

Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Flexible Pavement) Dengan Metode MDP 2017 dan AASHTO 1993 (Studi Kasus Jalan Banteng Kota Palangka Raya)

* Maspriadi Berutu¹, Salonten¹, Desriantomy¹

¹Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

^{*)}maspriadiberutu23@gmail.com

Abstract

Roads serve as infrastructure for land traffic, pedestrian crossings, and other uses. The auxiliary structures and equipment for traffic that are at ground level, above ground level, below ground level, and/or above water level, with the exception of railroads, lorry roads, and cable roads, are the subject of the discussion. In this planning, the MDP 2017 and AASHTO 1993 methods are used. This study required field CBR and Daily Traffic Volume (LHR) data. Road segment CBR data was obtained at 6.423% from DCP testing at the study site. Daily traffic volume 1914 SMP. The results of analysis and calculation, obtained pavement thickness with the MDP 2017 method is 315 mm with surface layer details of 65 mm, bottom foundation layer 250 mm. While the thickness of pavement with the AASHTO 1993 method is 340 mm with surface layer details of 130 mm, top foundation layer 105 mm and bottom foundation layer 105 mm.

Keywords: Flexible Pavement, MDP 2017, AASHTO 1993, CBR, LHR

Abstrak

Jalan berfungsi sebagai infrastruktur untuk lalu lintas darat, penyeberangan pejalan kaki, dan penggunaan lainnya. Struktur dan peralatan tambahan untuk lalu lintas yang berada di permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, dan / atau di atas permukaan air, dengan pengecualian rel kereta api, jalan lori, dan jalan kabel. Dalam perencanaan ini yang digunakan adalah metode MDP 2017 dan AASHTO 1993. Penelitian ini memerlukan data CBR lapangan dan Volume Lalu Lintas Harian (LHR). Diperoleh data CBR segmen jalan sebesar 6,423 % dari pengujian DCP pada lokasi penelitian. Volume Lalu Lintas Harian 1914 SMP. Hasil dari analisis dan perhitungan, diperoleh tebal perkerasan dengan metode MDP 2017 adalah 315 mm dengan rincian lapis permukaan 65 mm, lapis pondasi bawah 250 mm. Sedangkan tebal perkerasan dengan metode AASHTO 1993 adalah 340 mm dengan rincian lapis permukaan 130 mm, lapis pondasi atas 105 mm dan lapis pondasi bawah 105 mm.

Kata Kunci: Perkerasan Lentur, MDP 2017, AASHTO 1993, CBR, LHR

PENDAHULUAN

Jalan berfungsi sebagai infrastruktur untuk lalu lintas darat, penyeberangan pejalan kaki, dan penggunaan lainnya. Struktur dan peralatan tambahan untuk lalu lintas yang berada di permukaan tanah, di atas permukaan tanah, di bawah permukaan tanah, dan / atau di atas permukaan air, dengan pengecualian rel kereta api, jalan lori, dan jalan kabel.

Tepatnya di Jalan Banteng, Desa Bukit Tunggal, Kecamatan Jekan Raya di Kota Palangka Raya, merupakan jalan alternatif masyarakat ke Jalan Badak dan Jalan Rajawali, kondisi jalan masih pada tahap Perkerasan Lapis Pondasi Bawah (Subbase). Meski kendaraan sudah mulai menggunakan jalan yang sama dengan jalan sekitarnya seperti, Jalan Hiu Putih dan Jalan Tingang. Menggabungkan permasalahan diatas tentunya diperlukan cara yang efektif dan efisien untuk merencanakan tebal perkerasan agar diperoleh hasil yang ekonomis, namun tetap mengacu pada kenyamanan, keselamatan dan keamanan pengemudi.

Banyak metode yang dapat digunakan untuk perencanaan perkerasan tebal, tetapi dalam perencanaan ini yang diambil sebagai judul tugas akhir yaitu Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Flexible Pavement) Dengan Metode MDP 2017 dan AASHTO 1993 (Studi Kasus Jalan Banteng Kota Palangka Raya

Dari latar belakang yang telah dijelaskan, maka penulis menghitung tebal perkerasan dan perbedaan tebal

perkerasan dengan batasan masalah pada Jalan Banteng Kota Palangka Raya sepanjang 2,4 km.

METODE

Untuk memahami dan merencanakan perkerasan jalan sesuai dengan yang dipersyaratkan oleh MDP 2017 dan pendekatan AASHTO 1993, pendekatan penelitian didasarkan pada pengamatan lapangan dan informasi. Penelitian ini dilakukan di Jalan Banteng, Desa Bukit Tunggal, Kabupaten Jekan Raya, dan Kota Palangka Raya di Kalimantan Tengah.

Metode yang digunakan untuk memperoleh data sangat penting untuk desain perkerasan jalan karena, selain data sekunder, data primer diperlukan untuk menghitung perkerasan ini, data tersebut ialah sebagai berikut:

a. Arus Lalu Lintas

Karena ini adalah rute baru, diharapkan bahwa jumlah arus lalu lintas yang akan melakukan perjalanan melalui jalan akan ditentukan dengan menggunakan koefisien masing-masing jenis kendaraan seperti yang dipersyaratkan oleh Perencanaan Geometris Jalan Raya No. 13 tahun 1970.

b. Nilai CBR dengan Pengujian DCP

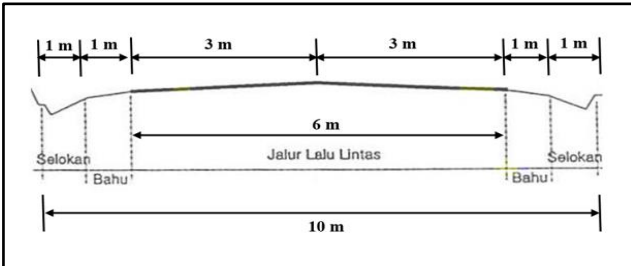
Percobaan ini menggunakan Dynamic Cone Penetrometer untuk mengukur nilai CBR secara langsung di lapangan pada kedalaman tertentu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi Penelitian

Data Geometrik Jalan

Perencanaan dilakukan pada segmen ruas Jalan Banteng Kota Palangka Raya. Dengan lebar jalur lintas 6 m dengan sketsa pada **Gambar 2**. Perencanaan perkerasan sepanjang 2,4 Km (STA 0 + 000 sampai STA 2. + 400). Survei lalu lintas diambil di Jalan Tingang Induk karena merupakan jalan terdekat pada lokasi perencanaan.



