

PERENCANAAN TEBAL PERKERASAN LENTUR RUAS JALAN BAUMATA-TARUS DENGAN METODE BINA MARGA 2017

Andi Kumalawati¹ (kumalawatirizal@gmail.com)

Fransisco S. Nara² (fransiskonara@gmail.com)

Judi K. Nasjono³ (judi.nasjono@staf.undana.ac.id)

ABSTRAK

Jalan Baumata-Tarus merupakan jalan penghubung wilayah Baumata Timur, Baumata Utara, Penfui Timur dan Tarus. Jalan tersebut mengalami kerusakan. Oleh karena itu perlu adanya perbaikan. Perencanaan tebal perkerasan dilakukan pada Sta 4+000-Sta 5+000 yang mengalami kerusakan. Perencanaan diawali dengan pengambilan data yang bertujuan untuk mengetahui CBR dan LHR di lokasi, kemudian didesain dengan metode Bina Marga 2017. Hasil penelitian, nilai CBR perbaikan 21,13%, pelebaran dibagi dalam dua segmen, segmen 1 dan 2 yaitu 4,91% dan 1,37%. Tanah dasar segmen 1 diperbaiki dengan timbunan pilihan 100 mm dan segmen 2 dengan lapis penopang dan geogrid setebal 525 mm. LHR yang diperoleh, sepeda motor 958 kendaraan/hari, kendaraan ringan 140 kendaraan/hari dan truk sedang dua sumbu 19 kendaraan/hari. Susunan tebal perkerasan diperoleh dengan bagan desain 3A yaitu lapisan permukaan 50 mm HRS WC, lapis pondasi atas 150 mm agregat A, dan lapis pondasi bawah 150 mm agregat B. Alternatif lain yaitu dengan bagan desain 3B (2) disesuaikan dengan 3C (2), lapisan permukaan 50 mm AC WC dan lapis pondasi bawah perbaikan 200 mm agregat A, sedangkan pelebaran memakai 400 mm agregat A.

Kata Kunci: Perencanaan, perkerasan lentur, Metode Bina Marga 2017

ABSTRACT

The Baumata-Tarus road connects the East Baumata, North Baumata, East Penfui, and Tarus areas. The road is damaged. Therefore, it needs to be repaired. Pavement thickness planning was done at Sta. 4+000–Sta. 5+000, which was damaged. Planning begins with collecting data to know the CBR and LHR at the location, and then the pavement is designed using the 2017 Bina Marga method. The study results were a repair CBR value of 21.13% and a widening divided into two segments, 1 and 2, namely 4.91% and 1.37%. The subgrade in segment 1 was repaired with 100 mm of selected fill and segment 2 with 525 mm of support and geogrid layers. LHR for motorcycles was 958 vehicles/day; for light vehicles, it was up to 140 vehicles/day; and for two-axle medium trucks, it was 19 vehicles/day. The composition of the pavement thickness obtained with design chart 3A is 50 mm HRS WC of surface, 150 mm aggregate A on the base, and 150 mm aggregate B in the subbase. Another alternative is design chart 3B(2) adapted to 3C(2): 50 mm AC WC of surface, 200 mm aggregate A of subbase for repairs, and 400 mm of aggregate A for widening.

Keywords: Design, flexible pavement, Bina Marga 2017 method

PENDAHULUAN

Jalan sebagai bagian prasarana transportasi mempunyai peran penting dalam bidang ekonomi, sosial budaya, lingkungan hidup, politik, pertahanan dan keamanan, serta dipergunakan untuk sebesar-besar kemakmuran rakyat. Jalan juga sebagai prasarana distribusi barang dan jasa merupakan urat nadi kehidupan masyarakat, bangsa, dan negara (Undang-Undang, 2004).

¹ Prodi Teknik Sipil, FST Undana;

² Prodi Teknik Sipil, FST Undana (Penulis Korespondensi);

³ Prodi Teknik Sipil, FST Undana.

Ruas jalan Baumata-Tarus merupakan salah jalur alternatif yang diakses oleh masyarakat wilayah tersebut untuk menjangkau fasilitas pendidikan seperti, Universitas Nusa Cendana, Universitas Widya Mandira Kupang, Politeknik Pertanian Negeri Kupang dan Politeknik Negeri Kupang. Ruas jalan ini juga menjadi salah satu jalur efektif bagi masyarakat Baumata dan sekitarnya dalam menjangkau wilayah ibu kota Kabupaten Kupang. Kondisi ruas jalan saat ini khususnya pada Sta 4+000 - Sta 5+000 mengalami rusak berat. Kerusakan yang terjadi pada ruas jalan tersebut sebagian besar merupakan pelepasan butiran dan lubang-lubang pada struktur perkerasan jalan tersebut. Belum ada pemeliharaan yang dilakukan terhadap ruas jalan Baumata-Tarus Sta 4+000 - Sta 5+000. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui nilai *California Bearing Ratio* (CBR), Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR), dan melakukan perencanaan tebal perkerasan lentur pada ruas jalan Baumata-Tarus Sta 4+000-Sta 5+000.

