

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN KAKU DENGAN METODE MANUAL DESAIN PERKERASAN JALAN 2024 PADA RUAS JALAN R. SUPRAPTO, RUMAH TIGA, KOTA AMBON, MALUKU

Erdyd S. Bakarbessy¹, Juliet G Metekohy,² Febrino Wangean,³

¹Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pattimura, Ambon 97234

E-mail: erdydstevano@gmail.com

Abstrak Jalan merupakan infrastruktur utama dalam pengembangan wilayah yang mendukung aktivitas ekonomi, sosial, dan mobilitas masyarakat. Jalan R. Suprpto di Rumah Tiga, Kota Ambon, Maluku, merupakan salah satu jalan utama yang berperan strategis mendukung arus lalu lintas serta akses menuju Rumah Sakit Dr. J. Leimena. Dalam beberapa tahun terakhir, jalan ini mengalami kerusakan seperti retakan, lubang, dan deformasi akibat ketidakmampuan menahan beban kendaraan serta kondisi cuaca ekstrem. Kondisi ini menyebabkan keluhan masyarakat dan mengganggu kelancaran lalu lintas. Penelitian ini bertujuan merencanakan tebal perkerasan kaku yang optimal sebagai alternatif pengganti perkerasan lentur dengan Manual Desain Perkerasan Jalan Tahun 2024. Data primer yang digunakan meliputi data Lalu Lintas Harian Rata-rata (LHR) dan hasil pengujian Dynamic Cone Penetrometer (DCP) untuk nilai California Bearing Ratio (CBR). Dari hasil analisis, ditemukan bahwa nilai CBR sebesar 13,98%, dengan perkerasan beton semen tebal 180 mm, lapis fondasi beton kurus 100 mm, lapis drainase agregat kelas A 200 mm, serta timbunan pilihan berbutir kasar 200 mm. Perencanaan ini juga mempertimbangkan kondisi tanah dasar, beban lalu lintas, dan spesifikasi material dengan umur rencana 40 tahun. Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN) untuk umur rencana tersebut mencapai 3.929.943, sehingga jalan lebih tahan lama dan mampu menahan beban lalu lintas yang terus meningkat.

Kata kunci: *Rigid Pavement*, Manual Desain Perkerasan Jalan, LHR, CBR, Infrastruktur Jalan.

Abstract Roads are the main infrastructure in regional development that supports economic, social, and community mobility activities. Jalan R. Suprpto in Rumah Tiga, Ambon City, Maluku, is one of the main roads that plays a role in the strategy of supporting traffic flow access to Dr. J. Leimena Hospital. In recent years, this road has experienced damage such as cracks, holes, and noise due to the inability to withstand vehicle loads and extreme weather conditions. This condition causes public complaints and disrupts traffic flow. This study aims to plan the optimal rigid pavement thickness as an alternative to flexible pavement with the 2024 Road Pavement Design Manual. The primary data used include Average Daily Traffic (LHR) data and Dynamic Cone Penetrometer (DCP) test results for the California Bearing Ratio (CBR) value. From the analysis results, it was found that the CBR value was 13.98%, with a 180 mm thick cement concrete pavement, a 100 mm thin concrete foundation layer, a 200 mm class A aggregate drainage layer, and a 200 mm coarse-grained selected embankment. This plan also considers the condition of the base soil, traffic load, and material specifications, with a planned life of 40 years. The number of Commercial Vehicle Axles (JSKN) for the scheduled life reaches 3,929,943 so the road is more durable and able to withstand increasing traffic loads.

Keywords: *Rigid Pavement*, Road Pavement Design Manual, LHR, CBR, Road Infrastructure.

1. PENDAHULUAN

Jalan adalah prasarana transportasi darat yang meliputi segala bagian jalan, termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas, sebagaimana tercantum dalam undang-undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004. Pengguna jalan seharusnya memiliki kenyamanan dan keamanan, maka dari itu jalan harus didukung oleh suatu perencanaan dan konstruksi perkerasan yang baik. Perkerasan jalan merupakan bahan campuran antara material agregat dan bahan pengikat yang digunakan untuk menahan beban kendaraan. Salah satu perkerasan jalan yang menggunakan material bahan ikat semen, pelat, tulangan maupun tidak memakai tulangan adalah jenis perkerasan kaku (*Rigid Pavement*). Dengan sebagian besar beban pada jalan dipikul oleh plat beton. (Tenriajeng, 1999). Perkerasan jalan dalam kondisi yang baik akan membuat arus lalu lintas berjalan dengan lancar sedangkan jika sebaliknya dimana jalan tersebut rusak lalu lintas akan sangat terganggu. Pemeliharaan perkerasan merupakan praktik penting untuk menjaga dan memulihkan kapasitas struktural perkerasan. Pentingnya pemeliharaan perkerasan adalah agar meningkatkan kekuatan perkerasan karena seiring berjalannya waktu semakin lama semakin meningkat juga volume kendaraan dan beban roda meningkat dalam sistem jalan raya. (Fikali Maklas, 2019).

