban as depan 3 ton = 0,0183
 Beban as belakang 10 ton = 2,2555
 Beban as belakang 10 ton = 2,2555
 Beban as belakang 10 ton = 2,2555 +

$$\sum Tg = 6,7848$$

b. Menentukan Koefisien Distribusi Kendaraan (c)

Bisa dilihat pada tabel 2.4

Untuk koefisien distribusi kendaraan pada ruas jalan Ngopak Kedawung adalah = 1,00 (1 lajur 2 arah)

c. Menghitung LHR pada tahun 2024 (awal umur rencana)

$$2024 = 2023 \times (1 +)$$

Keterangan :

$$= 5\% \text{ (Angka Pertumbuhan Lalu-lintas)}$$

$$= 0,05$$

$$n = 2024 - 2023 = 1$$

$$\text{Mobil} = 106 \times (1 + 0,05)^1$$

$$= 111 \text{ kendaraan}$$

$$\text{Mobil penumpang} = 20 \times (1 + 0,05)^1$$

	= 21 kendaraan
Pick up	= $19 \times (1 + 0,05)^1$
	= 20 kendaraan
Bus kecil	= $11 \times (1 + 0,05)^1$
	= 12 kendaraan
Bus sedang	= $8 \times (1 + 0,05)^1$
	= 8 kendaraan
Bus besar	= $18 \times (1 + 0,05)^1$
	= 19 kendaraan
Truck kecil 2 as	= $7 \times (1 + 0,05)^1$
	= 7 kendaraan
Truck sedang 3 as	= $17 \times (1 + 0,05)^1$
	= 18 kendaraan
Truck besar 3 as	= $11 \times (1 + 0,05)^1$
	= 12 kendaraan
Truck gandeng	= $5 \times (1 + 0,05)^1$
	= 5 kendaraan

LHR pada tahun 2024 (awal umur rencana) dapat dilihat pada tabel dibawah ini .
Tabel 4. 5 LHR pada Awal Umur Rencana

Jenis Kendaraan	LHR pada Awal Umur Rencana (2024)
Mobil	111 kendaraan
Mobil penumpang	21 kendaraan
Pick up	20 kendaraan
Bus kecil	12 kendaraan
Bus sedang	8 kendaraan
Bus besar	19 kendaraan
Truck kecil 2 as	7 kendaraan
Truck sedang 3 as	18 kendaraan
Truck besar 3 as	12 kendaraan
Truck gandeng	5 kendaraan

Sumber : Hasil Perhitungan

d. Menghitung LHR pada tahun 2034 (akhir umur rencana)

$${}_{2034} = {}_{2024} \times (1 +)$$

Keterangan :

= 5% (Angka Pertumbuhan Lalu-lintas)

= 0,05

$$n = 2034 - 2024 = 10$$

Mobil	= $111 \times (1 + 0,05)^{10}$
	= 181 kendaraan
Mobil penumpang	= $21 \times (1 + 0,05)^{10}$
	= 34 kendaraan
Pick up	= $20 \times (1 + 0,05)^{10}$
	= 33 kendaraan
Bus kecil	= $12 \times (1 + 0,05)^{10}$
	= 20 kendaraan
Bus sedang	= $8 \times (1 + 0,05)^{10}$
	= 13 kendaraan
Bus besar	= $19 \times (1 + 0,05)^{10}$

$$\begin{aligned}
 &= 31 \text{ kendaraan} \\
 \text{Truck kecil 2 as} &= 7 \times (1 + 0,05)^{10} \\
 &= 11 \text{ kendaraan} \\
 \text{Truck sedang 3 as} &= 18 \times (1 + 0,05)^{10} \\
 &= 29 \text{ kendaraan} \\
 \text{Truck besar 3 as} &= 12 \times (1 + 0,05)^{10} \\
 &= 20 \text{ kendaraan} \\
 \text{Truck gandeng} &= 5 \times (1 + 0,05)^{10} \\
 &= 8 \text{ kendaraan}
 \end{aligned}$$

LHR pada tahun 2034 (akhir unur rencana) dapat dilihat pada tabel dibawah ini
Tabel 4. 6 LHR pada Akhir Umur Rencana

Jenis Kendaraan	LHR pada Akhir Umur Rencana (2034)
Mobil	181 kendaraan
Mobil penumpang	34 kendaraan
Pick up	33 kendaraan
Bus kecil	20 kendaraan
Bus sedang	13 kendaraan
Bus besar	31 kendaraan
Truck kecil 2 as	11 kendaraan
Truck sedang 3 as	29 kendaraan
Truck besar 3 as	20 kendaraan
Truck gandeng	8 kendaraan

