

## BAB 4

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1. Perencanaan Tebal Lapisan Struktur Jalan

Lokasi penelitian adalah jalan raya ruas jalan Kujan - Runtu Kabupaten Lamandau, lama waktu penelitian kurang lebih 2 bulan. Sebagai langkah awal dilakukan perencanaan tebal lapisan struktur jalan.

##### 4.1.1. Pengumpulan Data

Ruas jalan Kujan - Runtu merupakan jalan arteri primer yang menghubungkan antara Kabupaten Lamandau dan Kabupaten Kotawaringan Barat, Provinsi Kalimantan Tengah.



Gambar 4.1. Peta Ruas Jalan Kujan - Runtu Kabupaten Lamandau  
Sumber : Dinas PU Provinsi Kalimantan Tengah

Data didapatkan dari Dinas Bina Marga Kabupaten Lamandau sebagai berikut :

Nama Ruas	: Kujan - Runtu
Lebar	: 6,0 m
Kelandaian rata-rata	: 6%
Iklim	: Curah Hujan rata-rata 424,8 mm/th < 900 mm/th
Umur Rencana	: 10 tahun

#### 4.1.2. Tebal Perkerasan dengan Metode Bina Marga

##### 4.1.2.1. Perhitungan Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR)

Lalu lintas harian rata-rata adalah jumlah rata-rata lalu lintas kendaraan bermotor beroda empat atau lebih yang dicatat selama 24 jam sehari untuk kedua jurusan, maka didapatkan perhitungan LHR sebagai berikut :

Tabel 4.1. Perhitungan Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR)

No	Gol	Jenis Kendaraan	Berat (ton)	Tahun				Pertumbuhan			Rata-rata Pertumbuhan
				2011	2012	2013	2014	2012	2013	2014	
1	2	Sedan/Jeep	2	453	467	568	543	0,03	0,22	-0,04	0,07
2	3	Pick up	5	346	365	379	431	0,05	0,04	0,14	0,08
3	4	Mikro truk	5	246	231	297	276	-0,06	0,29	-0,07	0,05
4	5A	Bus Kecil	5	197	165	209	228	-0,16	0,27	0,09	0,07
5	5B	Bus Besar	8	12	14	16	14	0,17	0,14	-0,13	0,06
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	16	586	593	574	597	0,01	-0,03	0,04	0,01
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	22	287	302	267	289	0,05	-0,12	0,08	0,01
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	36	23	21	25	23	-0,09	0,19	-0,08	0,01
9	7B	Truck 3 As Trailer	54	9	11	10	9	0,22	-0,09	-0,10	0,01

Sumber : Dinas Bina Marga Kabupaten Lamandau, 2015

Tabel 4.2. Perhitungan Lalu lintas Harian Rata-rata (LHR) Untuk 10 Tahun

No	Gol	Jenis Kendaraan	Berat (ton)	i	2015	2016	2026	Rata-rata	% Kendaraan
1	2	Sedan/Jeep	2	0,07	525	561	1.079	722	23,37%
2	3	Pick up	5	0,08	450	485	1.016	650	21,05%
3	4	Mikro truk	5	0,05	308	324	534	389	12,59%
4	5A	Bus Kecil	5	0,07	231	246	462	313	10,14%
5	5B	Bus Besar	8	0,06	15	16	29	20	0,65%
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	16	0,01	592	596	637	608	19,70%
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	22	0,01	336	338	360	345	11,16%
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	36	0,01	27	27	29	28	0,90%
9	7B	Truck 3 As Trailer	54	0,01	13	13	15	14	0,44%
		Jumlah			2.497	2.605	4.161	3.088	100,00%

Sumber : Dinas Bina Marga Kabupaten Lamandau, 2015

Rumus perhitungan :

$$\text{LHR Sedan/Jeep tahun 2016} = 525 (1+0,07)^1 = 561$$

$$\text{LHR Sedan/Jeep tahun 2026} = 525 (1+0,07)^{10} = 1.079$$

$$\text{LHR} = \frac{\text{LHR}_{2016} + \text{LHR}_{2026}}{2}, \quad \% \text{ Kendaraan} = \frac{\text{LHR}}{\text{LHR}_{\text{Total}}} \times 100\%$$

#### 4.1.2.2. Lalu Lintas Rencana

##### a. Nilai Ekuivalen (E) Kendaraan

Nilai ekuivalen sumbu kendaraan (E) masing-masing golongan beban sumbu untuk setiap kendaraan ditentukan sebagai berikut :

$$\text{Untuk sumbu tunggal } E = \left[ \frac{P(\text{kg})}{8.160} \right]^4$$

$$\text{Untuk sumbu ganda } E = 0,086 \times \left[ \frac{P(\text{kg})}{8.160} \right]^4$$

$$\text{Untuk sumbu tripel } E = 0,053 \times \left[ \frac{P(\text{kg})}{8.160} \right]^4$$