Jalan raya merupakan infrastruktur vital yang menghubungkan berbagai wilayah dan mendukung aktivitas perekonomian. Kondisi jalan yang baik sangat berpengaruh terhadap kelancaran lalu lintas, keselamatan pengguna jalan, serta efisiensi transportasi. Namun, banyak ruas jalan di Indonesia yang mengalami kerusakan akibat beban lalu lintas yang semakin meningkat, kondisi cuaca ekstrem, dan kurangnya perawatan. Salah satu alternatif untuk meningkatkan kualitas dan daya dukung jalan adalah dengan menggunakan perkerasan kaku (*rigid pavement*). *Rigid pavement* memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan *flexible pavement*, seperti daya tahan yang lebih tinggi terhadap beban berat, deformasi yang lebih kecil, dan umur layanan yang lebih panjang. Oleh karena itu, perencanaan *rigid pavement* yang tepat sangat penting untuk memastikan jalan raya dapat berfungsi secara optimal dalam jangka waktu yang lama. Ruas Jalan R. Suprpto, Rumah Tiga, Kota Ambon, Maluku sebagai salah satu jalan utama di kota Ambon. Jalan ini merupakan jalan kolektor kabupaten/kota yang menghubungkan jalan lokal dengan arteri, dan jalan saat ini mengalami kerusakan seperti berlubang, retak dan Jalan ini merupakan jalan

penghubung untuk akses ke Rumah Sakit Dr. J. Leimena. Jalan ini memiliki kondisi perkerasan jalan semakin memburuk dan berpotensi menimbulkan berbagai masalah seperti kerusakan jalan, kecelakaan lalu lintas, dan peningkatan biaya perawatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan solusi perkerasan yang lebih tahan lama dan efisien untuk Jalan R. Suprpto, Rumah Tiga, Kota Ambon, Maluku, dengan mempertimbangkan kondisi spesifik wilayah dan kebutuhan pengguna jalan. Justifikasi ini didasarkan pada pentingnya meningkatkan kualitas infrastruktur jalan untuk mendukung mobilitas dan perekonomian lokal.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Metodologi Penelitian

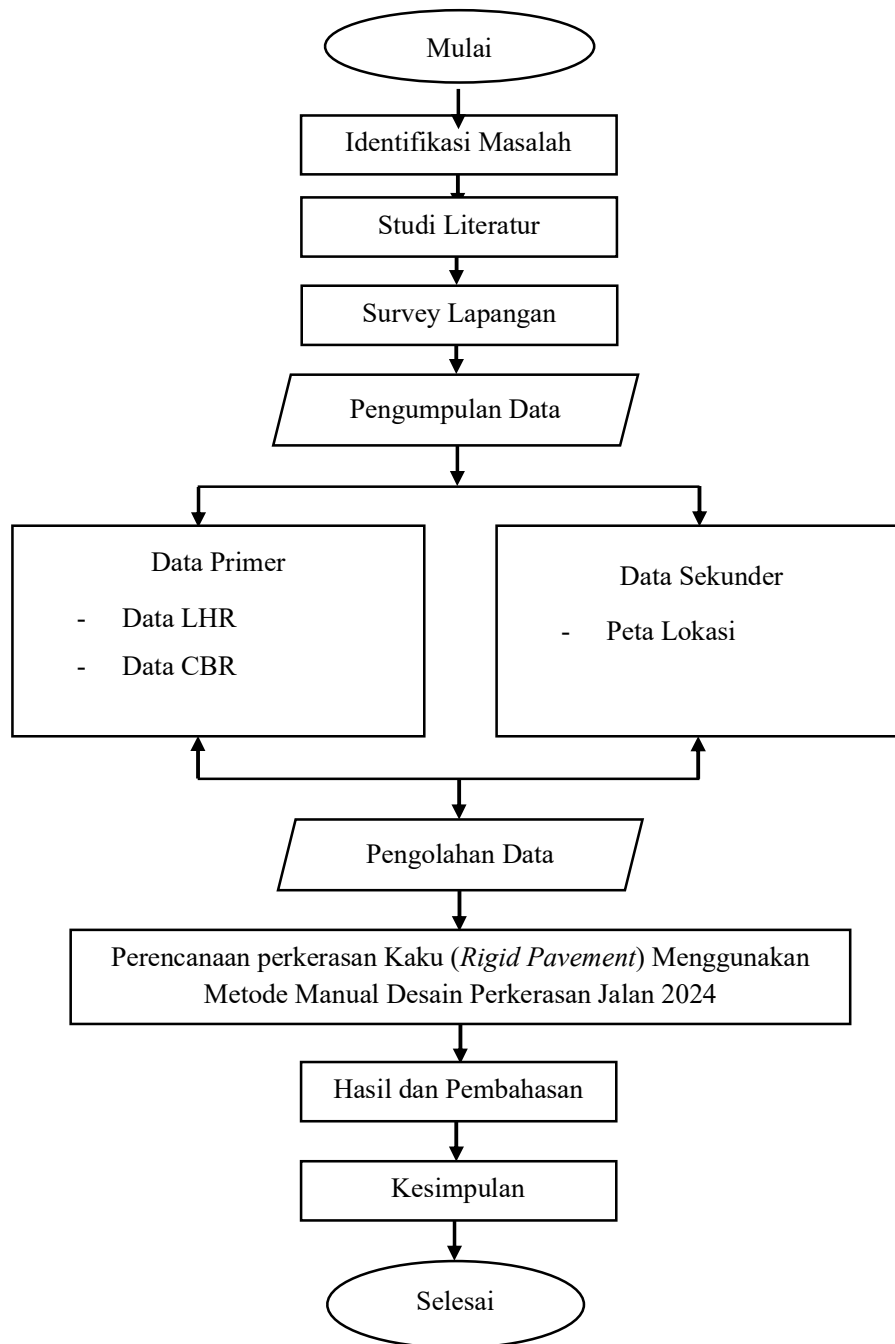
Metode yang digunakan adalah metode penelitian kuantitatif adalah metode pengukuran data kuantitatif melalui perhitungan ilmiah berasal dari survei secara langsung di lapangan dan beberapa data penunjang perhitungan dari instansi yang terkait. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui tebal perkerasan kaku yang optimal pada ruas Jalan R. Suprpto, Rumah Tiga, Kota Ambon, Maluku dengan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024.