Sumber : Hasil perhitungan

e. Menghitung Lintas Ekuivalen Pemulaan (LEP)

$$LEP = \frac{1}{2024} \times C \times E$$

Keterangan :

C = Koefisien distribusi kendaraan pada **tabel 2.4** (1 jalur 2 arah = 1,00)

E =Angka ekuivalen kendaraan

$$\begin{aligned}
 \text{Mobil} &= 111 \times 1,00 \times 0,0004 \\
 &= 0,0444 \\
 \text{Mobil penumpang} &= 21 \times 1,00 \times 0,0004 \\
 &= 0,0084 \\
 \text{Pick up} &= 20 \times 1,00 \times 0,0038 \\
 &= 0,076 \\
 \text{Bus kecil} &= 12 \times 1,00 \times 2,5478 \\
 &= 30,5736 \\
 \text{Bus sedang} &= 8 \times 1,00 \times 2,5478 \\
 &= 20,3824 \\
 \text{Bus besar} &= 19 \times 1,00 \times 3,2519 \\
 &= 61,7861 \\
 \text{Truck kecil 2 as} &= 7 \times 1,00 \times 2,5478 \\
 &= 17,8346 \\
 \text{Truck sedang 3 as} &= 18 \times 1,00 \times 2,5661 \\
 &= 46,1898 \\
 \text{Truck besar 3 as} &= 12 \times 1,00 \times 3,2519 \\
 &= 39,0228 \\
 \text{Truck gandeng} &= 5 \times 1,00 \times 6,7848 \\
 &= 33,924
 \end{aligned}$$

Maka nilai LEP dapat dilihat tabel dibawah ini

Tabel 4. 7 Nilai Lintas Ekivalen Pemulaan (LEP)

Jenis Kendaraan	LEP
Mobil	0,0444
Mobil penumpang	0,0084
Pick up	0,076
Bus kecil	30,5736
Bus sedang	20,3824
Bus besar	61,7861
Truck kecil 2 as	17,8346
Truck sedang 3 as	46,1898
Truck besar 3 as	39,0228
Truck gandeng	33,924
$\sum LEP$	249,8421

Sumber : Hasil perhitungan

f. Menghitung Lintas Ekivalen Akhir (LEA)

$$LEP = 2034 \times C \times E$$

Keterangan :

C = Koefisien distribusi kendaraan pada **tabel 2.4**

(1 jalur 2 arah = 1,00)

E =Angka ekivalen kendaraan

Mobil	= 181 x 1,00 x 0,0004	
	= 0,0724	
Mobil penumpang	= 34 x 1,00 x 0,0004	
	= 0,0136	
Pick up	= 33 x 1,00 x 0,0038	
	= 0,1254	
Bus kecil	= 20 x 1,00 x 2,5478	
	= 50,956	
Bus sedang	= 13 x 1,00 x 2,5478	
	= 33,1214	
Bus besar	= 31 x 1,00 x 3,2519	
	= 100,8089	
Truck kecil 2 as	= 11 x 1,00 x 2,5478	
	= 28,0258	
Truck sedang 3 as	= 29 x 1,00 x 2,5661	
	= 74,4169	
Truck besar 3 as	= 20 x 1,00 x 3,2519	
	= 65,038	
Truck gandeng	= 8 x 1,00 x 6,7848	
	= 54,284	

Maka nilai LEA dapat dilihat tabel dibawah ini.

Tabel 4. 8 Nilai Lintas Ekvivalen Akhir (LEA)

Jenis Kendaraan	LEA
Mobil	0,0724
Mobil penumpang	0,0136
Pick up	0,1254
Bus kecil	50,956
Bus sedang	33,1214
Bus besar	100,8089
Truck kecil 2 as	28,0258
Truck sedang 3 as	74,4169
Truck besar 3 as	65,038
Truck gandeng	54,284
ΣLEA	406,8624

Sumber : Hasil perhitungan

g. Menghitung Lintas Ekvivalen Tengah (LET)

$$\begin{aligned} \text{LET} &= \frac{(\quad + \quad)}{2} \\ &= \frac{(249,8421+406,8624)}{2} \\ \text{LET} &= 328,352 \end{aligned}$$