Gambar 1. Penampang Melintang Jalan
Sumber: Hasil Perhitungan (2023)

Analisa Volume Lalu Lintas

Data penelitian di analisis menggunakan 2 (dua) metode yaitu Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997 dan Manual Desain Perkerasan Tahun 2017.

Manual Kapasitas Jalan Indonesia 1997

Sesuai dengan ketentuan, jumlah masing-masing volume kendaraan tersebut dikonversikan kedalam satuan mobil penumpang (smp), dengan dikalikan ekivalensi mobil penumpang (emp) untuk setiap kelompok kendaraan, yang dikelompokkan menurut jenisnya, yaitu: kendaraan berat (HV=1,3), kendaraan ringan (LV=1), sepeda motor (MC=0,5).

Sebagai contoh perhitungan diambil data volume lalu lintas hari Kamis pada Jalan Tingang Induk Kota Palangka Raya sebagai berikut:

- MC = 1506 Kendaraan
- LV = 470 Kendaraan
- HV = 52 Kendaraan
- Maka nilai volume kendaraan dalam smp/hari:
- MC = 1506 x 0,5 = 753 smp/hari
- LV = 470 x 1,0 = 470 smp/hari
- HV = 52 x 1,3 = 68 smp/hari

Data survei volume lalu lintas dapat dilihat pada lampiran dan rekapitulasi data volume lalu lintas kendaraan per hari dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi Analisa Perhitungan Volume Lalu Lintas Metode MKJI

Hari	Sepeda Motor (MC)	Kendaraan Ringan (LV)	Kendaraan Berat (HV)
Kamis	1506	470	52
Jumat	1373	444	69
Sabtu	1450	334	42
Jumlah	4329	1248	163
Rata-Rata	1443	416	55
SMP	722	416	72

Sumber: Hasi Perhitungan (2023)

Metode Manual Desain Perkerasan 2017

Perhitungan jumlah kendaraan harian yang melewati jalan yang ditinjau dari hasil survei yang disajikan kedalam formulir himpunan perhitungan lalu lintas (terlampir) Jalan Tingang Induk Kota Palangka Raya sehingga untuk data mingguan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jumlah Kendaraan Mingguan yang Melewati Jalan Tingang Induk

No	Jenis Kendaraan	Jumlah Kendaraan /Minggu	Jumlah Rata-rata/Hari
1	Sepeda Motor	4329	1443
2	Sedan/Angkot/Pick Up/Station Wagon	1248	416
3	Bus Kecil	0	0
4	Bus Besar	0	0
5	Truk 2 Sumbu-Cargo Ringan	24	8
6	Truk 2 Sumbu-Ringan	118	40
7	Truk 2 Sumbu-Cargo Sedang	0	0
8	Truk 2 Sumbu-Sedang	0	0
9	Truk 2 sumbu-Cargo Berat	0	0
10	Truk 2 sumbu-Berat	0	0
11	Truk 3 Sumbu-Ringan	0	0
12	Truk 3 Sumbu-Sedang	0	0
13	Truk 3 Sumbu-Berat	19	7
14	Truk 2 Sumbu dan Trailer Penarik 2 Sumbu	0	0
15	Truk 4 Sumbu-Trailer	0	0
16	Truk 5 Sumbu Trailer	0	0
17	Truk 6 Sumbu-Trailer	0	0

Sumber: Hasil Perhitungan (2023)

Nilai Cbr

CBR (*California Bearing Ratio*) merupakan suatu perbandingan antara beban percobaan (*test load*) dengan beban standar (*standar load*) dan dinyatakan dalam persentase.

Nilai CBR dari Satu Titik Pengamatan

Analisis perhitungan yang dikumpulkan dari lokasi pengamatan CBR pada data lapangan, kedalaman penetrasi tertentu dicapai dengan analisis menggunakan nilai dampak kumulatif. STA 0 + 000 sebagai berikut:

$$DN = \frac{\text{Kumulatif Penetrasi (mm)}}{\text{Kumulatif Tumbukan}}$$

Kedalaman 0 sampai dengan kedalaman 137 mm, dengan:
 $DN = \frac{(137-0)}{(5-0)} = 27,400 \text{ mm/tumbukan}$

Kedalaman 137 mm sampai dengan 372 mm, dengan:
 $DN = \frac{(372-137)}{(15-5)} = 23,500 \text{ mm/tumbukan}$

Kedalaman 372 mm sampai dengan 1000 mm, dengan:
 $DN = \frac{(1000-372)}{(29-15)} = 44,857 \text{ m m/tumbukan}$

Kemudian digunakan korelasi antara nilai CBR dengan DN hasil uji dengan alat DCP.

Dengan perhitungan sebagai berikut:
DCP kerucut 60°:

$$\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \text{ Log}_{10} \text{ DN}$$

- a. Lapis Ketebalan 0 – 137 mm
 $\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \text{ Log } 27,400 = 9,257 \%$
- b. Lapis Ketebalan 137 – 372 mm
 $\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \text{ Log } 23,500 = 10,133 \%$
- c. Lapis Ketebalan 372 – 1000 mm
 $\text{Log}_{10}(\text{CBR}) = 2,8135 - 1,313 \text{ Log } 44,857 = 6,446 \%$

$$\begin{aligned} \text{CBR Titik Pengamatan} &= \\ &= \left(\frac{h_1 \sqrt[3]{\text{CBR}_1} + \dots + h_n \sqrt[3]{\text{CBR}_n}}{h} \right)^3 \\ &= \left(\frac{13,7 \sqrt[3]{9,257} + 23,5 \sqrt[3]{10,133} + 62,8 \sqrt[3]{6,446}}{100} \right)^3 \end{aligned}$$