2.2. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- DCP (*Dynamic Cone Penetrometer*), digunakan untuk pengujian nilai kekuatan tanah dasar yang dinyatakan dalam nilai CBR.
- Smartphone*, digunakan untuk menghitung kendaraan pada lokasi penelitian menggunakan aplikasi *traffic counter* dan untuk mendokumentasikan kegiatan penelitian di lapangan.
- Form*, digunakan untuk mencatat hasil data-data saat melakukan penelitian di lapangan.
- Alat tulis, digunakan untuk mencatat berbagai hal yang dibutuhkan.

2.3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Data

Tabel 1. Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Golongan	Jenis Kendaraan	LHR (Kend/hari)
Golongan 1	Sepeda Motor	4825
Golongan 2	Sedan, Jeep, Statin Wagon	1094
Golongan 3	Angkutan	55
Golongan 4	Mobil <i>pick up</i>	51
Golongan 5a	Bus Kecil	49
Golongan 5b	Bus Besar	0
Golongan 6a	Truk Ringan	23
Golongan 6b	Truk Sedang	23
Total		6120

Sumber: Hasil Survei

Tabel 1. merupakan rekapitulasi LHR kendaraan hasil survey lapangan selama 7 hari, dapat dilihat bahwa ruas Ruas Jalan R. Suprpto, Rumah Tiga, Kota Ambon, Maluku memiliki volume lalu lintas untuk kendaraan niaga (truk dan bus) cenderung lebih rendah. Pada ruas jalan ini lebih didominasi oleh kendaraan golongan 1 dan golongan 2.

Tabel 2. Data *California Bearing Ratio* (CBR) dengan Alat DCP STA 00+600

STA	CBR
00+025	19.98
00+050	39.56
00+075	27.94
00+100	24.92
00+125	28.97
00+150	52.03
00+175	42.00
00+200	66.53
00+225	57.12
00+250	61.91
00+275	50.57
00+300	92.48
00+325	50.57
00+350	72.51

00+375	60.85
00+400	63.86
00+425	74.34
00+450	73.59
00+475	42.86
00+500	69.41
00+525	84.84
00+550	50.57
00+575	63.58
00+600	69.08
Jumlah	141.36
Rata-rata	19.98
Deviasi Standar	5.05

Sumber: Hasil Survei

Berdasarkan data CBR yang diambil dari STA 00+000 – STA 00 + 600 untuk mendapatkan Nilai CBR% terlebih dahulu, Nilai CBR (%) didapat dari $\text{Log}_{10} (2,8135 - 1,313)$ log nilai DCP karena menggunakan konus 6. Setiap tumbukan mempunyai kedalaman penetrasi yang berbeda-beda pada setiap lapisan tanah, kemudian dari variasi penetrasi yang ada maka dapat dicari nilai DCP untuk mengetahui nilai CBR dari setiap kedalaman lapisan tanah. Penelitian ini hanya mengambil contoh perhitungan di STA 00 + 025:

Tabel 3. Hasl Perhitungan CBR STA 00+25

Sumber: Hasil Survei

No	Banyak Tumbukkan	Kumulatif Tumbukan	Penetrasi (hi) (mm)	Kumulatif Penetrasi (mm)	DCP (mm/tumbukan)	CBR (%)
0	0	0	0	0	-	
1	5	5	71	71	14.20	19.98
2	5	10	14	85		-
3	5	15	9	94		-
4	5	20	29	123		-
5	5	25	17	140	3.45	128.04
6	5	30	51	191		-
7	5	35	51	242		-
8	5	40	79	321		-
9	5	45	71	392		-
10	5	50	64	456	12.64	23.28
				456		

Perhitungan DCP dapat dihitung menggunakan persamaan 2.5 halaman 25. Maka, didapat perhitungan sesuai data pada tabel yaitu :

$$DCP = \frac{71}{5} \times 1 = 14,20 \text{ mm}$$

$$DCP = \frac{17}{25} \times 1 = 3,45 \text{ mm}$$

$$DCP = \frac{64}{50} \times 1 = 12,64 \text{ mm}$$

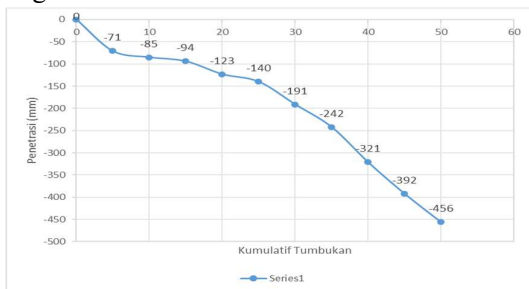
Perhitungan CBR dengan Conus 60° dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 2.6 halaman 25. Maka, didapat perhitungan CBR sesuai data pada tabel yaitu :

$$CBR = 2,8135 - 1,313 \times \log 14,20 = 19.98$$

$$CBR = 2,8135 - 1,313 \times \log 3,45 = 128.04$$

$$CBR = 2,8135 - 1,313 \times \log 12,64 = 23.28$$

Berdasarkan data serta perhitungan kumulatif tumbukan dan penetrasidiatas sesuai dengan nilai DCP dan CBR dari data STA 00 + 025. Maka, dapat ditarik grafik perhitungan tersebut sebagai berikut :