Beberapa penelitian terdahulu yang berhubungan dengan penelitian ini adalah Pattipeilohy et al., (2019) yang membandingkan metode Bina Marga 2017 dan 2013 dalam perencanaan tebal perkerasan lentur, Mantiri et al., (2019) yang membandingkan metode Bina Marga 2017 dengan metode AASHTO 1993, dan Saputro, (2021) yang melakukan perencanaan tebal perkerasan lentur dengan metode Bina Marga 2017.

TINJAUAN PUSTAKA

Perkerasan Jalan

Perkerasan jalan adalah campuran antara agregat dan bahan ikat yang digunakan untuk melayani beban lalu lintas. Agregat yang dipakai yaitu batu pecah, batu belah, batu kali dan hasil samping peleburan baja. Sedangkan bahan ikat yaitu aspal, semen dan tanah liat (Tenriajeng, 2002).

Perkerasan jalan adalah bagian dari jalur lalu lintas, yang bila kita perhatikan secara struktural pada penampang melintang jalan, merupakan penampang struktur dalam kedudukan yang paling sentral dalam suatu badan jalan (Saodang, 2005).

Perkerasan Lentur

Konstruksi perkerasan lentur (*flexible pavement*), yaitu perkerasan yang menggunakan aspal sebagai bahan pengikat. Lapisan-lapisan perkerasannya bersifat memikul dan menyebarkan beban lalu lintas ke tanah dasar (Sukirman, 1999).

Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 (Bina Marga 2017)

Umur Rencana

Umur rencana ditentukan sesuai dengan jenis perkerasan yang akan direncanakan untuk menjadi umur desain dalam perencanaan suatu perkerasan.

Lalu Lintas

Volume lalu lintas merupakan jumlah kendaraan bermotor yang melewati suatu titik pada jalan per satuan waktu (Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah, 2004).

Faktor pertumbuhan lalu lintas diperoleh berdasarkan data-data pertumbuhan series (*historical growth data*) atau formulasi korelasi dengan faktor pertumbuhan lain yang berlaku.

Tabel 1. Umur Rencana Perkerasan Jalan Baru (UR) (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun) ⁽¹⁾
Perkerasan lentur	Lapisan aspal dan lapisan bebutir ⁽²⁾	20
	Fondasi jalan	40
	Semua perkerasan untuk daerah yang tidak dimungkinkan pelapisan ulang (overlay), seperti: jalan perkotaan, underpass, jembatan, terowongan	
	Cement Treated Base (CTB)	
Perkerasan kaku	Lapis fondasi atas, lapis fondasi bawah, lapis beton semen, dan fondasi jalan	
Jalan tanpa penutup	Semua elemen (termasuk fondasi jalan)	Minimum 10

Pertumbuhan lalu lintas selama umur rencana dihitung dengan faktor pertumbuhan kumulatif (*Cumulative Growth Factor*):

$$R = \frac{(1+0,01 i)^{UR}-1}{0,01 i} \quad (1)$$

Dengan:

R = faktor pengali pertumbuhan lalu lintas
i = laju pertumbuhan lalu lintas (%)
UR = umur rencana (tahun)

Kemudian beban sumbu standar kumulatif (*Cumulative Equivalent Single Axle Load*) CESAL atau jumlah kumulatif beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana, ditentukan sebagai berikut:

Menggunakan VDF masing-masing kendaraan niaga

$$ESATH-1 = (\Sigma LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R \quad (2)$$

Dengan:

ESATH-1 = Kumulatif lintasan sumbu standar ekuivalen (Equivalent Standard Axle) pada tahun pertama.
LHRJK = Lintas harian rata – rata tiap jenis kendaraan niaga (satuan kendaraan per hari).
VDFJK = Faktor Ekuivalen Beban (Vehicle Damage Factor) tiap jenis kendaraan niaga
DD = Faktor distribusi arah.
DL = Faktor distribusi lajur
CESAL = Kumulatif beban sumbu standar ekuivalen selama umur rencana.
R = Faktor pengali pertumbuhan lalu lintas kumulatif

California Bearing Ratio (CBR)

Nilai CBR diuji melalui pengujian dengan *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) menggunakan konus 60° (Kementerian Pekerjaan Umum Tentang Cara Uji CBR Dengan DCP, 2010). Nilai CBR dihitung menggunakan rumus CBR konus:

$$\text{LOG}_{10} \text{ CBR} = 2,8135 - 1,313 \text{ LOG}_{10} \left(\frac{\text{penetrasi}}{\text{jumlah tumbukan}} \right) \quad (3)$$

Kemudian dipakai rumus Lapisan tanah memiliki nilai CBR yang berbeda setiap lapisannya. Oleh karena itu perlu ditentukan nilai CBR yang mewakili suatu titik pengamatan.

$$\text{CBR}_{\text{titik pengamatan}} = \left\{ \frac{h_1^3 \sqrt{\text{CBR}_1} + \dots + h_n^3 \sqrt{\text{CBR}_n}}{h_1 + \dots + h_n} \right\}^3 \quad (4)$$

Dengan:

h_n = tebal tiap lapisan ke n
 CBR_n = nilai CBR pada lapisan ke n

Setelah itu dilakukan perhitungan nilai CBR desain menggunakan metode persentil dan MS Excel dengan rumus $\{=\text{PERCENTILE}(\text{array}, k)\}$ dengan “array” menunjukkan kumpulan data dan k adalah persentil (dalam persepuluhan).