CBR Titik Pengamatan = 6,032 %

Dari **Tabel 3** di bawah ini dapat dilihat dari hasil pengujian pada Jalan Banteng Kota Palangka Raya STA 0 + 000 dengan Alat Uji DCP sebagai berikut:

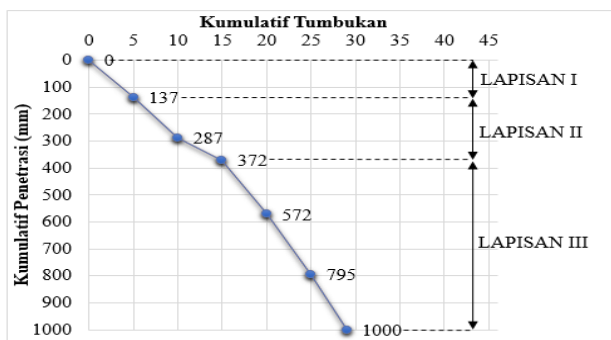
Tabel 3. Hasil Pengujian dengan Alat DCP (STA 0 + 000)

Banyak Tumbukan	Kumulatif Tumbukan	Kumulatif f Penetrasi (mm)	DN (Penurunan / Tumbukan)	CBR %
0	0	0	27,400	9,257
5	5	137	23,500	10,133
5	10	287		
5	15	372		
5	20	572	44,857	6,446
5	25	795		
4	29	1000		

CBR Titik Pengamatan

Sumber: Hasil Perhitungan (2023)

Dari Tabel 3 didapat gambar yang menunjukkan korelasi antara jumlah tumbukan dan dalamnya jumlah penetrasi yang dapat dicapai:



Gambar 2. Hubungan antara Jumlah Pukulan dan Kedalam Penetrasi

Sumber: Hasil Perhitungan (2023)

Untuk lebih lengkapnya hasil perhitungan CBR dapat dilihat pada tabel yang ada pada lampiran. Dari hasil pengujian CBR di sepanjang ruas Jalan Banteng Kota Palangka Raya pada (STA 0 + 000 s.d STA 2 + 400)

Tabel 4. Nilai CBR Titik Pengamatan

No	STA	CBR Titik Pengamatan (%)
1	STA 0 + 000	6,032
2	STA 0 + 100	7,067
3	STA 0 + 200	6,984
4	STA 0 + 300	7,075
5	STA 0 + 400	7,092
6	STA 0 + 500	6,161
7	STA 0 + 600	6,424
8	STA 0 + 700	6,217
9	STA 0 + 800	6,169
10	STA 0 + 900	6,102
11	STA 1 + 000	7,627
12	STA 1 + 100	6,471
13	STA 1 + 200	6,868
14	STA 1 + 300	7,082
15	STA 1 + 400	7,671
16	STA 1 + 500	7,679
17	STA 1 + 600	6,215
18	STA 1 + 700	6,402
19	STA 1 + 800	7,621
20	STA 1 + 900	7,961
21	STA 2 + 000	7,684
22	STA 2 + 100	7,071
23	STA 2 + 200	7,268
24	STA 2 + 300	7,291
25	STA 2 + 400	7,577

Sumber: Hasil Perhitungan (2023)

Nilai CBR Segmen Jalan Metode Analitis

Teknik analisis digunakan untuk menentukan nilai CBR segmen. Sedangkan teknik Japan Road Ass digunakan dalam pendekatan analitis ini. Sebagai contoh perhitungan diambil CBR titik pengamatan pada (STA 0 + 000 s.d STA 0 + 400)

- CBR (STA 0 + 000) = 6,032%
- CBR (STA 0 + 100) = 7,067%
- CBR (STA 0 + 200) = 6,984%
- CBR (STA 0 + 300) = 7,075%
- CBR (STA 0 + 400) = 7,092%
- CBR Max = 7,092%
- CBR Min = 6,032%
- CBR Rata-rata = 6,850%
- CBR Segmen = 6,423%

Metode Grafis

Nilai persentil ke-90 dari data CBR dalam satu segmen mewakili nilai CBR segmen dengan teknik grafis. Pendekatan grafis berikut dapat digunakan untuk menentukan segmen CBR berdasarkan titik pengamatan CBR sebelumnya:

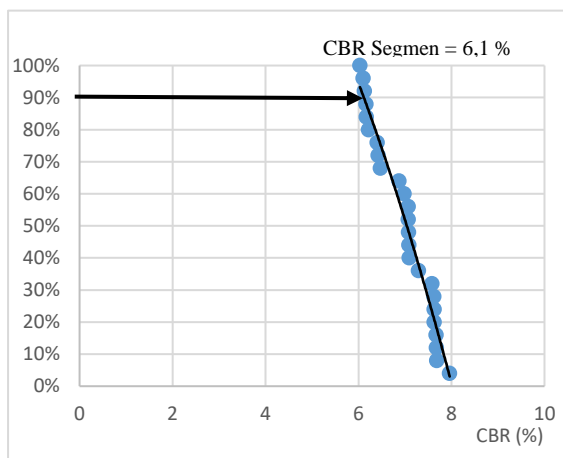
Tabel 5. CBR Segmen dengan Metode Grafis

No	Harga CBR (%)	Jumlah Yang Sama atau Lebih Besar	Persen Yang Sama atau Lebih Besar (%)
1	6,032	25	100%
2	6,102	24	96,0%
3	6,125	23	92,0%
4	6,161	22	88,0%
5	6,169	21	84,0%
6	6,217	20	80,0%
7	6,402	19	76,0%
8	6,424	18	72,0%
9	6,471	17	68,0%
10	6,868	16	64,0%

11	6,984	15	60,0%
12	7,067	14	56,0%
13	7,071	13	52,0%
14	7,075	12	48,0%
15	7,082	11	44,0%
16	7,092	10	40,0%
17	7,291	9	36,0%
18	7,577	8	32,0%
19	7,621	7	28,0%
20	7,627	6	24,0%
21	7,628	5	20,0%
22	7,671	4	16,0%
23	7,679	3	12,0%
24	7,684	2	8,0%
25	7,961	1	4,0%

Sumber: Hasil Perhitungan (2023)

CBR Segmen adalah nilai CBR dimana 90 % dari data yang ada dalam segmen memiliki nilai CBR lebih besar dari nilai CBR Segmen



Gambar 3. CBR Segmen dengan Metode Grafis
Sumber: Hasil Perhitungan (2023)

CBR Desain

CBR Segmen selanjutnya harus dimodifikasi dengan faktor penyesuaian minimum untuk CBR dari pengujian DCP untuk mencapai nilai desain (CBR atau Defleksi). Berdasarkan pemeriksaan nilai CBR dalam perhitungan, beberapa nilai Segmen CBR diturunkan.