Gambar 3.1 Grafik Kumulatif Tumbukan dan Penetrasi

Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil perhitungan nilai CBR menggunakan metode Conus 60°, diperoleh nilai CBR yang bervariasi tergantung pada nilai penetrasi yang digunakan. Nilai CBR yang diperoleh berkisar 19.98, 128.04 hingga 23.28, yang menunjukkan bahwa kondisi tanah di Lokasi tersebut memiliki daya dukung baik. Grafik hubungan antara kumulatif tumbukan dan kumulatif penetrasi menunjukkan adanya tren kenaikan yang konsisten. Hal ini mengindikasikan bahwa semakin besar nilai penetrasi, semakin besar pula jumlah tumbukan yang diperlukan untuk mencapai penetrasi tersebut. Dengan kata lain, tanah yang diuji memiliki karakteristik yang menunjukkan perlawanan terhadap penetrasi seiring dengan bertambahnya kedalaman.

3.2. Perhitungan Metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024

A. Umur Rencana

Tabel 4. Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan lapisan berbutir	20
	Lapisan fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk lokasi yang tidak dimungkinkan perlapisan ulang (<i>overlay</i>), seperti: jalan perkotaan, <i>underpass</i> , jembatan, dan terowongan	
	Lapis fondasi berpengikat semen, <i>cement Treated based</i> (CTB)	
Perkerasan Kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan.	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	10

Sumber: Manual Desain Perkerasan Jalan 2024

Umur rencana merupakan periode waktu yang digunakan sebagai acuan dalam perencanaan dan analisis kinerja suatu infrastruktur, khususnya dalam pekerjaan jalan. Berdasarkan tabel 4 untuk menetapkan umur perkerasan jalan baru maka diambil dari hasil hubungan antara jenis perkerasan dengan elemen perkerasan sesuai dengan ketentuan tersebut maka didapat umur rencana untuk

perkerasan kaku adalah 40 tahun. Pada perencanaan ini dihitung dari tahun 2025-2065.

B. Pemilihan Struktur Perkerasan

Desain Perkerasan kaku menggunakan Jumlah Data Lalulintas Harian Rata-rata dikonversi ke Jumlah Kelompok Sumbu Kendaraan Niaga (JSKN), sehingga didapatkan hasil seperti tabel dibawah ini.

Tabel 5. Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR)

Gol Kendaraan	LHR	JSKN	HVAG	STRT	STdRT	STdRG	STrRG	SOrgRG
Gol 5B	49	99	49	49	0	0	0	0
Gol 6A	23	46	46	0	0	0	0	0
Gol 6B	23	45	23	23	0	0	0	0
Gol. 7A1	0	0	0	0	0	0	0	0
Gol. 7A2	0	0	0	0	0	0	0	0
Gol. 7A3	0	0	0	0	0	0	0	0
Gol. 7B1	0	0	0	0	0	0	0	0
Gol. 7B2	0	0	0	0	0	0	0	0
Gol. 7B3	0	0	0	0	0	0	0	0
Gol. 7C1	0	0	0	0	0	0	0	0
Gol. 7C2A	0	0	0	0	0	0	0	0
Gol. 7C2B	0	0	0	0	0	0	0	0
Gol. 7C3	0	0	0	0	0	0	0	0
Gol. 7C4	0	0	0	0	0	0	0	0
R	113.678							
Proposi jenis kendaraan (%)			100	62,07	37,93	0,00	0,00	0,00

Sumber: Hasil Survei

Perhitungan nilai R:

$$R(25-65) = \frac{(1+0,01 i)^{UR}-1}{0,01 i} = \frac{(1 + 0,01 \times 4,75)^{40} - 1}{0,01 \times 4,75} = 113,678$$

Maka dapat dihitung Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana. Sebagai berikut:

$$\begin{aligned} JSKN &= LHR \times JSKN \times 365 \times DD \times DL \times R \\ JSKN &= 94,7 \times 189 \times 365 \times 0,5 \times 0,8 \times \\ &113,678 \\ JSKN &= 3.929.943 \end{aligned}$$

Dari hasil perhitungan, nilai JSKN yang diperoleh sebesar 3,929,943. Nilai ini didapatkan berdasarkan data LHR (Lalulintas Harian Rata-rata) tahun 2025 yang digunakan sebagai dasar perhitungan jumlah standar kendaraan selama umur rencana 40 tahun (2025-2065). Dalam perhitungan ini, faktor-faktor seperti nilai konversi JSKN, distribusi arah (DD), serta faktor distribusi lintasan (DL) turut diperhitungkan. Nilai R (25-65) yang diperoleh sebesar 113,678, menunjukkan Tingkat pertumbuhan lalu lintas yang digunakan dalam proyeksi kebutuhan kapasitas jalan. Hasil ini memberikan gambaran bahwa tingkat pertumbuhan lalu lintas yang cukup signifikan selama umur rencana dapat berdampak pada kinerja jalan di masa depan. Oleh karena itu, hasil perhitungan ini akan menjadi acuan penting dalam perencanaan tebal perkerasan yang sesuai dengan standar Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2024, guna memastikan daya dukung jalan tetap optimal dalam menampung volume kendaraan yang diproyeksikan.