1. Sedan/Jeep 2 ton (sumbu depan 50 %; sumbu belakang 50 %) :

$$E = E \text{ sb.tunggal} + E \text{ sb.tunggal}$$

$$\begin{aligned} E &= \left( \frac{0,5 \times 2}{8,160} \right)^4 + \left( \frac{0,5 \times 2}{8,160} \right)^4 \\ &= 0,00022 + 0,00023 \\ &= 0,00045 \end{aligned}$$

2. Pick up 5 ton (sumbu depan 34 %; sumbu belakang 66 %) :

$$E = E \text{ sb.tunggal} + E \text{ sb.tunggal}$$

$$\begin{aligned} E &= \left( \frac{0,34 \times 5}{8,160} \right)^4 + \left( \frac{0,66 \times 5}{8,160} \right)^4 \\ &= 0,00188 + 0,02675 \\ &= 0,02863 \end{aligned}$$

3. Mikro truck 5 ton (sumbu depan 34 %; sumbu belakang 66 %) :

$$\begin{aligned}
 E &= E \text{ sb.tunggal} + E \text{ sb.tunggal} \\
 E &= \left( \frac{0,34 \times 5}{8,160} \right)^4 + \left( \frac{0,66 \times 5}{8,160} \right)^4 \\
 &= 0,00188 + 0,02675 \\
 &= 0,02863
 \end{aligned}$$

4. Bus Kecil 5 ton (sumbu depan 34 %; sumbu belakang 66 %) :

$$\begin{aligned}
 E &= E \text{ sb.tunggal} + E \text{ sb.tunggal} \\
 E &= \left( \frac{0,34 \times 5}{8,160} \right)^4 + \left( \frac{0,66 \times 5}{8,160} \right)^4 \\
 &= 0,00188 + 0,02675 \\
 &= 0,02863
 \end{aligned}$$

5. Bus Besar 8 ton (sumbu depan 34 %; sumbu belakang 66 %) :

$$\begin{aligned}
 E &= E \text{ sb.tunggal} + E \text{ sb.tunggal} \\
 E &= \left( \frac{0,34 \times 8}{8,160} \right)^4 + \left( \frac{0,66 \times 8}{8,160} \right)^4 \\
 &= 0,01235 + 0,17530 \\
 &= 0,18764
 \end{aligned}$$

6. Truck 2 As Rd Tunggal 16 ton (sumbu depan 34 %; sumbu belakang 66 %) :

$$\begin{aligned}
 E &= E \text{ sb.tunggal} + E \text{ sb.tunggal} \\
 E &= \left( \frac{0,34 \times 16}{8,160} \right)^4 + \left( \frac{0,66 \times 16}{8,160} \right)^4 \\
 &= 0,19753 + 2,80476 \\
 &= 3,00229
 \end{aligned}$$

7. Truck 2 As Rd Ganda 22 ton (sumbu depan 34 %; sumbu belakang 66 %) :

$$\begin{aligned}
 E &= E \text{ sb.tunggal} + E \text{ sb.tunggal} \\
 E &= \left( \frac{0,34 \times 22}{8,160} \right)^4 + \left( \frac{0,66 \times 22}{8,160} \right)^4 \\
 &= 0,70607 + 10,02550 \\
 &= 10,73156
 \end{aligned}$$

8. Truck 3 As Rd Ganda 36 ton (sumbu depan 25 %; sumbu belakang 75 %) :

$$E = E \text{ sb.tunggal} + E \text{ sb.ganda}$$

$$E = \left( \frac{0,25 \times 36}{8,160} \right)^4 + \left( \frac{0,75 \times 36}{8,160} \right)^4 \times 0,086$$

$$= 1,47982 + 10,30844$$

$$= 11,78826$$

9. Truck 3 As Trailer 54 ton (sumbu depan 25 %; sumbu belakang 75 %) :

$$E = E \text{ sb.tunggal} + E \text{ sb.ganda}$$

$$E = \left( \frac{0,25 \times 54}{8,160} \right)^4 + \left( \frac{0,75 \times 54}{8,160} \right)^4 \times 0,086$$

$$= 7,49160 + 52,18647$$

$$= 59,67807$$

Tabel 4.3. Nilai Ekuivalen Sumbu Kendaraan (E)

No	Gol	Jenis Kendaraan	Berat (ton)	Ekivalen Beban Sumbu Kendaraan		
				Depan	Belakang	E
				a	b	c=a+b
1	2	Sedan/Jeep	2	0,00023	0,00023	0,00045
2	3	Pick up	5	0,00188	0,02675	0,02863
3	4	Mikro truck	5	0,00188	0,02675	0,02863
4	5A	Bus Kecil	5	0,00188	0,02675	0,02863
5	5B	Bus Besar	8	0,01235	0,17530	0,18764
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	16	0,19753	2,80476	3,00229
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	22	0,70607	10,02550	10,73156
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	36	1,47982	10,30844	11,78826
9	7B	Truck 3 As Trailer	54	7,49160	52,18647	59,67807

