

BAB 4

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian adalah jalan raya ruas jalan Batas Kota Pangkalan Bun – Pangkalan Lada, Kabupaten Kotawaringin Barat, lama waktu penelitian kurang lebih selama 2 bulan.

4.1. Pengumpulan Data

Ruas jalan Batas Kota Pangkalan Bun – Pangkalan Lada, Kabupaten Kotawaringin Barat merupakan jalan arteri primer yang menghubungkan antara Kota Pangkalan Bun dan Pangkalan Lada Kabupaten Kotawaringin Barat, Provinsi Kalimantan Tengah.



Gambar 4.1. Peta Ruas Jalan Batas Kota Pangkalan Bun – Pangkalan Lada, Kabupaten Kotawaringin Barat
Sumber : Dinas PU Provinsi Kalimantan Tengah

Data didapatkan dari Dinas Pekerjaan Umum Bidang Bina Marga Kabupaten

Kotawaringin Barat sebagai berikut :

Nama Ruas : Batas Kota Pangkalan Bun – Pangkalan Lada
 Lebar : 6,0 M
 Kelandaian rata-rata : 8%
 Iklim : Curah Hujan rata-rata 432,3 mm/th < 900 mm/th
 Umur Rencana : 10 tahun

4.1.1. 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
				2012	2013	2014	2015	2013	2014	2015	
1	2	Sedan/Jeep	2	451	479	543	553	0,06	0,13	0,02	0,07
2	3	Pick up	5	376	364	375	430	-0,03	0,03	0,15	0,05
3	4	Mikro truk	5	267	235	295	275	-0,12	0,26	-0,07	0,02
4	5A	Bus Kecil	5	189	178	176	207	-0,06	-0,01	0,18	0,04
5	5B	Bus Besar	8	11	9	10	12	-0,18	0,11	0,20	0,04
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	16	498	502	532	542	0,01	0,06	0,02	0,03
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	22	115	121	117	120	0,05	-0,03	0,03	0,01
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	36	16	14	15	17	-0,13	0,07	0,13	0,03
9	7B	Truck 3 As Trailer	54	21	23	20	22	0,10	-0,13	0,10	0,02

Sumber : Dinas PU Bina Marga Kabupaten Kotawaringin Barat, 2016

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

No	Gol	Jenis Kendaraan	Berat (ton)	i	2016	2017	2027	Rata-rata	% Kendaraan
1	2	Sedan/Jeep	2	0,07	489	524	740	584	24,71%
2	3	Pick up	5	0,05	419	439	556	471	19,94%
3	4	Mikro truk	5	0,02	287	293	328	303	12,81%
4	5A	Bus Kecil	5	0,04	214	222	264	233	9,86%
5	5B	Bus Besar	8	0,04	10	10	13	11	0,47%
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	16	0,03	550	566	652	589	24,93%
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	22	0,01	124	126	136	128	5,43%
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	36	0,03	17	17	20	18	0,77%
9	7B	Truck 3 As Trailer	54	0,02	24	25	27	25	1,07%
		Jumlah		0,31	2.134	2.222	2.736	2.364	100,00%

Sumber : Tabel 4.1

Rumus perhitungan :

$$\text{LHR Sedan/Jeep tahun 2016} = 489 (1+0,07)^1 = 524$$

$$\text{LHR Sedan/Jeep tahun 2026} = 524 (1+0,07)^5 = 740$$

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

4.1.2. 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 a	Belakang b	E 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 : Hasil perhitungan

b. Nilai Koefisien Distribusi Kendaraan (C)

Dari data tipe jalan 2 lajur 2 arah dengan menggunakan Tabel 2.1 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 : Tabel 2.1

c. Nilai Lintas Ekvivalen Permulaan (LEP)

Dari rumus 2.1 didapatkan Nilai Lintas Ekvivalen Permulaan (LEP) sebagai berikut :

Tabel 4.5. Nilai Lintas Ekvivalen Permulaan (LEP)

No	Gol	Jenis Kendaraan	LHR ₂₀₁₇	C	E	LEP
			a	b	c	d=a*b*c
1	2	Sedan/Jeep	523,90	0,50	0,0005	0,12
2	3	Pick up	439,25	0,50	0,0286	6,29
3	4	Mikro truck	293,47	0,50	0,0286	4,20
4	5A	Bus Kecil	221,61	0,50	0,0286	3,17
5	5B	Bus Besar	10,43	0,50	0,1876	0,98
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	565,87	0,50	3,0023	849,46
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	125,85	0,50	10,7316	675,28
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	17,45	0,50	11,7883	102,86
9	7B	Truck 3 As Trailer	24,52	0,50	59,6781	731,61
					Jumlah	2.373,97

Sumber : Hasil perhitungan

d. Nilai Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

Dari rumus 2.2 didapatkan Nilai Lintas Ekuivalen Akhir (LEA) sebagai berikut :