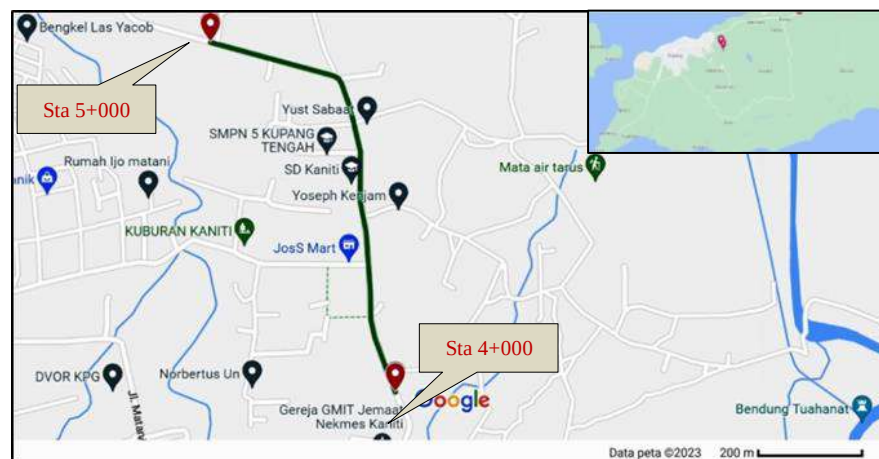
Desain Perkerasan

Desain tebal perkerasan dalam MDPJ 2017 didasarkan pada nilai Equivalent Standard Axle (ESA) atau beban sumbu standar. Desain dilakukan berdasarkan nilai ESA pangkat 4 dan ESA pangkat 5 tergantung pada model kerusakan (deterioration model) dan pendekatan desain yang digunakan. Nilai ESA yang digunakan tentunya harus sesuai dengan input dalam proses perencanaan.

Pangkat 4 digunakan pada desain perkerasan lentur berdasarkan Pedoman Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pt T-01-2002-B atau metode AASHTO 1993 (pendekatan statistik empirik).

Pangkat 4 digunakan untuk Bagan Desain pelaburan tipis (seperti Burtu atau Burda), perkerasan tanpa penutup (Unsealed granular pavement) dan perencanaan tebal overlay berdasarkan grafik lendutan untuk kriteria alur (rutting).

Pangkat 5 digunakan untuk desain perkerasan lentur (kaitannya dengan faktor kelelahan aspal beton dalam desain dengan pendekatan Mekanistik Empiris) termasuk perencanaan tebal overlay berdasarkan grafik lengkung lendutan (curvature curve) untuk kriteria retak lelah (fatigue) (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian (Google Maps, 2023)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan pada ruas jalan Baumata-Tarus dengan ruas penelitian sepanjang satu kilometer yaitu pada Sta 4+000 sampai Sta 5+000 yang terletak di Desa Penfui Timur . Waktu penelitian dimulai pada bulan Januari 2022 sampai bulan Mei 2022.

Data Penelitian

Data California Bearing Ratio (CBR)

Data CBR diperoleh melalui penguian dengan alat *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) yang dilakukan pada lokasi penelitian. Pengujian dilakukan terhadap 21 titik yang ditentukan dengan jarak antar titik 50 m. Data yang diperoleh merupakan data pengujian yang kemudian diolah untuk menjadi data CBR titik dengan persamaan 3 dan 4. Kemudian diperoleh data CBR sebagai berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Data CBR Titik pada Ruas Jalan Baumata-Tarus Sta 4+000 – Sta 5+000

No	Titik	STA	CBR (%)	Keterangan	Letak Titik
1	1	4+000	6,36	Baik	Luar Badan Jalan
2	2	4+050	6,54	Baik	Luar Badan Jalan
3	3	4+100	7,39	Baik	Luar Badan Jalan
4	4	4+150	4,54	Perlu Penangannan Khusus	Luar Badan Jalan
5	5	4+200	11,57	Baik	Luar Badan Jalan
6	6	4+250	9,51	Baik	Luar Badan Jalan
7	7	4+300	8,11	Baik	Luar Badan Jalan
8	8	4+350	7,48	Baik	Luar Badan Jalan
9	9	4+400	22,78	Baik	Badan Jalan
10	10	4+450	8,89	Baik	Luar Badan Jalan
11	11	4+500	3,17	Perlu Penangannan Khusus	Luar Badan Jalan
12	12	4+550	3,69	Perlu Penangannan Khusus	Luar Badan Jalan
13	13	4+600	4,71	Perlu Penangannan Khusus	Luar Badan Jalan
14	14	4+650	14,13	Baik	Luar Badan Jalan
15	15	4+700	10,22	Baik	Luar Badan Jalan
16	16	4+750	23,43	Baik	Badan Jalan
17	17	4+800	21,13	Baik	Badan Jalan
18	18	4+850	12,08	Baik	Luar Badan Jalan
19	19	4+900	1,52	Perlu Penangannan Khusus	Luar Badan Jalan
20	20	4+950	12,73	Baik	Luar Badan Jalan
21	21	5+000	1,77	Perlu Penangannan Khusus	Luar Badan Jalan