Sumber : Olahan Peneliti

- b. Nilai Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Dari data tipe jalan 2 lajur 2 arah dengan menggunakan Tabel 2.5 didapat angka koefisien distribusi kendaraan (C) untuk masing-masing kendaraan:

Tabel 4.4. Nilai Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

No	Gol	Jenis Kendaraan	Berat (ton)	Tipe Kendaraan	Koefisien Distribusi Kendaraan		
					Lajur	Arah	C
1	2	Sedan/Jeep	2	Ringan	2	2	0,5
2	3	Pick up	5	Berat	2	2	0,5
3	4	Mikro truck	5	Berat	2	2	0,5
4	5A	Bus Kecil	5	Berat	2	2	0,5
5	5B	Bus Besar	8	Berat	2	2	0,5
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	16	Berat	2	2	0,5
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	22	Berat	2	2	0,5
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	36	Berat	2	2	0,5
9	7B	Truck 3 As Trailer	54	Berat	2	2	0,5

Sumber : Olahan Peneliti

c. Nilai Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

Dari rumus 2.4 didapatkan Nilai Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP) sebagai

berikut :

Tabel 4.5. Nilai Lintas Ekuivalen Permulaan (LEP)

No	Gol	Jenis Kendaraan	LHR <sub>2016</sub>	C	E	LEP
			a	b	c	d=a*b*c
1	2	Sedan/Jeep	560,55	0,50	0,0005	0,13
2	3	Pick up	484,57	0,50	0,0286	6,94
3	4	Mikro truck	323,81	0,50	0,0286	4,64
4	5A	Bus Kecil	246,03	0,50	0,0286	3,52
5	5B	Bus Besar	15,92	0,50	0,1876	1,49
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	595,94	0,50	3,0023	894,59
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	338,10	0,50	10,7316	1.814,18
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	27,21	0,50	11,7883	160,39
9	7B	Truck 3 As Trailer	13,14	0,50	59,6781	391,96
					Jumlah	3.277,8358

Sumber : Olahan Peneliti

d. Nilai Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

Dari rumus 2.5 didapatkan Nilai Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) sebagai

berikut :

Tabel 4.6. Nilai Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

No	Gol	Jenis Kendaraan	LHR <sub>2026</sub>	C	E	LEA
			a	b	c	d=a*b*c
1	2	Sedan/Jeep	1.079,44	0,50	0,0005	0,24
2	3	Pick up	1.015,79	0,50	0,0286	14,54
3	4	Mikro truck	534,25	0,50	0,0286	7,65
4	5A	Bus Kecil	462,03	0,50	0,0286	6,61
5	5B	Bus Besar	28,92	0,50	0,1876	2,71
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	636,83	0,50	3,0023	955,97
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	359,86	0,50	10,7316	1.930,92
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	29,42	0,50	11,7883	173,42
9	7B	Truck 3 As Trailer	14,57	0,50	59,6781	434,84
					Jumlah	3.526,9203

Sumber : Olahan Peneliti

e. Nilai Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

Dari rumus 2.6 didapatkan Nilai Lintas Ekuivalen Tengah (LET) sebagai

berikut :

Tabel 4.7. Nilai Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

No	Gol	Jenis Kendaraan	LEP	LEA	LET
			a	b	c=(a+b)/2
1	2	Sedan/Jeep	0,13	0,24	0,18
2	3	Pick up	6,94	14,54	10,74
3	4	Mikro truck	4,64	7,65	6,14
4	5A	Bus Kecil	3,52	6,61	5,07
5	5B	Bus Besar	1,49	2,71	2,10
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	894,59	955,97	925,28
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	1.814,18	1.930,92	1.872,55
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	160,39	173,42	166,90
9	7B	Truck 3 As Trailer	391,96	434,84	413,40
				Jumlah	3.402,38

Sumber : Olahan Peneliti

f. Nilai Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

Dari rumus 2.7 didapatkan Nilai Lintas Ekuivalen Rencana (LER) sebagai

berikut :

Tabel 4.8. Nilai Lintas Ekvivalen Rencana (LER)

No	Gol	Jenis Kendaraan	LET	FP	LER
			a	b=UR/10	c=a*b
1	2	Sedan/Jeep	0,18	1	0,18
2	3	Pick up	10,74	1	10,74
3	4	Mikro truck	6,14	1	6,14
4	5A	Bus Kecil	5,07	1	5,07
5	5B	Bus Besar	2,10	1	2,10
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	925,28	1	925,28
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	1.872,55	1	1.872,55
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	166,90	1	166,90
9	7B	Truck 3 As Trailer	413,40	1	413,40
				Jumlah	3.402,38

Sumber : Olahan Peneliti

dimana :