Tabel 4.6. Nilai Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

No	Gol	Jenis Kendaraan	LHR ₂₀₂₇	C	E	LEA
			a	b	c	d=a*b*c
1	2	Sedan/Jeep	1.043,87	0,50	0,0005	0,24
2	3	Pick up	704,15	0,50	0,0286	10,08
3	4	Mikro truck	366,81	0,50	0,0286	5,25
4	5A	Bus Kecil	314,32	0,50	0,0286	4,50
5	5B	Bus Besar	15,91	0,50	0,1876	1,49
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	752,14	0,50	3,0023	1.129,07
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	145,94	0,50	10,7316	783,07
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	22,69	0,50	11,7883	133,73
9	7B	Truck 3 As Trailer	30,36	0,50	59,6781	905,92
					Jumlah	2.973,35

Sumber : Hasil perhitungan

e. Nilai Lintas Ekuivalen Tengah (LET)

Dari rumus 2.3 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	0,12	0,24	0,18
2	3	Pick up	6,29	10,08	8,18
3	4	Mikro truck	4,20	5,25	4,73
4	5A	Bus Kecil	3,17	4,50	3,84
5	5B	Bus Besar	0,98	1,49	1,24
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	849,46	1.129,07	989,26
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	675,28	783,07	729,18
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	102,86	133,73	118,30
9	7B	Truck 3 As Trailer	731,61	905,92	818,76
				Jumlah	2.673,66

Sumber : Hasil perhitungan

f. Nilai Lintas Ekivalen Rencana (LER)

Dari rumus 2.4 didapatkan Nilai Lintas Ekivalen Rencana (LER) sebagai berikut :

Tabel 4.8. Nilai Lintas Ekivalen 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	8,18	1	8,18
3	4	Mikro truck	4,73	1	4,73
4	5A	Bus Kecil	3,84	1	3,84
5	5B	Bus Besar	1,24	1	1,24
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	989,26	1	989,26
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	729,18	1	729,18
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	118,30	1	118,30
9	7B	Truck 3 As Trailer	818,76	1	818,76
				Jumlah	2.673,66

Sumber : Hasil perhitungan

dimana :

FP = Faktor Penyesuaian

UR = Umur Rencana

= 10 tahun

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

4.1.3. 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 Batas Kota Pangkalan Bun – Pangkalan Lada. 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	40		
1	2	60		
1	3	80		
1	4	110		
2	6	170		
2	8	230		
2	10	270	27,00	8,60
2	12	300		
2	14	340		
2	16	390		
2	18	440		
2	20	490		
2	22	530		
2	24	590	22,90	10,70
2	26	1000	205,00	0,60
			Rata-rata	6,63

Sumber : UPTD Balai Pengujian Mutu Dinas PU Kalteng, 2016

$$CBR_{rata-rata} = 6,63\%$$

$$CBR_{maks} = 10,70\%$$

$$CBR_{min} = 0,60\%$$

Jumlah pengamatan = 3

Dengan jumlah pengamatan = 3, maka besarnya nilai R dapat dilihat pada tabel 2.2 adalah 1,91.

Secara analitis didapatkan bahwa

$$\begin{aligned} CBR_{segmen} &= CBR_{rata-rata} - \frac{(CBR_{maks} - CBR_{min})}{R} \\ &= 6,63 - \frac{(10,70 - 0,60)}{1,91} \\ &= 1,35\% \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai CBR tersebut nilai DDT ditentukan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} DDT &= 1,6649 + 4,3592 \log (CBR) \\ &= 1,6649 + 4,3592 \log (1,35) \\ &= 2,23 \end{aligned}$$

4.1.4. Faktor Regional

Diketahui data :

Curah Hujan rata-rata : 432,3mm/th < 900 mm/th

Kelandaian rata-rata : 8%

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

Berdasarkan data curah hujan, kelandaian, persentase kendaraan berat tersebut, maka dari tabel 2.3 didapatkan nilai FR = 2,0

4.1.5. 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 2.4. didapatkan IPo \geq 4.

Indeks Permukaan Akhir

Berdasarkan nilai LER = 2.673,66, untuk jalan arteri dari tabel 2.5, didapatkan nilai Indeks Permukaan Akhir (IPt) sebesar 2,5.

4.1.6. 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 ₂₀₂₇	LHR _{per hari}	E	\hat{w}_{18}
			a	b=a/365	c	d=b*c
1	2	Sedan/Jeep	1.043,87	2,86	0,0005	0,0013
2	3	Pick up	704,15	1,93	0,0286	0,0552
3	4	Mikro truck	366,81	1,00	0,0286	0,0288
4	5A	Bus Kecil	314,32	0,86	0,0286	0,0247
5	5B	Bus Besar	15,91	0,04	0,1876	0,0082
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	752,14	2,06	3,0023	6,1867
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	145,94	0,40	10,7316	4,2908
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	22,69	0,06	11,7883	0,7328
9	7B	Truck 3 As Trailer	30,36	0,08	59,6781	4,9640
					Jumlah	16,2923

Sumber : Hasil perhitungan

- 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 2.7)

$$\begin{aligned} w_{18} \text{ per hari} &= 0,5 \times 100\% \times 16,2923 \\ &= 8,14615 \text{ per hari} \end{aligned}$$