Data Volume Lalu Lintas

Setelah dilakukan survey selama 6×12 jam diperoleh data volume lalu lintas sebagai berikut.

Analisis Data

Perhitungan Nilai California Bearing Ratio (CBR) Desain Ruas Jalan Baumata-Tarus Sta 4+000 – Sta 5+000

1. Perhitungan Nilai CBR Perbaikan Jalan

Berdasarkan MDPJ 2017 (Bina Marga 2017), jika data CBR yang diperoleh kurang dari 10 data maka nilai terkecil dapat digunakan menjadi nilai CBR dari segmen tersebut. Oleh karena itu nilai CBR desain untuk perbaikan jalan diwakili oleh nilai CBR terkecil dari tiga data yang ada, yang diambil pada badan jalan yaitu 21,13%.

Tabel 3. Data Volume Lalu Lintas Ruas Jalan Baumata-TarusSta 4+000 - Sta 5+000

REKAPITULASI						
Jenis Kendaraan	Kamis, 13/01/22	Jumat, 14/01/22	Sabtu, 15/01/22	Senin, 17/01/22	Selasa, 18/01/22	Rabu, 19/01/22
Sepeda motor	884	775	985	837	1329	935
Mobil penumpang, pribadi, pick up	128	149	136	141	146	139
Truk 2as L (1.2)	18	21	10	22	14	24
Truk 2as H (1.2)	1	1	1	1	1	0

2. Perhitungan Nilai CBR Pelebaran Jalan

Dalam perhitungan nilai CBR untuk pelebaran jalan, ruas jalan Baumata-Tarus dibagi dalam dua segmen.

a. Perhitungan CBR segmen 1

Tabel 4. Data CBR Segmen 1 Pelebaran Jalan yang Diurutkan

SEGMENT 1			
No	Titik	STA	CBR (%)
1	4	4+150	4,54
2	1	4+000	6,36
3	2	4+050	6,54
4	3	4+100	7,39
5	8	4+350	7,48
6	7	4+300	8,11
7	10	4+450	8,89
8	6	4+250	9,51
9	5	4+200	11,57
10	9	4+400	22,78

Jumlah data yang ada pada segmen 1 adalah sebanyak 10 data maka nilai indeks untuk data di atas dapat dihitung:

$$\begin{aligned}\text{Nilai indeks} &= 10 \times 10\% \\ &= 1\end{aligned}$$

Maka

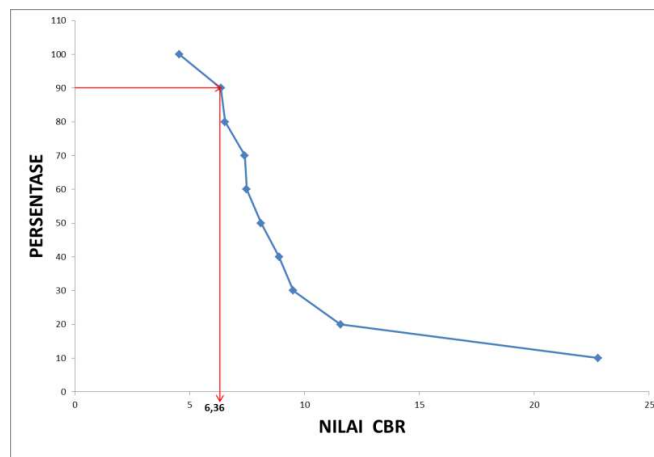
$$\begin{aligned}\text{Nilai CBR segmen 1} &= (4,54 + 6,36) / 2 \\ &= 5,45\%\end{aligned}$$

Nilai CBR segmen 1 dengan perhitungan MS Excel menggunakan rumus =PERCENTILE(array, k) dengan “array” menunjukkan kumpulan data dan k adalah persentil (dalam persepuluhan) = 6,178%

Nilai CBR segmen 1 dengan grafik dapat dilihat pada tabel 5 dan gambar 2 berikut.