C. Pemilihan Struktur Perkerasan (i)

Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 mengacu pada pertumbuhan lalu lintas pada daerah Maluku sebesar 4,75%. Menggunakan faktor pertumbuhan lalu lintas dapat digunakan jika tidak tersedia data dan dapat digunakan dari tahun 2025-2065.

D. Faktor Pertumbuhan Kumulatif (R)

Faktor pertumbuhan kumulatif (R) merupakan parameter yang digunakan untuk menghitung total akumulasi pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana. Nilai R dihitung

menggunakan persamaan yang mengacu pada referensi yang relevan, di mana faktor pertumbuhan lalu lintas tahunan diasumsikan sebesar 4,75% selama 40 tahun umur rencana. Nilai R dihitung menggunakan rumus faktor pertumbuhan kumulatif dengan i setiap jenis kendaraan sebesar 4,75% selama umur rencana.

$$\begin{aligned} R &= \frac{(1+0,01i)^{UR}-1}{0,01i} = \frac{(1+0,01(4,75))^{40}-1}{0,01 \times 4,75} \\ &= 113,678 \end{aligned}$$

E. Lalu Lintas Pada Jalur Rencana

Untuk jalan dua arah, Faktor Distribusi Arah (DD) umumnya diambil 0,05 kecuali pada Lokasi-lokasi yang jumlah kendaraan niaga cenderung lebih tinggi pada suatu arah tertentu. Untuk Faktor Distribusi Lajur (DL). Dengan jumlah lajur setiap arah 2 maka Kendaraan niaga pada lajur desain adalah 80%

F. Data Nilai CBR Tanah Dasar

Dari hasil perhitungan CBR tanah dasar pada ruas Ruas Jalan R. Suprpto, Rumah Tiga, Kota Ambon, Maluku yang dapat dilihat dari table 2 . Maka, selanjutnya digunakan persamaan Untuk menentukan nilai CBR karakteristik agar didapatkan CBR keseragaman tanah dasar, maka; CBR Karakteristik = CBR Rata – rata – fx Devisi standar. Pengujian DCP dilakukan pada musim kemarau sehingga diperoleh nilai. faktor penyesuaian modulus tanah dasar terhadap kondisi musim untuk CBR dari pengujian DCP yaitu 0,70. Selanjutnya untuk mendapatkan Nilai CBR Desain digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\text{CBR Desain} = \text{Hasil Baca DCP} \times \text{Faktor penyesuaian}$$

$$\text{CBR Desain} = 19,98 \times 0,70 = 13,98\%$$

Perkerasan kaku dipilih sebagai Solusi utama dalam Pembangunan jalan yang akan menerima beban lalu lintas berat dalam jangka waktu panjang. Penentuan ketebalan perkerasan beton dilakukan berdasarkan nilai JSKN dan standar tabel perencanaan tebal beton. Berdasarkan Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 mengacu pada perhitungan dan perkerasan kaku untuk jalan dengan beban lalu lintas rendah, ketebalan minimum beton perkerasan yang direkomendasikan adalah 150 mm.

Namun, untuk memastikan keamanan dan ketahanan perkerasan terhadap beban

lebih tinggi, dicoba menggunakan tebal beton sebesar 180 mm.

G. Struktur Perkerasan

Tabel 6. Hasil Perhitungan Repetisi Beban yang Diizinkan-STRT

Beban Sumbu	Proporsi Beban (100%)	Proporsi Kelompok Sumbu (100%)	Desain lalu lintas (JSKN)	Repetisi beban yang diizinkan
10	0,0015	0,62	3929943,711	3658,78
20	0,2582	0,62	3929943,711	629550,61
30	0,3957	0,62	3929943,711	965180,84
40	0,1952	0,62	3929943,711	476126,61
50	0,0693	0,62	3929943,711	155863,17
60	0,0447	0,62	3929943,711	109031,04
70	0,0304	0,62	3929943,711	74150,87
80	0,0065	0,62	3929943,711	15854,63
90	0,0038	0,62	3929943,711	9268,86
100	0,0003	0,62	3929943,711	731,75

Sumber: hasil pengelolaan data

Terlihat bahwa beban sumbu 20 KN memiliki repetisi tertinggi, yaitu 629.550,61 kali, sedangkan 100 KN memiliki repetisi terendah, yaitu 731,75 kali. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar beban sumbu, semakin kecil jumlah siklus beban yang bisa di terima oleh pekerasan. SKN, proposi beban, dan faktor kelompok sumbu.

Tabel ini menunjukkan bahwa semakin besar beban sumbu kendaraan, semakin cepat pekerasan jalan mengalami kelelahan struktural.