FP = Faktor Penyesuaian

UR = Umur Rencana

= 10 tahun

$$FP = \frac{UR}{10} = \frac{10}{10} = 1$$

#### 4.1.2.3. Daya Dukung Tanah

Cara penentuan kekuatan tanah dasar yang umum dipakai adalah menentukan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). Penyelidikan nilai CBR lapangan dilakukan di ruas jalan Kujan – Runtu Kabupaten Lamandau dengan lebar 10 m dan panjang 3,2 km. Pengukuran dilakukan di sekitar tempat terjadi kerusakan, yaitu retak halus sampai retak kulit buaya, dan dibagi menjadi beberapa kedalaman penetrasi. Pengukuran dengan menggunakan alat DCP (*Dynamic Cone Penetration*) diperoleh hasil nilai CBR tanah dasar sebagai berikut :



Tabel 4.9. Pengukuran CBR Dengan DCP

Jumlah Tumbukan	Kumulatif Jumlah Tumbukan	Kedalaman Penetrasi (mm)	DN (mm/blows)	CBR (%)
0	0	0		
1	1	60		
1	2	80	40,00	5,10
1	4	90		
1	6	120		
2	8	150		
2	11	190		
2	14	220		
2	17	250		
2	20	290		
2	23	330		
2	26	360		
2	29	400		
2	32	440	18,00	14,60
2	35	500		
2	38	570	32,50	6,70
2	41	770		
2	44	1000	107,50	1,40
			Rata-rata	6,95

Sumber : UPTD Balai Pengujian Mutu Dinas PU Kalteng, 2016

$$CBR_{rata-rata} = 6,95\%$$

$$CBR_{maks} = 14,60\%$$

$$CBR_{min} = 1,40\%$$

$$\text{Jumlah pengamatan} = 4$$

Dengan jumlah pengamatan = 4, maka besarnya nilai R dapat dilihat pada Tabel

2.6 adalah 2,24.

Secara analitis didapatkan bahwa

$$\begin{aligned}
 CBR_{\text{segmen}} &= CBR_{\text{rata-rata}} - \frac{(CBR_{\text{maks}} - CBR_{\text{min}})}{R} \\
 &= 6,95 - \frac{(14,60 - 1,40)}{2,24} \\
 &= 1,06\%
 \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai CBR tersebut nilai DDT ditentukan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} \text{DDT} &= 1,6649 + 4,3592 \log (\text{CBR}) \\ &= 1,6649 + 4,3592 \log (1,06) \\ &= 1,77 \end{aligned}$$

#### 4.1.2.4. Faktor Regional

Diketahui data :

Curah Hujan rata-rata : 424,8mm/th < 900 mm/th

Kelandaian rata-rata : 6%

$$\begin{aligned} \% \text{ Kendaraan Berat} &= \frac{5 + 5 + 5 + 8 + 16 + 22 + 36 + 54}{2 + 5 + 5 + 5 + 8 + 16 + 22 + 36 + 54} \times 100\% \\ &= 98,69\% \end{aligned}$$

Berdasarkan data curah hujan, kelandaian, persentase kendaraan berat tersebut, maka dari tabel 2.7 didapatkan nilai FR = 2,0

#### 4.1.2.5. Indeks Permukaan

##### Indeks Permukaan Awal

Menentukan nilai Indeks Permukaan Awal (IPo) direncanakan menggunakan lapisan permukaan Laston dengan tingkat kerataan (Roughnes)  $\leq$  1.000 mm/km, maka dari tabel 2.8. didapatkan IPo  $\geq$  4.

##### Indeks Permukaan Akhir

Berdasarkan nilai LER = 3.402,38, untuk jalan arteri dari tabel 2.9, didapatkan nilai Indeks Permukaan Akhir (IPt) sebesar 2,5.

#### 4.1.2.6. Indeks Tebal Permukaan

Untuk menentukan Indeks Tebal Permukaan (ITP), didapatkan informasi nilai data sebagai berikut :