Tabel 5. Data Perhitungan CBR Segmen 1 untuk Grafik

SEGMENT 1					
No	Titik	CBR (%)	CBR (Kecil » Besar)	Jumlah yang Sama	Persentase
1	1	6.36	4.54	1	100
2	2	6.54	6.36	1	90
3	3	7.39	6.54	1	80
4	4	4.54	7.39	1	70
5	5	11.57	7.48	1	60
6	6	9.51	8.11	1	50
7	7	8.11	8.89	1	40
8	8	7.48	9.51	1	30
9	9	22.78	11.57	1	20
10	10	8.89	22.78	1	10



Gambar 2. Grafik Penentuan Nilai CBR Segmen 1

Untuk kepentingan perencanaan tebal perkerasan pada segmen 1 maka nilai CBR yang dipakai adalah nilai CBR terkecil dari tiga hasil perhitungan di atas yaitu 5,45%.

b. Perhitungan CBR segmen 2

Tabel 6. Data CBR Segmen 2 Pelebaran Jalan yang Diurutkan

SEGMENT 2			
No	Titik	STA	CBR (%)
1	19	4+900	1,52
2	21	5+000	1,77
3	11	4+500	3,17
4	12	4+550	3,69
5	13	4+600	4,71
6	15	4+700	10,22
7	18	4+850	12,08
8	20	4+950	12,73
9	14	4+650	14,13
10	17	4+800	21,13
11	16	4+750	23,43

Jumlah data yang ada pada segmen 2 adalah sebanyak 11 data maka nilai indeks untuk data di atas dapat dihitung.

$$\begin{aligned}\text{Nilai indeks} &= 11 \times 10\% \\ &= 1,1 \gg 1\end{aligned}$$

Maka

$$\text{Nilai CBR segmen 2} = 1,52\%$$

Nilai CBR segmen 2 dengan perhitungan MS Excel menggunakan rumus “=PERCENTILE(array, k)” dengan “array” menunjukkan kumpulan data dan k adalah persentil (dalam persepuluhan) = 1,77%

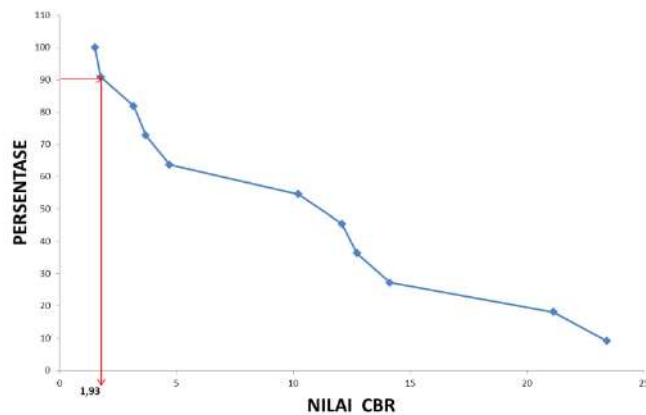
Nilai CBR segmen 1 dengan grafik diperoleh melalui interpolasi data 91% dan data 82% untuk memperoleh data 90% pada grafik.

$$\begin{aligned} \Leftrightarrow \frac{91-90}{91-82} &= \frac{1,77-x}{1,77-3,17} \\ \Leftrightarrow \frac{1}{9} &= \frac{1,77-x}{-1,4} \\ \Leftrightarrow -1,4 &= 15,93 - 9x \\ \Leftrightarrow x &= 17,33 / 9 \\ \Leftrightarrow x &= 1,93 \end{aligned}$$

Jadi persentase 90% pada grafik, merupakan nilai CBR sebesar 1,93%. Selengkapnya dapat dilihat pada tabel 7 dan grafik berikut.

Tabel 7. Data Perhitungan CBR Segmen 2 untuk Grafik

SEGMENT 2					
No	Titik	CBR (%)	CBR (Kecil » Besar)	Jumlah yang Sama	Persentase
1	11	3.17	1.52	1	100
2	12	3.69	1.77	1	91
3	13	4.71	3.17	1	82
4	14	14.13	3.69	1	73
5	15	10.22	4.71	1	64
6	16	23.43	10.22	1	55
7	17	21.13	12.08	1	45
8	18	12.08	12.73	1	36
9	19	1.52	14.13	1	27
10	20	12.73	21.13	1	18
11	21	1.77	23.43	1	9



Gambar 3. Grafik Penentuan Nilai CBR Segmen 2

Untuk kepentingan perencanaan tebal perkerasan pada segmen 2 maka nilai CBR yang dipakai adalah nilai CBR terkecil dari tiga hasil perhitungan di atas yaitu 1,52%.

Data CBR perlu disesuaikan dengan kondisi musim saat pengambilan data.

Tabel 8. Faktor Penyesuaian Modulus Tanah Dasar Terhadap Kondisi Musim (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2017)

Musim	Faktor penyesuaian minimum nilai CBR berdasarkan pengujian DCP
Musim hujan dan tanah jenuh	0,90
Masa transisi	0,80
Musim kemarau	0,70

Sesuai dengan tabel faktor penyesuaian modulus tanah terhadap kondisi musim, karena pengambilan data dilakukan pada musim hujan maka dipakai faktor penyesuaian untuk musim hujan yaitu 0,90.