Oleh karena itu, desain perkerasan harus mempertimbangkan distribusi beban dan repetisi beban yang diizinkan untuk memastikan ketahanan jalan selama umur rencana.

H. Faktor Kelelahan dan Faktor Erosi

Dengan menggunakan tabel perencanaan tebal beton sebesar 180 mm dan kekuatan tanah efektif 75% maka ekuivalensi faktor *fatigue* (S_e) dan ekuivalensi faktor erosi (F_3) dapat di lihat pada tabel di bawah ini.:

Tabel 7. Hasil Perhitungan Ekuivalen Faktor *Fatigue* (S_e) dan Ekuivalen Faktor Erosi (F_3)

Ekuivalen	STRT	STRG	STdRT	STdRG	STrRG	SQdRG
S_e	0,94	1,30	0,94	1,10	0,93	0,93
F_3	1,83	2,43	2,37	2,37	2,37	2,37

Sumber: hasil perhitungan

$$Se \text{ atau } f3 = a + \frac{b}{D} + c \cdot \ln(Ef) + \frac{d}{D^2} + e \cdot [\ln(Ef)]^2 + f \frac{\ln(Ef)}{D} + \frac{g}{D^3} + h[\ln(Ef)]^3 + i \frac{[\ln(Ef)]^2}{D} + j \frac{\ln(Ef)}{D^2}$$

$$Se \text{ atau } f3 = -0,51 + \frac{26,0}{250} + 0,0899 \cdot \ln(75\%) + \frac{35,77}{250^2} + -0,0376 \cdot [\ln(75\%)]^2 + 14,57 \frac{\ln(75\%)}{250} + \frac{-861,54}{250^3} + 0,0031[\ln(75\%)]^3 + 1,30 \frac{[\ln(75\%)]^2}{250} \pm 4,00 \frac{\ln(75\%)}{250^2} = 0,94$$

Tabel 8A. Hasil Perhitungan Faktor *Fatigue* dan Erosi-STRT

Beban Sumbu (KN)	Repetisi Beban L_S (Beban Rencana)	Repetisi Beban yang Diizinkan	Ek. Fak Fatigue (S_e)	0.94	Ek. Fak Erosi (F_3)	1.83
			Analisis Faktor Fatigue (N_f)		Analisis Faktor Erosi (N_e)	
			Repetisi yang diizinkan	Fatigue (%)	Repetisi yang diizinkan	Kerusakan (%)
10	11	3658.76	Unlimited	0.00	3555526688325653.00	0.00
20	22	629550.61	Unlimited	0.00	3555526688325653.00	0.00
30	33	965180.84	Unlimited	0.00	3555526688325653.00	0.00
40	44	476126.61	Unlimited	0.00	3555526688325653.00	0.00
50	55	155863.17	Unlimited	0.00	3555526688325653.00	0.00
60	66	109031.04	Unlimited	0.00	3555526688325653.00	0.00
70	77	74150.87	Unlimited	0.00	3555526688325653.00	0.00
80	88	15854.63	10741643.33	0.15	3555526688325653.00	0.00
90	99	9268.86	370186.3942	2.50	69491783.09	0.01
100	110	731.75	70466.69345	1.04	8014337.39	0.01
Total Tabel			Fatigue (%)	3.69	Erosi(%)	0.02

Sumber: hasil perhitungan

Tabel B. Hasil hitung faktor fatigue dan erosi – STRG						
Beban Sumbu (KN)	Repetisi Beban L_{SF} (Beban Rencana)	Repetisi Beban yang Diizinkan	Ek. Fak. Fatigue (S_e)	1.30	Ekuiv. Fak. Erosi (F_3)	2.43
			Analisis Faktor Fatigue (N_f)		Analisis Faktor Erosi (N_e)	
			Repetisi yang Diizinkan	Fatigue (%)	Repetisi yang Diizinkan	Kerusakan (%)
10	11	4.03E+03	UNLIMITED	0.00	355526638325653.00	0.00
30	33	1.40E+05	UNLIMITED	0.00	355526638325653.00	0.00
40	44	3.37E+05	UNLIMITED	0.00	355526638325653.00	0.00
50	55	2.44E+05	UNLIMITED	0.00	355526638325653.00	0.00
60	66	2.59E+05	UNLIMITED	0.00	355526638325653.00	0.00
70	77	2.27E+05	UNLIMITED	0.00	355526638325653.00	0.00
80	88	1.49E+05	UNLIMITED	0.00	355526638325653.00	0.00
90	99	4.29E+04	UNLIMITED	0.00	66850183.00	0.06
100	110	2.76E+04	UNLIMITED	0.00	7891742.88	0.35
110	121	1.52E+04	43624134.68	0.03	2655222.70	0.57
120	132	1.24E+04	1244744.073	0.99	1222409.50	1.01
130	143	3.73E+03	237597.7821	1.57	658733.31	0.57
140	154	2.50E+04	77449.00093	32.34	390877.30	6.41
150	165	4.17E+03	26922.9134	15.50	247703.42	1.69

Total Tabel H	Fatigue (%)	50.44	Erosi (%)	10.66
----------------------	--------------------	--------------	------------------	--------------