Dalam memperoleh perhitungan nilai desain maka dilakukan perhitungan sebagai berikut:

- CBR Desain pada STA 0 + 000 s.d STA 0 + 400
= (CBR Segmen STA 0 + 000 s.d STA 0 + 400) x faktor penyesuaian
= 6,423 % x 0,90
= 5,780 %
- CBR Desain pada STA 0 + 500 s.d STA 1 + 000
= (CBR Segmen STA 0 + 500 s.d STA 1 + 000) x faktor penyesuaian
= 6,129 % x 0,90
= 5,516 %
- CBR Desain pada STA 1 + 100 s.d STA 2 + 400
= (CBR Segmen STA 1 + 100 s.d STA 2 + 400) x faktor penyesuaian
= 6,654 % x 0,90
= 5,988 %

PERHITUNGAN KONSTRUKSI

Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan MDP 2017

Dengan menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan 2017 dalam perencanaan tebal perkerasan jalan di Jalan Banteng Kota Palangka Raya. Maka dapat direncanakan dengan tahapan sebagai berikut:

Data Existing Jalan

- Jenis Jalan :Jalan Lokal
- Lokasi :Jalan Banteng Kota Palangka Raya
- Lebar Jalan :6 m
- Arah :2 Jalur 2 Lajur

Penentuan Umur Rencana (UR)

Tabel 7. Umur Rencana Umur Baru (UR)

Jenis Perkerasan	Elemen Perkerasan	Umur Rencana (tahun)
Perkerasan Lentur	Lapisan aspal dan Lapisan Berbutir dan CTB	20
	Pondasi Jalan semua lapisan perkerasan untuk area yang tidak diijinkan sering ditinggikan akibat pelapisan ulang, misal: Jalan Perkotaan, Underpass, Jembatan, Terowongan.	40
Perkerasan Kaku	Lapis Pondasi Atas, Lapis Pondasi Bawah, Lapis Beton Semen, dan Pondasi Jalan	
Jalan tanpa Tutup	Semua Elemen	Minimum 10

Sumber: Pekerjaan Umum (2017)

Berdasarkan tabel di atas, maka digunakan umur rencana 20 tahun dengan pertimbangan biaya perawatan serta fungsi jalan yang lebih banyak dilewati kendaraan berat.

Penentuan Beban Sumbu Standar Kumulatif

ESA = (Σ jenis kendaraan LHRT x VDF x Faktor Distribusi)

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

$$R = \frac{(1+0,01 \times 5,14)^{20}-1}{0,01 \times 5,14}$$

$$R = 33,559$$

$$CESA_4 = ESA \times 365 \times R$$

$$= 76,56 \times 365 \times 33,559$$

$$= 937.786,120$$

Penentuan Nilai TM

Nilai TM kelelahan lapis aspal (TM lapis aspal) untuk kondisi pembebanan berlebih di Indonesia adalah berkisar 1,85 – 2. Nilai yang akurat berbeda-beda tergantung dari beban berlebih pada kendaraan niaga di dalam kelompok truk. Klasifikasi Kendaraan dan Nilai VDF Standar memberikan dasar untuk VDF kelompok kendaraan dan perhitungan TM untuk Indonesia. Diambil nilai TM adalah 1,85 karena jalan tidak dilewati trailer.

Perhitungan *Traffic-Multiplier* Lapisan Aspal

$$\begin{aligned} \text{CESA}_5 &= \text{TM} \times \text{CESA}_4 \\ &= 1,85 \times 937.786,120 \\ &= 1.734.904,322 \end{aligned}$$

Faktor Distribusi Arah (DD) dan Distribusi Lajur (DL)

Nilai DD dapat dipakai 0,3 – 0,7. Pengecualian terjadi pada kendaraan berat yang cenderung menuju ke satu arah tertentu. Nilai DD diambil 0,5.

Pada perhitungan kali ini digunakan factor distribusi arah (DD) sebesar 0,5. Berdasarkan data perencanaan yang didapat, diketahui tipe jalan pada perencanaan ruas jalan adalah 2/2 UD. Sehingga, didapatkan nilai factor distribusi lajur sebesar 80 %.

Pemilihan Jenis Perkerasan

Pemilihan jenis perkerasan akan bervariasi sesuai perkiraan lalu lintas, umur rencana, dan kondisi pondasi jalan. Pemilihan jenis perkerasan dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Pemilihan Jenis Perkerasan

Struktur Perkerasan	Desain	ESA20 tahun (juta) (pangkat 4 kecuali disebutkan lain)		
		0 - 0,1 0,5 - 4	>4 - 10	>10 - > 30 30 200
Perkerasan kaku dengan lalu lintas berat (di atas tanah dengan CBR > 2.5%)	4		2	2
Pekerasan kaku dengan lalu lintas rendah (desa dan daerah perkotaan)	4A	1,2		
AC WC modifikasi atau SMA modifikasi dengan CTB (pangkat 5)	3 (Tabel 2.10)			2
AC dengan CTB (ESA pangkat 5)	3 (Tabel 2.10)		2	
AC tebal > 100 mm dengan lapis pondasi berbutir (pangkat 5)	3B (Tabel 2.12)		1,2	
AC atau HRS tipis diatas lapis pondasi berbutir	3A (Tabel 2.11)	1,2		
Burda atau Burtu dengan LPA Kelas A atau batuan asli	5	3	3	
Lapis Pondasi Soil Cement	6	1	1	
Perkerasan Tanpa Penutup	7	1		

Sumber: Pekerjaan Umum (2017)

ESA 20 tahun sebesar 1.734.904,322 sehingga dapat ditentukan tipe perkerasan yaitu berdasarkan Tabel 9

didapat nilai CESA_5 berada diantara 0,1 – 4 juta, sehingga digunakan struktur perkerasan dengan AC atau HRS tipis diatas lapis pondasi berbutir.