Nilai CBR desain = (CBR hasil pengujian DCP) $\times$ faktor penyesuaian

Maka dapat dihitung nilai CBR desain sebagai berikut.

$$\begin{aligned}\text{Nilai CBR desain segmen 1} &= 5,45 \times 0,9 \\ &= 4,91\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Nilai CBR desain segmen 2} &= 1,52 \times 0,9 \\ &= 1,37\%\end{aligned}$$

Jadi nilai CBR yang dipakai pada kepentingan pelebaran di masa mendatang ruas jalan Baumata-Tarus untuk segmen 1 dan segmen 2 berturut-turut adalah 4,91% dan 1,37%. Sedangkan untuk perbaikan jalan eksisting dipakai nilai CBR yang diperoleh pada perhitungan CBR perbaikan jalan, yaitu 21,13%.

Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR) Ruas Jalan Baumata-Tarus Sta 4+000 – Sta 5+000

Volume lalu lintas merupakan faktor penting dalam perencanaan tebal perkerasan. Dalam penggunaannya data volume yang digunakan dalam perencanaan adalah data lalu lintas harian rata-rata (LHR). Oleh karena itu, data lalu lintas hasil survey lalu lintas dianalisis untuk memperoleh data LHR sebagai berikut:

Perhitungan Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

$$\text{LHR} = \frac{\text{jumlah kendaraan selama pengamatan}}{\text{jumlah hari pengamatan}}$$

Berdasarkan tabel 3 maka dapat dihitung:

$$\begin{aligned}\text{LHR sepeda motor} &= (884+775+985+837+1329+935)/6 \\ &= 958 \text{ kendaraan/hari}\end{aligned}$$

Hasil perhitungan dtabulasikan pada tabel 9 berikut.

Tabel 9. Data Perhitungan LHR Ruas Jalan Baumata-Tarus Sta 4+000-Sta 5+000

Golongan	Uraian	Jumlah Hari Survey	Jumlah Kendaraan	LHR
1	Sepeda motor	6	5745	958
2,3,4	Mobil penumpang, dll	6	839	140
6b	Truk sedang 2 as	6	114	19

Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Ruas Jalan Baumata-Tarus Sta 4+000 – Sta 5+000

Umur rencana perkerasan lentur ruas jalan Baumata-Tarus ditentukan sesuai dengan MDPJ 2017 pada tabel 1. Berdasarkan tabel 1, sesuai dengan jenis perkerasan yang merupakan perkerasan

lentur yang terdiri atas lapisan aspal dan lapisan berbutir, maka umur rencana perkerasan ruas jalan Baumata-Tarus adalah 20 tahun.

Menghitung nilai ESA

$$\begin{aligned} i &= 3,5\%; DD= 0,5; DL= 100\% \\ LHR_{2024} &= (1+i)^n LHR_{2022} \text{ kendaraan niaga} \\ &= (1+0,035)^2 \times 19 \text{ kendaraan / hari} \\ &= 20 \text{ kendaraan / hari} \end{aligned}$$

Dengan faktor pengali lalu lintas R:

$$\begin{aligned} R_{2024-2026} &= \frac{(1+0,01(3,5))^2 - 1}{0,01(3,5)} = 2,035 \\ R_{2027-2044} &= \frac{(1+0,01(3,5))^{18} - 1}{0,01(3,5)} = 24,5 \end{aligned}$$

Dapat dihitung :

$$ESATH-1 = (\Sigma LHRJK \times VDFJK) \times 365 \times DD \times DL \times R$$

Perhitungan ESA truk sedang 2 sumbu pada periode faktual untuk ESA5, dengan nilai R yang digunakan yaitu $R_{(2024-2026)}$

Maka

$$\begin{aligned} ESATH-1 &= (20 \times 4) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 2,035 \\ &= 30.235,81 \\ &= 0,03 \times 10^6 \end{aligned}$$

Perhitungan ESA truk sedang 2 sumbu pada periode normal untuk ESA5, dengan menggunakan $R_{(2027-2044)}$

$$\begin{aligned} ESA_{TH-20} &= (22 \times 3) \times 365 \times 0,5 \times 1 \times 24,5 \\ &= 292.455,46 \\ &= 0,29 \times 10^6 \end{aligned}$$

Tabel 10. Perhitungan ESA Ruas Jalan Baumata-Tarus Sta 4+000-Sta 5+000

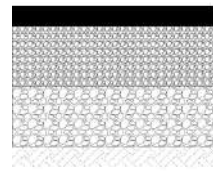
Golongan	Uraian	LHR (2 arah)	LHR Tahun	LHR Tahun	VDF4		VDF5		ESA4		ESA5	
		2022	2024	2026	FAKTUAL	NORMAL	FAKTUAL	NORMAL	(2024-2026)	(2027-2044)	(2024-2026)	(2027-2044)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
1	- Sepeda Motor	958	1,026	1,099	-	-	-	-	-	-	-	-
2, 3, 4	- Mobil pribadi, angkutan penumpang sedang, pick up, micro truck dan mobil hantaran	140	150	161	-	-	-	-	-	-	-	-
6b	- Truk Sedang 2 As	19	20	22	3.00	2.50	4.00	3.00	22,676.86	243,712.88	30,235.81	292,455.46
Total		1,117	1,197	1,282								
									JUMLAH ESA	22,676.86	243,712.88	30,235.81
									JUMLAH CESA	266,389.74	322,691.27	