Tabel 8.B. Hasil hitung faktor fatigue dan erosi – STRG

Tabel C. Hasil hitung faktor fatigue dan erosi – SQdRG						
Beban Sumbu (KN)	Repetisi Beban	Repetisi	Ek. Fak. Fatigue (S_e)	0.93	Ekuiv. Fak. Erosi (F_3)	2.37
	L_{SF}	Beban	Analisis Faktor Fatigue (N_f)		Analisis Faktor Erosi (N_e)	
	(Beban Rencana)	yang Diizinkan	Repetisi yang Diizinkan	Fatigue (%)	Repetisi yang Diizinkan	Kerusakan (%)
10	11	0.00	UNLIMITED	0.00	355526638325653.00	0.00
20	22	0.00	UNLIMITED	0.00	355526638325653.00	0.00
30	33	0.00	UNLIMITED	0.00	355526638325653.00	0.00
Total Tabel L			Fatigue (%)	0.00	Erosi (%)	0.00
Jumlah Total			Fatigue (%)	54.13	Erosi (%)	10.68

Sumber: Hasil Perhitungan

Perkerasan kaku pada jalan ini dirancang untuk menahan beban lalu lintas yang tinggi dengan menggunakan lapisan beton semen sebagai lapisan utama. Berdasarkan hasil analisis, ketebalan yang dibutuhkan untuk beton semen adalah 180 mm, dengan mempertimbangkan faktor *fatigue* sebesar 54,13% dan faktor erosi sebesar 10,68%. Hal ini menunjukkan bahwa struktur perkerasan memiliki ketahanan yang baik terhadap kelelahan akibat beban berulang serta erosi akibat beban kendaraan berat.:

Tabel 9. Susunan konstruksi desain perkerasan kaku

Material			Tebal (mm)
Beton Semen	: 4,5 Mpa		180 mm
Lapis Fondasi	: Beton		100 mm
Bawah	: kurus		
LFA Kelas A	: CBR 90		200 mm
	: %		
Timbunan pilihan	: CBR 90		200 mm
berbutir kasar	: %		
Tanah Dasar	: 13,98 %		0

I. Faktor Kelelahan dan Faktor Erosi

Perkerasan di desain sebagai beton bersambung dengan tulangan maka : Rumus Tulangan :

$$A_s = \frac{\mu \cdot L \cdot M \cdot g \cdot h}{2f_s}$$

Keterangan :

A_s : Luas penampang tulangan baja (mm^2/m lebar pelat)

f_s : Kuat tarik ijin tulangan (MPa). Biasanya sebesar 0,6 kali tegangan leleh

g : Percepatan gravitasi (m/detik^2)

h : Tebal plat beton (m)

L : Jarak antara sambungan yang tidak diikat dan/atau tepi bebas pelat (m)

M : Berat per satuan volume pelat (kg/m^3)

μ : Koefisien gesekan antara pelat beton dan fondasi

Diketahui :

Lebar pelat : 3-4 m = 3 x 3(digunakan 3 meter di karenakan lebar jalan 9)

Panjang pelat : 8-15 m = 15 meter

Jarak sambungan susut : 8- 15 m = 15 meter

Koef. gesek antara pelat beton dengan pondasi bawah (μ) : 1,00 (Tabel 2.5)

Kuat Tarik ijin baja f_s : 240 MPa

Berat isi beton (M) : 2400 kg/m^3

Gravitasi (g) : 9,81 m/dtk^3

a) Tulangan Memanjang

Pada perkerasan semen bersambung dengan tulangan diperlukan tulangan dengan luas penampang tulangan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

Dapat dihitung dengan persamaan 2.

$$\text{Maka } A_s = \frac{1,00 \times 15 \times 2400 \times 9,81 \times \left(\frac{180}{1000}\right)}{2 \times 240}$$

$$A_s = 132,44 \text{ m}$$

$$A_s \text{ min} = 180 \text{ m}$$

Maka jarak tulangan yang diperlukan sebagai berikut

$$= \phi^2 \times 1000 / A_s$$

$$= 8^2 \times 1000 / 132,44$$

$$= 380 \text{ mm}$$

Maka diameter tulangan yang dipakai adalah 8 mm lihat pada tabel 10 ukuran dan berat tulangan polos pada Pd T -14 – 2003

Dari hasil perhitungan diatas maka digunakan tulangan ϕ 8 dengan jarak 200 mm Hal ini menghasilkan luas penampang tulangan yang efektif sebesar **251 mm²/m**, yang sudah memenuhi persyaratan minimum. Dengan penggunaan tulangan ϕ 8 mm dengan jarak 200 mm, perkerasan beton semen bersambung ini dapat mengontrol retak dengan baik serta meningkatkan ketahanan terhadap beban lalu lintas dan perubahan lingkungan. Pemilihan tulangan yang sesuai dengan standar memastikan bahwa perkerasan akan memiliki umur layanan yang lebih panjang dan kinerja yang optimal.

b) Tulangan Melintang

Pada perkerasan semen bersambung dengan tulangan diperlukan tulangan dengan luas penampang tulangan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

Dapat dihitung dengan persamaan 2.