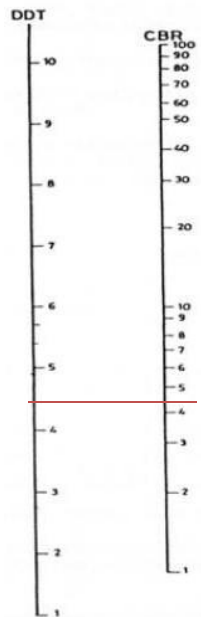
h. Menghitung Lintas Ekvivalen Rencana (LER)

$$\begin{aligned} \text{LER} &= \text{LET} \times \frac{10}{10} \\ \text{LER} &= 328,352 \times \frac{10}{10} \\ \text{LER} &= 328,352 \end{aligned}$$

i. Mencari Indeks Tebal Perkerasan (ITP)

Nilai Daya Dukung Tanah (DDT)

CBR segmen sebesar 5,65% setelah dikorelasikan dengan Nomogram DDT dan CBR di dapat nilai daya dukung tanah sebesar 4,9.



Gambar 4.2 Nilai Daya Dukung Tanah (DDT)

Sumber : Hasil Perhitungan

j. Menentukan Faktor Regional (FR)

Faktor Regional (FR) dapat ditentukan berdasarkan **tabel 2.6** yaitu data-datanya sebagai berikut :

Kelandaian = 6%-10%
Data curah hujan = <900 mm/tahun

Persentase kendaraan berat **Tabel 4.2**

$$= \frac{\text{jumlah kendaraan berat}}{\text{jumlah semua kendaraan}} \times 100\%$$

$$= \frac{77}{375} \times 100\%$$

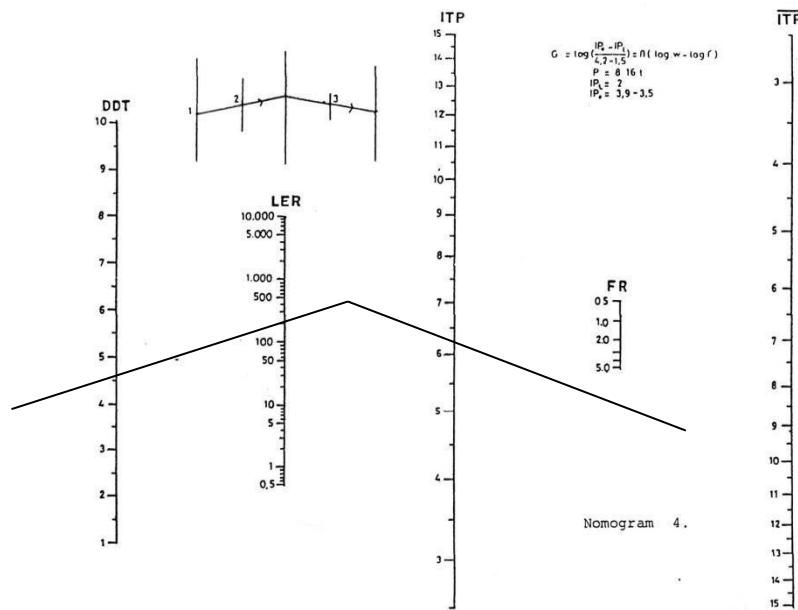
$$= 20,53\%$$

Maka nilai FR yang didapat pada **tabel 2.6** adalah 1,0

k. Indeks Permukaan (Ip)

a. Indeks Permukaan pada Akhir Umur Rencana (IPt) ditentukan berdasarkan nilai Lintas Ekuivalen Rencana (LER) dan klasifikasi jalan. Pada perhitungan di peroleh LER sebesar 328,352. Sedangkan untuk ruas klasifikasi jalan Ngopak Kedawung adalah kolektor. Pada **tabel 2.8** diperoleh nilai IPt 2,0.

b. Indeks Permukaan pada Awal Umur Rencana (Ipo) direncanakan menggunakan lapis permukaan aspal >1000 maka untuk nilai Ipo nya 3,9-3,5 pada **tabel 2.7**. Dengan menggunakan Nomogram untuk IPt 2,0 dan Ipo 3,9-3,5 akan diperoleh harga ITP.