Desain Fondasi dan Perkerasan Lentur Ruas Jalan Baumata-Tarus Sta 4+000 - Sta 5+000

Nilai-nilai yang dipakai untuk desain yaitu nilai CBR untuk perbaikan jalan 21,13%; pelebaran di masa mendatang segmen 1 dan 2 berturut-turut 4,91% dan 1,37%; dan nilai CESA5 sebesar $0,3 \times 10^6$ CESA5. Desain dilakukan dengan bagan desain 2 dan 3A metode Bina Marga 2017. Selain itu juga digunakan bagan desain 3B dan 3C yang disesuaikan dengan bagan desain 3B(2), dan 3C(2) oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat & Direktorat Jenderal

Perumahan Rakyat, (2020) dalam Suplemen Manual Desain Perkerasan Jalan 2017. Susunan tebal perkerasan yang diperoleh sebagai berikut.

1. Perbaikan ruas jalan Baumata-Tarus Sta 4+000-Sta 5+000



Lapis Permukaan	= 50 mm	HRS WC
Lapis Fondasi Atas	= 150 mm	Agregat A
Lapis Fondasi Bawah	= 150 mm	Agregat B
LAPISAN PERKERASAN LAMA		

Gambar 4. Sketsa Tebal Perkerasan Lentur Ruas Jalan Baumata-Tarus Sta 4+000-Sta 5+000 untuk Perbaikan dengan Bagan Desain 3A

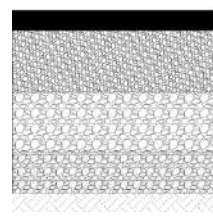
Alternatif lain untuk tebal perkerasan diperoleh dengan bagan desain 3B(2) yang disesuaikan dengan bagan desain 3C(2).



Lapis Permukaan	= 50 mm	AC WC
Lapis Fondasi Bawah	= 200 mm	Agregat A
LAPISAN PERKERASAN LAMA		

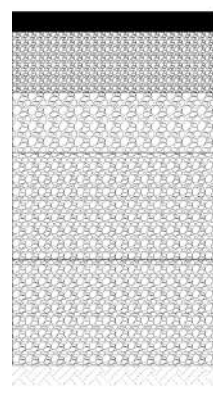
Gambar 5. Sketsa Tebal Perkerasan Lentur Ruas Jalan Baumata-Tarus Sta 4+000 – Sta 5+000 untuk Perbaikan dengan Bagan Desain 3B (2) dan 3C (2)

2. Pelebaran ruas jalan Baumata-Tarus Sta 4+000-Sta 5+000 di masa mendatang



Lapis Permukaan	= 50 mm	HRS WC
Lapis Fondasi Atas	= 150 mm	Agregat A
Lapis Fondasi Bawah	= 150 mm	Agregat B
Timbunan Pilihan	= 100 mm	
Tanah Dasar dengan CBR 4,91%		

Gambar 6. Sketsa Tebal Perkerasan Lentur untuk Pelebaran Jalan pada Segmen 1 dengan Bagan Desain 3A



Lapis Permukaan	= 50 mm	HRS WC
Lapis Fondasi Atas	= 150 mm	Agregat A
Lapis Fondasi Bawah	= 150 mm	Agregat B
Lapis Penopang dan Geogrid	= 525 mm	
Tanah Dasar dengan CBR 1,37% (Tanah dasar dipadatkan pada kondisi kering)		

Gambar 7. Sketsa Tebal Perkerasan Lentur untuk Pelebaran Jalan pada Segmen 2 dengan Bagan Desain 3A

Alternatif lain untuk tebal perkerasan diperoleh dengan bagan desain 3B(2) yang disesuaikan dengan bagan desain 3C(2).



Gambar 8. Sketsa Tebal Perkerasan Lentur untuk Pelebaran Jalan pada Segmen 1 dengan Bagan Desain 3B (2)



Gambar 9. Sketsa Tebal Perkerasan Lentur untuk Pelebaran Jalan pada Segmen 2 dengan Bagan Desain 3B (2)