$$\text{LER} = 3.402,38$$

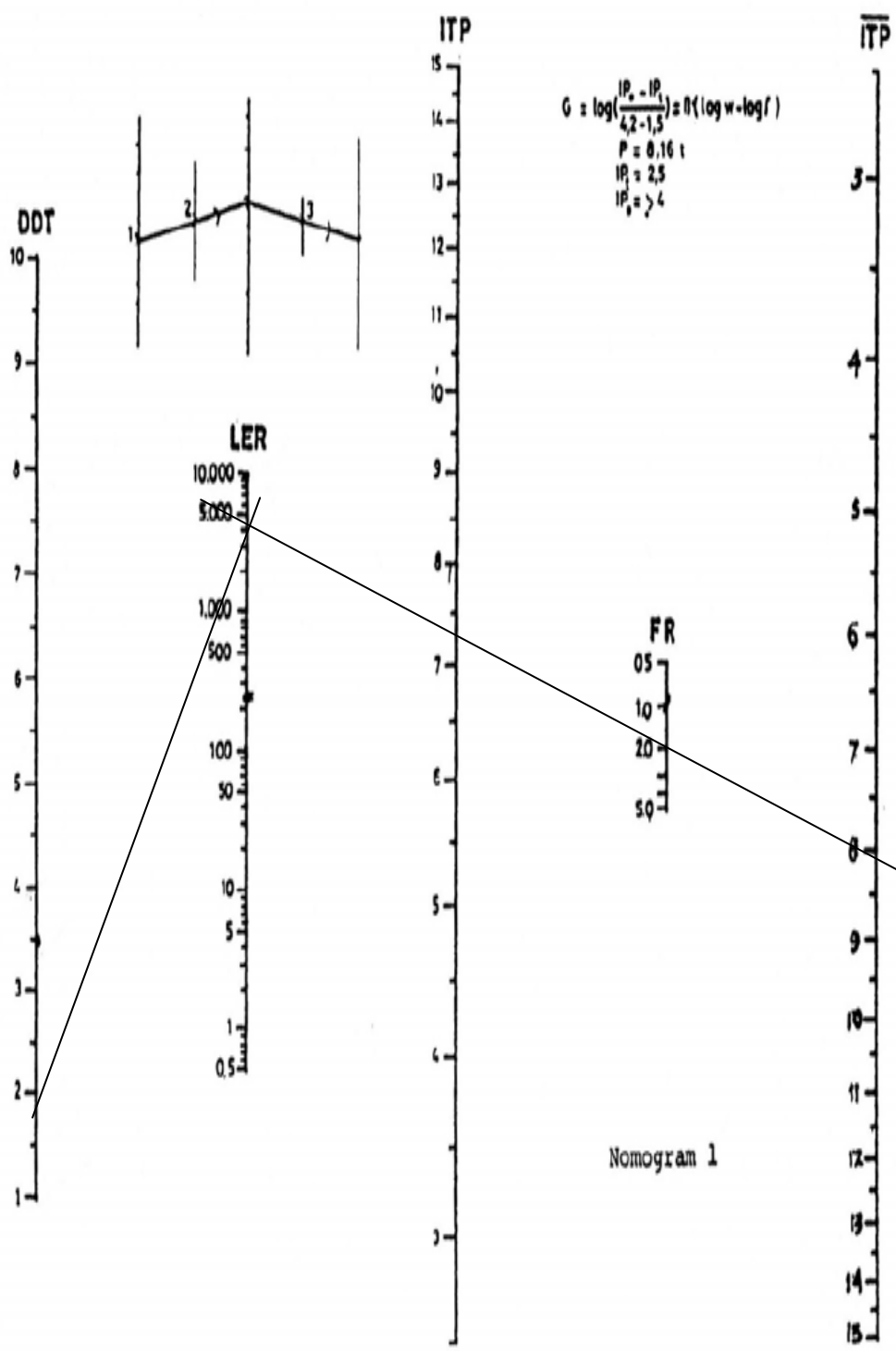
$$\text{IPo} \geq 4$$

$$\text{IPt} = 2,5$$

$$\text{FR} = 2,0$$

$$\text{DDT} = 1,77$$

Dari data tersebut dapat ditentukan nilai ITP dari nomogram. Dengan cara memplot nilai data tersebut pada nomogram, didapatkan nilai  $\text{ITP}=7,25$  dan  $\overline{\text{ITP}} = 8,20$ .



Gambar 4.2. Nomogram untuk  $IP_t = 2,5$  dan  $IP_o \geq 4$

#### 4.1.2.7. Penentuan Tebal Lapis Perkerasan

Berdasarkan tabel 2.11. dengan  $ITP = 7,25$ , maka didapatkan Tebal Minimum Lapis Permukaan = 7,5 cm dengan bahan Lasbutag / laston. Untuk ruas jalan ini direncanakan menggunakan Lapis permukaan atas Laston  $D_1 = 10$  cm.

Berdasarkan tabel 2.12. dengan  $ITP = 7,25$ , maka didapatkan Batas Minimum Tebal Lapis Pondasi = 20 cm dengan bahan batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur. Untuk ruas jalan ini direncanakan tebal lapis pondasi atas  $D_2 = 20$  cm dengan menggunakan batu pecah. Sedangkan tebal lapis pondasi bawah direncanakan menggunakan sirtu.

Berdasarkan tabel 2.10 dengan menggunakan lapis permukaan Laston MS 744, didapatkan koefisien kekuatan relatif lapis permukaan atas  $a_1 = 0,4$ .

Dengan menggunakan batu pecah kelas A (CBR 100) sebagai lapis pondasi atas didapatkan koefisien kekuatan relatif lapis pondasi atas  $a_2 = 0,14$ .

Dengan menggunakan sirtu kelas B (CBR 70) sebagai lapis pondasi bawah didapatkan koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah  $a_3 = 0,13$ .