Penentuan Desain Jalan

Dari perhitungan nilai CBR Desain di atas didapat hasil rekapitulasi seperti pada Tabel 10.

Tabel 9. Rekapitulasi CBR Desain Berdasarkan MDP 2017
Sumber: Hasil Perhitungan (2023)

No	Titik Pengamatan	CBR Segmen (%)	CBR Desain (%)
1	STA 0 + 000 - STA 0 + 400	6,423	5,780 ≈ 6
2	STA 0 + 500 - STA 1 + 000	6,129	5,516 ≈ 6
3	STA 1 + 100 - STA 2 + 400	6,654	5,988 ≈ 6

Dari perhitungan CBR Desain berdasarkan Metode Manual Desain Perkerasan 2017, maka didapat desain pondasi jalan minimum. Dengan nilai CBR = 6 %, sehingga CBR ≥ 6 %, maka kelas kekuatan tanah dasar termasuk dalam kategori SG6 yang tidak memerlukan perbaikan tanah dasar.

Penentuan Desain Perkerasan

Mendeskripsikan desain seluruh lapisan tanah dasar dilihat pada Tabel 10 berikut:

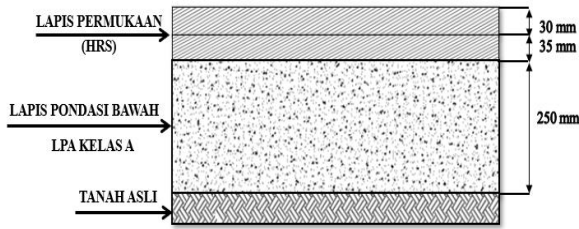
Tabel 10. Desain Struktur Perkerasan

Kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10 ⁶ CESA ₅)	FF1 < 0.5	0.5 ≤ FF2 ≤ 4.0
Jenis permukaan	HRS atau penetrasi makadam	HRS
Struktur perkerasan	Tebal Lapisan (mm)	
HRS WC	50	30
HRS Base	-	35
LFA Kelas A	150	250
LFA Kelas A atau LFA Kelas B atau kerikil alam atau lapis distabilisasi dengan CBR > 10 %	150	125

Sumber: Pekerjaan Umum (2017)

Dari Tabel 10 dapat dilihat untuk kumulatif beban sumbu 20 tahun pada lajur rencana (10⁶ CESA₅) dengan nilai $\text{CESA}_5 = 1.734.904,322$ maka didapat ketebalan lapis perkerasan :

1. HRS WC = 30 mm
2. HRS Base = 35 mm
3. LFA Kelas A = 250 mm



Gambar 4. Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan MDP 2017

Sumber: Hasil Perhitungan (2023)

Perhitungan Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan AASHTO 1993

Data Perencanaan

Berikut ini merupakan data yang digunakan dalam analisis perencanaan:

- Metode perhitungan : AASHTO 1993
- Fungsi jalan : lokal
- Umur rencana : 20 Tahun
- Jenis Perkerasan : lentur
- Tipe : 2/2 UD (jalan 2 jalur 2 lajur)
- Angka pertumbuhan : 5,14 % (Tabel 2.4 Angka Pertumbuhan Kalimantan)

Analisa Volume Lalu Lintas

Kelas jalan ditetapkan pada tahun 2043 berdasarkan hasil data survey lalu lintas pada tahun 2023, sehingga perlu untuk mengetahui LHR pada tahun 2043. Rumus digunakan untuk menentukan jumlah LHR pada tahun ke-n, karena umur rencana jalan ditetapkan 20 tahun, maka perhitungan dibagi menjadi 2 tahap dengan masing-masing tahap yaitu 10 tahun. Maka perhitungan lalu lintas harian rata-rata pada umur rencana disajikan pada.

$$LHR_n = LHR_{awal} \times (1+i)^{UR}$$

Tabel 11. Data Lalu Lintas

NO	Jenis Kendaraan	LHR HARIAN	LHR 10	LHR 20
1	Passenger Cars	416	687	1134
2	BUS	0	0	0
3	Truk 2 as	48	81	131
4	Truk 3 as	7	12	20
5	Truk 4 as	0	0	0
6	Trailer	0	0	0
JUMLAH		471	780	1285

Sumber: Hasil Perhitungan (2023)

Contoh perhitungan diambil jenis kendaraan sepeda motor sebagai berikut:

Berdasarkan perhitungan LHRt pada umur rencana 20 tahun, $i = 5,14\%$ maka

$$LHR_{2043} = LHR_{2023} (1+i)^n = 416 (1 + 5,14\%)^{20} = 1134$$

Berdasarkan perhitungan LHRt pada tahun 2043 dengan $i = 5,14\%$, nilai LHRt yaitu 1285, LHRt berada

pada rentang < 6000 maka kelas jalan pada tahun 2043 menurut Tabel 4.18 adalah jalan kolektor sekunder kelas III.