Gambar 4.3 Grafik Nomogram
Sumber : Hasil perhitungan

Tabel 4.9 Harga ITP

DDT	LER	FR	ITP
4,9	328,352	1,0	8

Sumber : Perhitungan sendiri

Susunan perkerasan yang direncanakan

Menghitung tebal perkerasan

Koefisien relatif dapat dilihat dari tabel 2.9

Lapisan permukaan $a_1 = 0,40$

Lapisan pondasi atas $a_2 = 0,28$

Lapisan pondasi bawah $a_3 = 0,13$

Tebal lapis minimum dilihat dari $ITP = 8$

Lapisan permukaan laston ms 744 $d_1 = ??$

Lapisan pondasi atas laston atas $d_2 = 15\text{cm}$

Lapisan pondasi bawah sirtus kelas A $d_3 = 20\text{cm}$

mencari d_1 dengan menggunakan rumus :

$$ITP = a_1 \cdot d_1 + a_2 \cdot d_2 + a_3 \cdot d_3$$

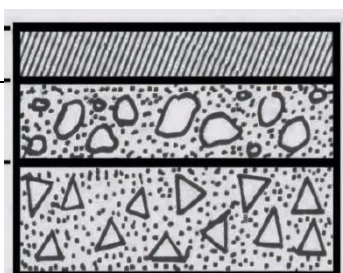
$$8 = 0,40 \times d_1 + 0,26 \times 15 + 0,13 \times 20$$

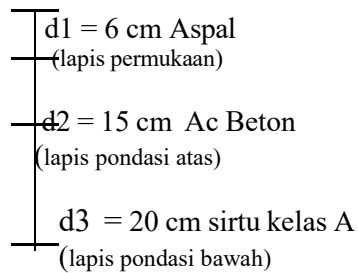
$$= 0,40 \times d_1 + 5,5$$

$$= 6,25$$

$$d_1 = 6 \text{ cm}$$

sehingga susunan perkerasan di gambarkan sebagai berikut :





Gambar 4.4 Susunan lapis perkerasan komposit
Sumber : Hasil analisa

Sebelumnya lapis permukaan yaitu *Rigid Pavement* mengalami kerusakan pada permukaannya seperti jalan berlubang dan retak-retak dan perlu dilakukan perbaikan. Oleh karena itu penulis melakukan penelitian di lokasi studi dan didapatkan hasil penelitian bahwa perlu dilakukan perencanaan untuk lapis permukaannya dengan *Flexible Pavement*. Sehingga *Rigid Pavement* menjadi pondasi bagi perkerasan *Flexible Pavement* dan menjadikan struktural jalan lebih kuat dan stabil untuk lapisan aspal di atasnya, kombinasi ini memberikan ketahanan yang lebih baik terhadap kondisi cuaca ekstrem, seperti panas terik dan hujan deras yang disebabkan perubahan suhu yang mendadak. Kombinasi aspal sebagai lapis permukaan dan beton sebagai lapisan pondasi menciptakan struktur jalan yang tidak hanya kuat dan tahan lama, tetapi juga memberikan kualitas permukaan yang baik dan meminimalkan biaya pemeliharaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. (2023). *Perencanaan perkerasan komposit (composite pavement) pada ruas Jalan Lengkong Kabupaten Nganjuk Jawa Timur* (Tugas Akhir, Institut Teknologi Nasional Malang).
- DPU. (1987). *Petunjuk perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisis komponen*. Yayasan Badan Penerbit PU.
- Lourdes, A., Pedo, K., & Bela, K. R. (2023). Perancangan perkerasan jalan komposit pada ruas Jalan Kaniti Desa Penfui Timur Kabupaten Kupang. *Eternitas: Jurnal Teknik Sipil*, 3(1). <https://www.journal.unwira.ac.id/index.php/ETERNITAS/article/view/3177>
- Mulyo Joyo, CV. (2023). *Rencana mutu pekerjaan konstruksi*. Pasuruan.
- Republik Indonesia. (2004). *Undang-Undang Republik Indonesia No. 38 Tahun 2004 tentang Jalan*. Jakarta.
- Republik Indonesia. (2009). *Undang-Undang Republik Indonesia No. 22 Tahun 2009 tentang Lalu Lintas dan Angkutan Jalan*. Jakarta.
- Pemerintah Provinsi Riau. (2005). *Petunjuk perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya dengan metode analisa komponen Departemen Pekerjaan Umum* (Vol. 73 No. 008).
- Sukirman, S. (1999). *Perkerasan lentur jalan raya*. Nova.
- Widyarso, R. (2014). *Studi perencanaan perkerasan komposit menggunakan metode Bina Marga perkiraan biaya pembangunan Jalan Sendang Biru – Jolosutro* (Skripsi, Institut Teknologi Nasional Malang).