Sehingga untuk perencanaan perkerasan ruas jalan didapatkan data :

Koefisien kekuatan relatif lapis permukaan atas	$a_1 = 0,40$
Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi atas	$a_2 = 0,14$
Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah	$a_3 = 0,13$
Tebal lapis permukaan atas Laston MS 744	$D_1 = 10$ cm
Tebal lapis pondasi atas batu pecah kelas A (CBR 100)	$D_2 = 20$ cm
Tebal lapis pondasi bawah sirtu kelas B (CBR 70)	$D_3 =$ dihitung

Dengan demikian perencanaan perkerasan ruas jalan digunakan rumus :

$$ITP = a_1.D_1 + a_2.D_2 + a_3.D_3$$

$$7,25 = (0,4 \times 10) + (0,14 \times 20) + (0,13 \times D_3)$$

$$7,25 = 4,0 + 2,8 + (0,13 \times D_3)$$

$$(7,25 - 4,0 - 2,8) = 0,13 D_3$$

$$D_3 = 0,45/0,13 = 3,46 \text{ cm} \sim 10 \text{ cm}$$

Jadi, komposisi tebal perkerasan ruas jalan adalah :

Tebal lapis permukaan atas Laston MS 744  $D_1 = 10 \text{ cm}$

Tebal lapis pondasi atas batu pecah kelas A (CBR 100)  $D_2 = 20 \text{ cm}$

Tebal lapis pondasi bawah sirtu kelas B (CBR 70)  $D_3 = 10 \text{ cm}$

<b>SURFACE</b>	<b>10 cm Lapis permukaan atas Laston MS 744</b>
<b>BASE COURSE KLAS A</b>	<b>20 cm Lapis pondasi atas batu pecah kelas A (CBR 100)</b>
<b>SUB BASE KLAS B</b>	<b>10 cm Lapis pondasi bawah sirtu kelas B (CBR 70)</b>
	<b>DDT = 1,77 Lapisan tanah dasar</b>

**Gambar 4.3. Susunan Struktur Jalan Dengan Metode Bina Marga**

### 4.1.3. Tebal Perkerasan dengan Metode AASHTO

#### 4.1.3.1. Perhitungan Beban Gandar Standar Untuk Lajur Rencana

##### Pertahun

- a. Beban gandar standar kumulatif untuk dua arah

Tabel 4.10. Beban Gandar Standar Kumulatif Untuk Dua Arah

No	Gol	Jenis Kendaraan	LHR <sub>2026</sub>	LHR <sub>per hari</sub>	E	$\hat{W}_{18}$
			a	b=a/365	c	d=b*c
1	2	Sedan/Jeep	1.079,44	2,96	0,0005	0,0013
2	3	Pick up	1.015,79	2,78	0,0286	0,0797
3	4	Mikro truck	534,25	1,46	0,0286	0,0419
4	5A	Bus Kecil	462,03	1,27	0,0286	0,0362
5	5B	Bus Besar	28,92	0,08	0,1876	0,0149
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	636,83	1,74	3,0023	5,2382
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	359,86	0,99	10,7316	10,5804
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	29,42	0,08	11,7883	0,9502
9	7B	Truck 3 As Trailer	14,57	0,04	59,6781	2,3827
					Jumlah	19,3256

Sumber : Olahan Peneliti

- b. Beban Gandar Standar untuk Lajur Rencana per hari

$$w_{18} \text{ per hari} = D_D \times D_L \times \hat{w}_{18}$$

dimana:

$\hat{w}_{18}$  = Beban gandar standar kumulatif untuk dua arah.

$D_D$  = Faktor distribusi arah = 0,5 (Pt T-01-2002-B)

$D_L$  = Faktor Distribusi Lajur (dari Tabel 2.5)

$$w_{18} \text{ per hari} = 0,5 \times 100\% \times 19,3256$$

$$= 9,6628 \text{ per hari}$$

- c. Beban Gandar Standar untuk Lajur Rencana per tahun

$$W_{18} \text{ per tahun} = 365 \times 9,6628$$

$$= 3.526,92 \text{ per tahun}$$

#### 4.1.3.2. Perhitungan Perkembangan Lalu Lintas

Tabel 4.11. Perhitungan Perkembangan Lalu Lintas

No	Gol	Jenis Kendaraan	Berat (ton)	2016		2026	
				LHR per tahun	LHR per hari	LHR per tahun	LHR per hari
1	2	Sedan/Jeep	2	561	1,54	722	1,98
2	3	Pick up	5	485	1,33	650	1,78
3	4	Mikro truk	5	324	0,89	389	1,06
4	5A	Bus Kecil	5	246	0,67	313	0,86
5	5B	Bus Besar	8	16	0,04	20	0,05
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	16	596	1,63	608	1,67
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	22	338	0,93	345	0,94
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	36	27	0,07	28	0,08
9	7B	Truck 3 As Trailer	54	13	0,04	14	0,04
		Jumlah			7,14		8,46