Tabel 12. Klasifikasi Jalan dan Kelas Jalan

Klasifikasi Jalan Raya	Total LHR (SMP)	Beban Gandar Tunggal
Jalan Raya Utama	I >20.000	>10 ton
Jalan Sekunder	IIA 6000-20.000	>5 ton
	IIB 1500-1800	<5 ton
	IIC <2000	<2 ton
Jalan Penghubung	III -	-

FUNGSI	VOLUME LALU LINTAS (dalam SMP)	KELAS
PRIMER:	▪ Arteri >10.000	I
	▪ Kolektor <10.000	II
SEKUNDER:	▪ Arteri >20.000	I
	▪ Kolektor >6.000	II
	▪ Kolektor <6.000	III
	▪ Jalan lokal >500	III
	▪ Jalan lokal <500	IV

Sumber: Standar Perencanaan Geometrik untuk Jalan (1988)

Menghitung Angka Ekuivalen Sumbu Kendaraan

Beban masing-masing kendaraan selanjutnya akan disesuaikan dengan angka ekuivalen tertentu. Sebagai contoh perhitungan

Pada Jenis Kendaraan Passenger Cars (PC) golongan 2 Berat total maksimum = 2.000 kg

Distribusi beban sumbu depan 50 % dan belakang 50 %

$$E = \left(\frac{0,5 \times 2000}{8160}\right)^4 + \left(\frac{0,5 \times 2000}{8160}\right)^4 = 0,00045$$

Tabel 13. Perhitungan Nilai Ekuivalen

No	Jenis Kendaraan	Golongan	Berat (Kg)	E
1	Passengers Cars	2	2000	0,00045
2	BUS	5b	9000	0,30057
3	Truk 2 as	6b	18200	5,02641
4	Truk 3 as	7a	25000	2,74157
5	Truk 4 as	7b	31400	3,90833
6	Trailer	7c	42000	10,18292

Sumber: Hasil Perhitungan (2023)

Menghitung Lalu Lintas pada Lajur Rencana (W18)

Contoh perhitungan diambil tahun 2023:

Diketahui:

Pertumbuhan Lalu Lintas (g) = 5,14%
= 0,0514

Umur Rencana (UR) = 20 Tahun

Faktor Distribusi Arah (DD) = 0,5

Faktor Distribusi Lajur (DL) = 80 %

$$W18\ 2023 = DD \times DL \times W18$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,5 \times 80 \% \times 260,64587 \\
 &= 104,2583486 \\
 \text{W18 pertahun} &= 365 \times \text{W18 2023} \\
 &= 365 \times 104,258348 \\
 &= 38.054,29702 \\
 \text{Wt} &= \text{W18 pertahun} \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \\
 &= 38.054,29702 \times \frac{(1+0,0514)^{20} - 1}{0,0514} \\
 &= 1277079,375
 \end{aligned}$$

Tabel 14. Hasil Perhitungan Beban Standar Kumulatif (W18)

Tahun 2023	
W18	104.258348
W18 Pertahun	38054.29702
Wt	1277079.375
W18 Pertahun	
Tahun 2043	
W18	285.520564
W18 Pertahun	104215.0059
Wt	3497393.068

Sumber: Hasil Perhitungan (2023)

Modulus Resilient Tanah Dasar

Data CBR dari pengujian *Dynamic Cone Penetrometer* (DCP) di Jalan Banteng Kota Palangka Raya diperlukan untuk perhitungan *Modulus Resilient* (MR) tanah dasar.

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah CBR} &= 172,587 \\
 n &= 25 \\
 \text{CBR rata-rata} &= \frac{\text{Jumlah CBR}}{n} \\
 &= \frac{172,587}{25} \\
 &= 6,903 \\
 \text{CBR min} &= 6,032 \\
 \text{CBR max} &= 7,961 \\
 R &= 3,18 \\
 \text{CBR segmen} &= \text{CBR rata2} - \frac{\text{CBR Max} - \text{CBR Min}}{R} \\
 \text{CBR Segmen} &= 6,903 - \frac{7,961 - 6,032}{3,18} = 4,187 \\
 \text{CBR} &= 4 \\
 \text{M}_R &= 4 \times 1500 \text{ Psi} \\
 &= 6000 \text{ Psi}
 \end{aligned}$$

Menentukan Serviceability

Indeks pelayanan awal (P_o), menggunakan nilai P_o 4,5 untuk perkerasan kaku dan nilai P_o 4,2 untuk perkerasan lentur

$$\begin{aligned}
 \text{Indeks kemampuan pelayanan awal (Po)} &= 4,2 \\
 \text{Indeks kemampuan pelayanan akhir (Pt)} &= 2 \\
 \Delta \text{PSI} &= P_o - P_t \\
 \Delta \text{PSI} &= 4,2 - 2 = 2,2
 \end{aligned}$$

Menentukan Reliability

Nilai reliability dapat ditentukan menggunakan tabel dibawah ini:

Tabel 15. Nilai Reliability

Reccomended Level of Reliability		
Functional Classification	Urban	Ural
Interstate and Other	85-99,9	80-99
Principal Arterials	80-90	75-95
Collectors	80-95	75-95
Local	50-85	50-80

Sumber: AASHTO (1993)

Untuk klasifikasi jalan kolektor dapat digunakan nilai reliabilitas (R) sebesar 80 %

Menentukan Standar Deviasi Normal

Nilai $R = 80 \%$ maka standar deviasi normal (Z_R) = -0,841. Nilai standar deviasi keseluruhan (S_o) berdasarkan peraturan AASHTO 1993 untuk perkerasan jalan lentur berkisar antara 0,40 – 0,50, maka nilai (S_o) diambil 0,45.