$$\text{Maka } A_s = \frac{1,00 \times 9 \times 2400 \times 9,81 \times \left(\frac{180}{1000}\right)}{2 \times 240}$$

$$A_s = 79,46 \text{ m}$$

$$A_s \text{ min} = 180 \text{ m}$$

Maka jarak tulangan yang diperlukan sebagai berikut:

$$= \phi^2 \times 1000 / A_s$$

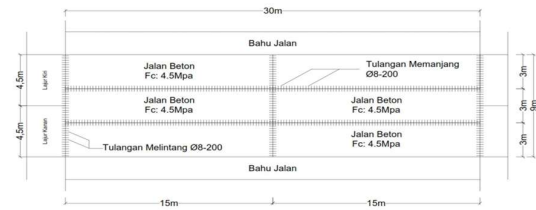
$$= 8^2 \times 100 / 79,46$$

$$= 633 \text{ mm}$$

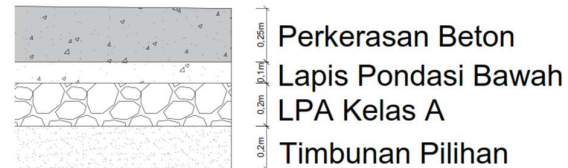
Maka diameter tulangan yang dipakai adalah 8 mm lihat pada tabel 10 ukuran dan berat tulangan polos pada Pd T -14 – 2003

Berdasarkan standar Pd T-14-2003, diameter tulangan yang digunakan adalah 8 mm, dengan jarak pemasangan 200 mm. Pemilihan ini dilakukan untuk memastikan luas penampang tulangan yang digunakan memenuhi persyaratan

desain dan memberikan ketahanan yang cukup terhadap retak akibat beban lalu lintas serta perubahan lingkungan.



Gambar Denah Pembesian



4. KESIMPULAN

Setelah menghitung tebal perkerasan kaku pada Jalan R. Suprpto, Rumah tiga, Kota Ambon, Maluku menggunakan metode Manual Desain Perkerasan Jalan 2024 dapat diambil kesimpulan sebagai berikut: Hasil perhitungan menggunakan metode MDPJ 2024 didapatkan tebal perkerasan kaku yang terdiri dari tebal perkerasan 180 mm. Tebal lapisan pondasi kelas A (Ukuran butir nominal maksimum 30 mm) yaitu 200 mm. Karena nilai CBR tanah dasar sebesar 13,98%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Undang-undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 tentang Jalan pada Pasal 1. 2004. Jakarta: Sekretariat Negara.
- [2] Fikali Maklas, Erizal. 2019. *Analisis Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Bogor-Ciawi-Sukabumi*. Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan, Fakultas Teknik Pertanian. Institut Pertanian Bogor
- [3] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan. Pemerintah Republik Indonesia. Jakarta. 43 hlm.
- [4] Sukirman. S (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Erlangga, Jakarta
- [5] Sukirman, S., (1992), *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova, Bandung
- [6] Lulie, Y. *Desain Perkerasan Kaku*. Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya, 2004.
- [7] Aly, M. A, 2004. *Teknologi Perkerasan Jalan Beton Semen 2004*. Yayasan Pengembang

- Teknologi dan Manajemen. Jakarta Barat. Jakarta
- [8] Hardiyatmo, H.C. 2015. *Perancangan perkerasan jalan & penyelidikan tanah*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
 - [9] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Direktorat Jenderal Bina Marga. (2024). Manual Desain Perkerasan Jalan No. 02/M/BM/2024.
 - [10] Direktorat Jenderal Cipta Karya. 1971. Peraturan Beton Indonesia 1971. Bandung:Departemen Pekerjaan Umum.
 - [11] ASTM C33-03. 2002, Standard Specification for Concrete Aggregates. USA: Annual Books of ASTM Standards.
 - [12] ASTM C39-86. 2002, Standard Test Method for Compressive Strength of Cylindrical Concrete Specimens. USA: Annual Books of ASTM Standards.
 - [13] Indonesia, Standar Nasional. (2004). SNI 15-2049-2004 Semen Portland. Badan Standar Nasional Indonesia, 1–128.
 - [14] Sugiyono. (2019). Metode Penelitian Dan Pengembangan Research Dan Development. Bandung : Alfabeta.
 - [15] Pradana Bayu Putra (2021). Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku Pada Ruas Jalan Tol Binjai - Langsa (Sta 0+500 – Sta 1+000) (Studi Kasus).
 - [16] Muhammad Agus Mahardika dan Siswoyo (2024). Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Untuk Peningkatan Jalan Pada Ruas Sukodadi – Sumberwudi Kab. Lamongan Menggunakan Metode Bina Marga.
 - [17] Ros Anita Sidabutar, dkk (2021) Evaluasi Perkerasan Jalan Kaku (Rigid Pavement) Pada Jalan Sm Raja Medan Dengan Metode Bina Marga.
 - [18] Rika Herliana, dkk (2021). Analisis Perencanaan Perkerasan Kaku Jalan Khatulistiwa Kota Pontianak Dengan Menggunakan Metode Bina Marga 2017 Dan Metode Aashto 1993.
 - [19] Firdaus Girsang (2022). Analisa Perencanaan Perkerasan Kaku (Rigid Pavement) Studi Kasus : Jalan Kim 4 Medan.
 - [20] Kementrian Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga, 2010, surat edaran pemberlakuan pedoman cara uji california bearing ratio (CBR) dengan Dynamic cone penetrometer (DCP). Nomor 04/SE/M/2010. (Hal 5&9)