Sumber : Olahan Peneliti

$$\text{LHR}_{2016} = 7,14 \text{ smp/hari}$$

$$\text{LHR}_{2026} = 8,46 \text{ smp/hari}$$

$$\text{LHR}_{2026} = \text{LHR}_{2016} \times (1 + g)^n$$

$$8,46 = 7,14 \times (1 + g)^{10}$$

$$1,19 = (1 + g)^{10}$$

$$1,19^{(1/10)} = (1 + g)$$

$$1,02 = (1 + g)$$

$$g = 0,02 \sim 2\%$$

Jadi perkembangan lalu lintas ( $g$ ) = 2 % per hari

#### 4.1.3.3. Perhitungan Beban Gandar Standar Untuk Lajur Rencana Selama Umur Rencana

Untuk menghitung jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif ( $W_{18}$ ) dapat dilihat pada rumus 2.13 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} W_{18} &= w_{18} \times \frac{(1 + g)^n - 1}{g} \\ &= 3.526,92 \times \frac{(1 + 0,02)^{10} - 1}{0,02} \\ &= 38.117,15 \end{aligned}$$



#### 4.1.3.4. Perhitungan Modulus Resilien

$$\begin{aligned} MR &= 1.500 \times CBR \\ &= 1.500 \times 1,06 \\ &= 1.586 \text{ Psi} \end{aligned}$$

#### 4.1.3.5. Penentuan Tingkat Reliabilitas

Berdasarkan Tabel 2.14 maka tingkat reliabilitas yang diambil adalah 80%, maka pada tabel 2.15 nilai  $Z_R = -1,841$

#### 4.1.3.6. Penentuan nilai Deviasi Standar (So)

Rentang nilai Deviasi Standar (So) adalah 0,40 - 0,5. Maka nilai So diambil sebesar 0,45

#### 4.1.3.7. Penentuan Tebal Lapis Perkerasan

##### a. Penentuan Indeks Permukaan (IP)

Dalam menentukan indeks plastisitas (IP) pada akhir umur rencana, perlu dipertimbangkan faktor-faktor klasifikasi fungsional jalan sebagai mana diperlihatkan pada Tabel 2.8. dan menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana ( $IP_0$ ) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan perkerasan pada awal umur rencana sesuai dengan Tabel 2.9. Dari Tabel 2.8 dan 2.9 diperoleh nilai  $IP_t = 2,5$  dan  $IP_0 = 4,0$ . Design serviceability loss ( $\Delta PSI = IP_0 - IP_t$ )

$$\Delta PSI = 4,0 - 2,5 = 1,5$$

##### b. Penentuan Indeks Tebal Permukaan (ITP)

Untuk menentukan Indeks Tebal Permukaan (ITP), didapatkan informasi nilai data sebagai berikut :

$$\begin{aligned} W_{18} &= 38.117,15 \\ MR &= 1.586 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_o &= 0,45 \\ R &= 80 \% \\ Z_R &= -0,841 \\ \Delta PSI &= 1,5 \end{aligned}$$

Dengan menggunakan rumus :

$$\log W_{18} = Z_R \times S_o + 9,36 \log (SN + 1) - 0,20 + \frac{\log \left[ \frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \log MR - 8,07$$

$$\log (38.117,15) = -0,841 \times 0,45 + 9,36 \times \log (SN + 1) - 0,20 + \frac{\log \left[ \frac{1,5}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log(1.586) - 8,07$$

Setelah dilakukan substitusi nilai SN pada persamaan tersebut, didapatkan nilai

$$SN = 9,4$$

Koefisien kekuatan relatif lapis permukaan atas  $a_1 = 0,40$

Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi atas  $a_2 = 0,14$

Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah  $a_3 = 0,13$

Tebal lapis permukaan atas Laston MS 744  $D_1 =$  dihitung

Tebal lapis pondasi atas batu pecah kelas A (CBR 100)  $D_2 =$  dihitung

Tebal lapis pondasi bawah sirtu kelas B (CBR 70)  $D_3 =$  dihitung

Dengan demikian perencanaan perkerasan ruas jalan digunakan rumus :

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3$$

Koefisien drainase (m) = 0,8 untuk keadaan drainase cukup dan waktu pengeringan dalam keadaan lembab sampai jenuh > 25 %

Dengan demikian perencanaan perkerasan ruas jalan digunakan rumus :

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3$$

$$4,5 = (0,4) \cdot (12,7) + (0,14) \cdot (20) \cdot (0,8) + (0,13) \cdot (20) \cdot (0,8)$$

Jadi, komposisi tebal perkerasan ruas jalan dengan Metode AASHTO adalah :