Koefisien Drainase (m)

Struktur perkerasan dipengaruhi oleh kadar air mendekati jenuh 20%, diasumsikan bahwa kualitas drainase baik, sehingga:

$$\text{Koefisien drainase (m)} = 1,15$$

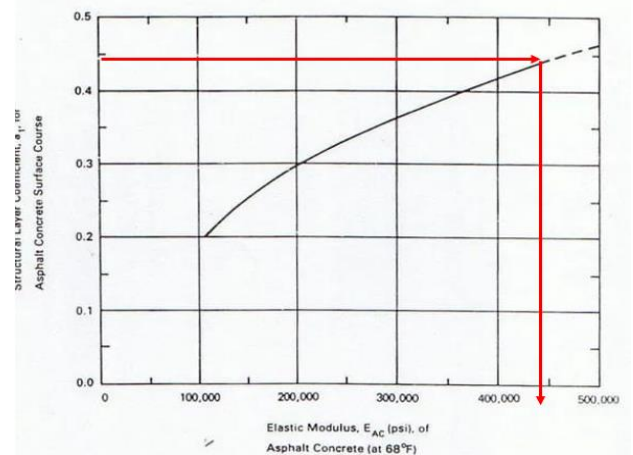
Koefisien Lapisan (a)

$$\begin{aligned}
 \text{Lapis permukaan aspal beton } a_1 &= 0,44 \\
 \text{Lapis batu pecah kelas A dengan nilai } a_2 &= 0,14 \\
 \text{Lapis batu pecah kelas B dengan nilai } a_3 &= 0,13
 \end{aligned}$$

Modulus Elastisitas

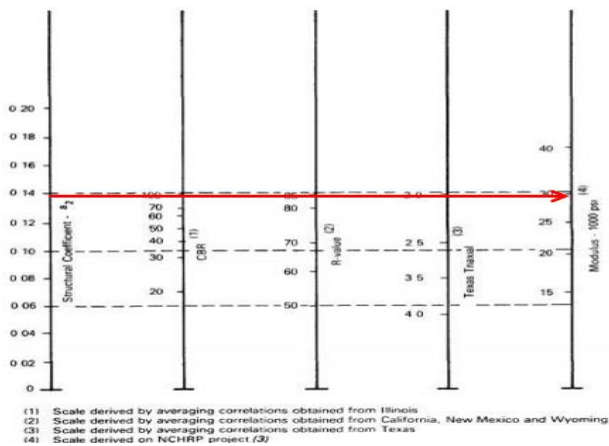
Penentuan modulus elastisitas tiap lapisan dapat menggunakan nomogram.

- Lapis permukaan campuran aspal panas gradasi padat $a_1 = 0,44$ diperoleh nilai $EAC = 440.000 \text{ Psi}$.



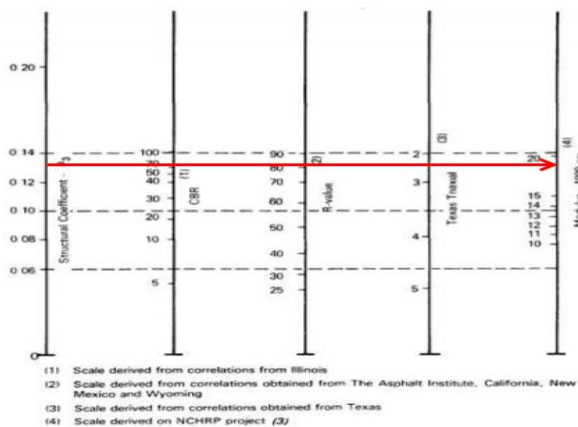
Gambar 5. Grafik Perkiraan koefisien relatif lapis permukaan beton aspal (a_1)
Sumber: AASHTO (1993)

2. Lapis Pondasi Granular dengan nilai $a_2 = 0,14$ diperoleh nilai EBS = 30.000 Psi



Gambar 6. Grafik Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi Beraspal (a_2)
Sumber: AASHTO (1993)

3. Lapis Pondasi Bawah Granular dengan nilai $a_3 = 0,13$ diperoleh nilai ESB = 18.000 Psi

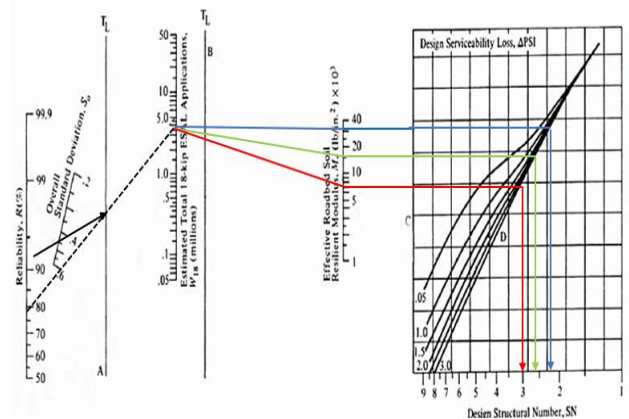


Gambar 7. Grafik Koefisien Kekuatan Relatif Lapis Pondasi Bawah Granular
Sumber: AASHTO (1993)

Menentukan Nilai Structural Number

Parameter untuk menentukan nilai SN dari nomogram:

- W18 = 1277079,375
- R = 80 %
- So = 0,45
- Ebs = 30.000 Psi
- Esb = 18.000 Psi
- M_R = 6000 Psi
- ΔPSI = 2,2



Gambar 8. Nomogram untuk nilai SN1, SN2 dan SN3 (Structural Number)
Sumber: AASHTO (1993)

Menghitung Ketebalan Lapisan

Lapisan perkerasan dibagi menjadi 3 bagian, yaitu:

- Lapis Permukaan : Campuran Aspal Panas
- Lapis Pondasi Atas : Batu Pecah Kelas A
- Lapis Pondasi Bawah: Batu Pecah Kelas B

1) Tebal Lapisan Permukaan

$$a_1 = 0,44$$

$$SN_1 = 2,2$$

$$D_1 = \frac{SN_1}{a_1} = \frac{2,2}{0,44} = 5,045 \text{ in} = 12,8 \text{ cm} = 13 \text{ cm}$$

2) Tebal Lapis Pondasi Atas

$$a_2 = 0,14$$

$$SN_2 = 2,6$$

$$m = 1,15$$

$$D_2 = \frac{SN_2 - a_1 \cdot D_1}{a_2 \cdot m} = \frac{2,6 - 0,44 \cdot 5,045}{0,14 \cdot 1,15} = 2,361 \text{ in} = 5,9 \text{ cm} = 6 \text{ cm}$$

Mengacu pada tebal minimal lapis pondasi adalah 10,5 cm, sehingga tebal lapis pondasi atas dipakai ketebalan 10,5 cm = 105 mm.