KESIMPULAN

1. Data CBR yang diperoleh untuk ruas jalan Baumata-Tarus Sta 4+000 – Sta 5+000 cukup bervariasi. Oleh karena itu, nilai *California Bearing Ratio* (CBR) ruas jalan Baumata-Tarus Sta 4+000 –Sta 5+000 dibagi dalam dua segmen. Segmen 1 memiliki nilai CBR 4,91% dan segmen 2 sebesar 1,37%. Nilai tersebut dapat menjadi acuan untuk pelebaran jalan di masa mendatang saat pelebaran harus dilakukan. Dalam rekonstruksi atau perbaikan perkerasan ruas jalan Baumata-Tarus Sta 4+000 – 5+000 tidak dipakai nilai CBR segmen 1 dan 2, tetapi dipakai nilai CBR badan jalan, yaitu 21,13%.
2. Lalu lintas harian rata-rata yang diperoleh pada ruas jalan Baumata-Tarus Sta 4+000 – Sta 5+000 yang diperoleh yaitu sepeda motor 958 kendaraan per hari; mobil penumpang dan kendaraan ringan 140 kendaraan per hari; dan truk dan kendaraan berat lain 19 kendaraan per hari. Dalam desain dengan Manual Desain Perkerasan Jalan 2017 atau Bina Marga 2017 kendaraan yang dipakai dalam desain adalah kendaraan niaga dengan jumlah roda 6 atau lebih sebab kendaraan sedang dan kecil tidak memiliki pengaruh signifikan dalam kerusakan struktur.
3. Tebal perkerasan lentur ruas jalan Baumata-Tarus Sta 4+000 – Sta 5+000 yang dihasilkan dengan perencanaan menggunakan MDPJ 2017:
 - a. Untuk kepentingan perbaikan jalan:
 - Bagan Desain 3A
Tebal lapis permukaan 50 mm dengan material HRS WC, tebal lapis fondasi atas 150 mm dengan material agregat A, tebal lapis fondasi bawah 150 mm dengan material agregat B.
 - Bagan Desain 3B (2) penyesuaian 3C(2)
Tebal lapis permukaan 50 mm dengan material AC WC dan

tebal lapis pondasi bawah 200 mm dengan material agregat A.

b. Kepentingan pelebaran di masa mendatang

- Bagan Desain 3A

Tebal lapis permukaan 50 mm dengan material HRS WC,
tebal lapis fondasi atas 150 mm dengan material agregat A,
tebal lapis fondasi bawah 150 mm dengan material agregat B,

- Bagan Desain 3B (2)

Tebal lapis permukaan 50 mm dengan material AC WC dan
tebal lapis pondasi bawah 400 mm dengan material agregat A.

Pada pekerjaan pelebaran di masa mendatang perbaikan tanah dasar perlu dilakukan untuk setiap segmen. Tanah dasar pada segmen 1 diperbaiki dengan timbunan pilihan 100 mm dan pada segmen 2 menggunakan lapis penopang dan geogrid dengan ketebalan 525 mm.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Permukiman dan Prasarana Wilayah. (2004). Pedoman Survei Pencacahan Lalu Lintas Dengan Cara Manual Pd.T-19-2004-B.
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2017). Manual Desain Perkerasan Jalan.
- Kementerian Pekerjaan Umum Tentang Cara Uji CBR Dengan DCP. (2010). Surat Edaran Menteri Pekerjaan Umum No . 04 / SE / M / 2010 tentang Pemberlakuan Pedoman Cara Uji California Bearing Ratio (CBR) dengan Dynamic Cone Penetrometer (DCP) KEMENTERIAN PEKERJAAN UMUM, (04).
- Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, & Direktorat Jenderal Perumahan Rakyat. (2020). Suplemen Manual Desain Perkerasan Jalan No. 01/S/MDP 2017. *Pemerintah Indonesia*. Retrieved from <https://binamarga.pu.go.id/index.php/nspk/detail/01smdp2017-suplemen-manual-desain-perkerasan-jalan>
- Mantiri, C. C., Sendow, T. K., & Manoppo, M. R. E. (2019). Analisa Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru Dengan Metode Bina Marga 2017 Dibandingkan Metode Aashto 1993. *Jurnal Sipil Statik*, 7(10), 1303–1216.
- Pattipeilohy, J., Sapulette, W., & Lewaherilla, N. M. Y. (2019). Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Desa Waisarisa – Kaibobu. *Manumata Vol 5, No 2 (2019)*, 5(2), 56–64.
- Saodang, H. (2005). *Konstruksi Jalan Raya. Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952. (Vol. 13). Bandung: Nova.
- Saputro, R. A. (2021). Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Pada Ruas Jalan Raya Krikilan Drioyorejo, 1–11. Retrieved from [http://repository.untag-sby.ac.id/id/eprint/10488%250Ahttp://repository.untag-sby.ac.id/10488/3/BAB 2.pdf](http://repository.untag-sby.ac.id/id/eprint/10488%250Ahttp://repository.untag-sby.ac.id/10488/3/BAB%202.pdf)
- Sukirman, S. (1999). Perkerasan Lentur Jalan Raya. Bandung: Nova.
- Tenriajeng, A. T. (2002). *Rekayasa Jalan Raya 2*. Jakarta: Gunadarma.
- Undang-Undang. (2004). UU RI Nomor 38 Tahun 2004 Tentang Jalan.