Tebal lapis permukaan atas Laston MS 744  $D_1 = 12,7 \text{ cm}$

Tebal lapis pondasi atas batu pecah kelas A (CBR 100)  $D_2 = 20 \text{ cm}$

Tebal lapis pondasi bawah sirtu kelas B (CBR 70)  $D_3 = 20 \text{ cm}$

SURFACE	<b>12,7 cm Lapis permukaan atas Laston MS 744</b>
BASE COURSE	<b>20 cm Lapis pondasi atas batu pecah kelas A (CBR 100)</b>
SUB BASE KLAS B	<b>20 cm Lapis pondasi bawah sirtu kelas B (CBR 70)</b>
	<b>DDT = 1,77 Lapisan tanah dasar</b>

Gambar 4.4. Susunan Struktur Jalan Dengan Metode AASHTO

## 4.2. Pembahasan

Dalam Metode AASHTO 1993 prosedur perencanaan untuk parameter lalu lintas didasarkan pada beban gandar standar ekivalen (ESAL). Perhitungan untuk ESAL ini didasarkan pada konversi lalu lintas yang lewat terhadap beban gandar standar 8,16 kN dan mempertimbangkan umur rencana, volume lalu lintas, faktor distribusi lajur, serta faktor pertumbuhan lalu lintas (Siegfried, 2007). Dalam AASHTO 1993 untuk menghitung nilai ESAL terdapat nilai faktor distribusi lajur. Jumlah beban ekivalen yang dihitung menunjukkan jumlah beban untuk semua lajur dan kedua arah. Untuk perancangan, jumlah beban ini harus didistribusikan menurut arah dan lajur rencana. Faktor distribusi lajur ini ditentukan untuk menghitung nilai ESAL (*Equivalent Single Axle Load*) yang dinyatakan oleh ( $\hat{w}_{18}$ ). Dalam Metode AASHTO 1993 konsep reliabilitas untuk perencanaan perkerasan didasarkan pada beberapa

ketidaktentuan (*uncertainties*) dalam proses perencanaan untuk meyakinkan alternatif-alternatif berbagai perencanaan. Tingkatan reliabilitas ini yang digunakan tergantung pada volume lalu lintas, klasifikasi jalan yang akan direncanakan, maupun ekspektasi dari pengguna jalan.

Tabel 4.12. Persamaan dan Perbedaan Parameter Desain Tebal Perkerasan Bina Marga dan AASHTO

No	Perhitungan	AASHTO 1993	Bina Marga
1.	CBR	1,06 %	1,06 %
2.	DDT	-	1,77
3.	Modulus resilien tanah dasar	1.586 psi	-
4.	Lalu Lintas:		
	- LHR	-	3.088 kend.
	- LEP	-	3.277,84 kend.
	- LEA	-	3.526,92 kend.
	- LET	-	3.402,38 kend.
	- LER	-	3.402,38 kend.
	ESAL 10 tahun	38.117,15 ESALs	-
5.	Pertumbuhan lalu lintas		
	- Awal umur rencana	2 %	2 %
	- Akhir umur rencana	2 %	2 %
6.	Reliabilitas	80 %	-
7.	Combined Standard Error (So)	0,45	-
8.	Standar deviasi ( $Z_R$ )	-0,841	-
9.	<i>Serviceability</i> :		
	- Indeks permukaan awal ( $P_o$ )	4,2	4,0
	- Indeks permukaan akhir ( $P_t$ )	1,5	2,5
10.	Faktor drainase	0,80	-
11.	Faktor regional	-	2,0
12.	Indeks tebal perkerasan (ITP) atau <i>Structural Number</i> (SN)	9,4	7,25
13.	Bahan Perkerasan		
	- Lapisan Permukaan	Laston	Laston
	- Lapisan Pondasi Atas	Batu pecah kelas A	Batu pecah kelas A
	- Lapisan Pondasi Bawah	Sirtu kelas A	Sirtu kelas A
14.	Koefisien kekuatan relatif		
	- a1	0,40	0,40
	- a2	0,14	0,14
15.	- a3	0,13	0,13
	Tebal masing-masing lapisan		
	- Lapisan Permukaan	12,7 cm	10 cm
	- Lapisan Pondasi Atas	20 cm	20 cm
	- Lapisan Pondasi Bawah	20 cm	10 cm

Sumber : Olahan Peneliti

Perbandingan parameter desain perkerasan lentur jalan raya dari kedua metode tersebut diperlihatkan pada Tabel 4.12 perbedaan parameter desain yang digunakan dan hasil yang berbeda juga dalam merencanakan tebal perkerasan dengan Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga. Untuk nilai CBR diperoleh nilai yang sama yaitu sebesar 1,06 % karena dalam Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga sama-sama menghitung CBR rencana dengan cara yang sama, di mana nilai CBR ini digunakan untuk menghitung nilai daya dukung tanah.

Dalam menentukan indeks tebal perkerasan atau structural number untuk Metode AASHTO 1993 digunakan parameter modulus elastisitas tanah yang diperoleh sebesar 1.586 psi sedangkan dengan Metode Bina Marga diperoleh nilai daya dukung tanah (DDT) sebesar 1,77.