3) Tebal Lapis Pondasi Bawah

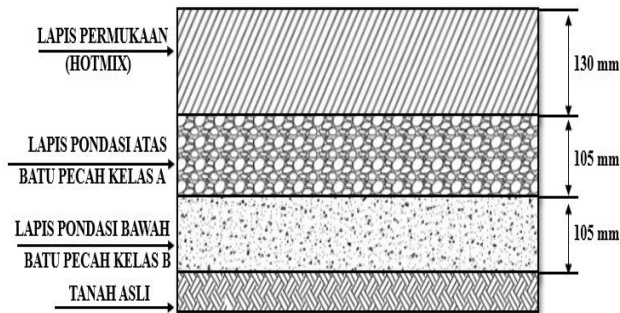
$$a_3 = 0,13$$

$$SN_3 = 3$$

$$D_3 = \frac{SN_3 - (a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot m \cdot D_2)}{a_3 \cdot m} = \frac{3 - (0,44 \cdot 5,045 + 0,14 \cdot 1,15 \cdot 2,361)}{0,13 \cdot 1,15} = 2,676 \text{ in} = 6,7 \text{ cm} = 7 \text{ cm}$$

Mengacu pada tebal minimal lapis pondasi adalah 10,5 cm, sehingga tebal lapis pondasi bawah dipakai ketebalan 10,5 cm = 105 mm.

- Lapis Permukaan (Campuran Aspal Panas) = 130 mm
- Lapis Pondasi Atas (Batu Pecah Kelas A) = 105 mm
- Lapis Pondasi Bawah (Batu Pecah Kelas B) = 105 mm



Gambar 9. Tebal Perkerasan Lentur Menggunakan AASHTO 1993

Sumber: Hasil Perhitungan (2023)

KESIMPULAN

Berdasarkan analisis yang telah diperoleh sesuai dengan tujuan penelitian berdasarkan Metode MDP 2017 dan American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) 1993 di Jalan Banteng Kota Palangka Raya sebagai berikut:

Metode MDP 2017 di Jalan Banteng Kota Palangka Raya menghasilkan ketebalan total 315 mm untuk lapisan perkerasan lentur, dengan spesifik, untuk lapisan permukaan menggunakan HRS WC pada ketebalan 30 mm dan HRS Base pada ketebalan 35 mm. LPA Kelas A dengan ketebalan 250 mm digunakan pada Lapis Pondasi Bawah (Subbase Course).

Metode American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO) 1993 menghasilkan ketebalan total 340 mm untuk lapisan perkerasan lentur di Jalan Banteng Kota Palangka Raya, dengan spesifikasi meliputi lapis permukaan dengan campuran aspal panas (Hotmix) setebal 130 mm. Batu Pecah Kelas A, dengan ketebalan 105 mm, digunakan untuk base course, lapisan atas pondasi. Batu Pecah Kelas B dengan ketebalan 105 mm digunakan untuk lapisan pondasi bawah (Subbase Course).

DAFTAR PUSTAKA

Jurnal

- Kholiq, A. (2014). "Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya antara Bina Marga dan AASHTO '93 (Studi Kasus: Jalan Lingkar Utara Panyingkiran – Balibis Majalengka)". *Jurnal J-ENSITEC*, Vol.1, No.01, 2014, Fakultas Teknik, Universitas Majalengka.
- Sirait, F. O. S., dkk. (2020). "Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur (Flexible Pavement) Menggunakan Metode Manual Desain Perkerasan Tahun 2017". *Jurnal Teknika: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Keteknikan*, Vol.3, No.2, April 2020, Hal 186-197, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.
- Sumarsono.S. (2018). "Perbandingan Analisa Perkerasan Metode Bina Marga Revisi Juni 2017 dan AASHTO 1993 (Studi Kasus pada Pekerjaan Rencana Preservasi Ruas Jalan Jatibarang - Langut TA 2017)". *Jurnal*

Online, Vol.4, No.3, September 2018, Jurusan Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional.

- Mantiri. C. C. S., dkk. (2019). "Analisa Tebal Perkerasan Lentur Jalan Baru dengan Metode Bina Marga 2017 Dibandingkan Metode AASHTO 1993". *Jurnal Sipil Statik*, Vol.7, No.10, Oktober 2019, Hal 1303-1316, Jurusan Sipil, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Transportation Officials. (1993). "AASHTO Guide for Design of Pavement Structures, 1993", Vol. 1, AASHTO.

Skripsi

- Aida, L. N. (2019). "Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Dengan Metode MDP Bina Marga 2017 dan Metode AASHTO 1993 Pada Jalan Support Acces Bandar Udara Internasional Yogyakarta". Tugas Akhir, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Malang
- Sianturi, J. A. (2018). "Perencanaan Perkerasan Lentur (Flexible Pavement) Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Tahun 2013 (Studi Kasus Jalan Ir. Soekarno Kota Palangka Raya)". Tugas Akhir, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya.
- Permana. T. (2022). "Studi Perencanaan Perkerasan Lentur Dengan Menggunakan Metode Metode Bina Marga 2017 Dan AASHTO 1993 Serta Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pada Ruas Jalan Lingkar Utara Kabupaten Sumenep". Tugas Akhir, Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Mawaddah,U. A. (2021). "Studi Komparasi Perencanaan Tebal Lapisan Perkerasan Lentur Dengan Metode Manual Desain Perkerasan Bina Marga 2017 Dan Metode AASHTO 1993 Jalan Kedah – Kong Bur STA 2+000 – STA 4+000". Tugas Akhir, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Buku

- Sukirman. S. (1999). *Perkerasan Lentur Jalan Raya*, Penerbit Nova, Bandung.

Peraturan

- Kementerian PUPR. (2016). "Desain Teknik Perkerasan Jalan". Kementerian PUPR, Bandung.
- Kementerian PUPR Ditjen Bina Marga. (2017). "Manual Desain Perkerasan Jalan". Kementerian PUPR Ditjen Bina Marga, Jakarta.
- Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan. (1997). "Panduan Rekayasa Lalu Lintas, Geometri, Pengaturan Lalu Lintas". Direktorat Bina Teknik Jalan dan Jembatan, Bandung.