- c. Beban Gandar Standar untuk Lajur Rencana per tahun

$$\begin{aligned} w_{18} \text{ per tahun} &= 365 \times 8,14615 \\ &= 2.973,35 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

4.1.7. Perhitungan Perkembangan Lalu Lintas

Tabel 4.11. Perhitungan Perkembangan Lalu Lintas

No	Gol	Jenis Kendaraan	Berat (ton)	2017		2027	
				LHR per tahun	LHR per hari	LHR per tahun	LHR per hari
1	2	Sedan/Jeep	2	524	1,44	686	1,88
2	3	Pick up	5	439	1,20	521	1,43
3	4	Mikro truk	5	293	0,80	316	0,87
4	5A	Bus Kecil	5	222	0,61	250	0,68
5	5B	Bus Besar	8	10	0,03	12	0,03
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	16	566	1,55	623	1,71
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	22	126	0,34	132	0,36
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	36	17	0,05	19	0,05
9	7B	Truck 3 As Trailer	54	25	0,07	26	0,07
		Jumlah			6,09		7,08

Sumber : Hasil perhitungan

$$\text{LHR } 2017 = 6,09 \text{ smp/hari}$$

$$\text{LHR } 2027 = 7,08 \text{ smp/hari}$$

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

$$7,08 = 6,09 \times (1 + g)^{10}$$

$$1,16 = (1 + g)^{10}$$

$$1,16^{(1/10)} = (1 + g)$$

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

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

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

4.1.8. Perhitungan Beban Gandar Standar Untuk Lajur Rencana Selama Umur Rencana

Untuk menghitung jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif (W_{18}) dapat dilihat pada rumus 2.11 sebagai berikut :

$$\begin{aligned} W_{18} &= w_{18} \times \frac{(1 + g)^n - 1}{g} \\ &= 2.973,35 \times \frac{(1 + 0,02)^{10} - 1}{0,02} \\ &= 31.851,64 \end{aligned}$$

4.2. Tebal Perkerasan Dengan Metode AASHTO

4.2.1. Perhitungan Modulus Resilien

Untuk CBR segmen = 1,35

$$\begin{aligned}MR &= 1.500 \times \text{CBR} \\ &= 1.500 \times 1,35 \\ &= 2.018 \text{ Psi}\end{aligned}$$

Untuk CBR = 0,60

$$\begin{aligned}MR &= 1.500 \times \text{CBR} \\ &= 1.500 \times 0,6 \\ &= 900 \text{ Psi}\end{aligned}$$

Untuk CBR = 10,70

$$\begin{aligned}MR &= 1.500 \times \text{CBR} \\ &= 1.500 \times 10,70 \\ &= 16.050 \text{ Psi}\end{aligned}$$

4.2.2. Penentuan Tingkat Reliabilitas

Berdasarkan Tabel 2.10 maka tingkat reliabilitas yang diambil adalah 80%, maka pada tabel 2.11 nilai $Z_R = -0,841$

4.2.3. Penentuan nilai Deviasi Standar (So)

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

4.2.4. 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 2.5. dan menentukan indeks permukaan pada awal umur rencana (IP_0) perlu diperhatikan jenis lapis permukaan perkerasan pada awal umur rencana sesuai dengan Tabel 2.8. Dari Tabel 2.4 dan 2.5 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 :

Untuk CBR segmen 1,5

$$W_{18} = 31.851,64$$

$$MR = 2.018$$

$$S_o = 0,45$$

$$R = 80 \%$$

$$Z_R = -0,841$$

$$\Delta PSI = 1,5$$

Untuk CBR 0,6

$$W_{18} = 31.851,64$$

$$MR = 900$$

$$S_o = 0,45$$

$$R = 80 \%$$

$$Z_R = -0,841$$

$$\Delta\text{PSI} = 1,5$$

Untuk CBR 10,7

$$W_{18} = 31.851,64$$

$$\text{MR} = 16.051$$

$$S_o = 0,45$$

$$R = 80 \%$$

$$Z_R = -0,841$$

$$\Delta\text{PSI} = 1,5$$

Dengan menggunakan rumus :

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

$$\log (31.851,64) = -0,841 \times 0,45 + 9,36 \times \log(\text{SN}+1) - 0,20 + \frac{\log \left[\frac{1,5}{4,2-1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{(\text{SN}+1)^{5,19}}} + 2,32 \times \log(2.018) - 8,07$$

Setelah dilakukan substitusi nilai SN pada persamaan tersebut, didapatkan nilai

$$\text{SN} = 10,6$$

Berdasarkan tabel 2.8 dengan ITP = 10,6, maka didapatkan Tebal Minimum Lapis Permukaan = 10 cm dengan bahan Laston. Untuk ruas jalan ini direncanakan menggunakan Lapis permukaan atas Laston $D_1 = 10$ cm.

Berdasarkan tabel 2.9 dengan ITP = 10,6, maka didapatkan Batas Minimum Tebal Lapis Pondasi = 20 cm dengan bahan Batu pecah, stabilisasi tanah dengan semen, stabilisasi tanah dengan kapur, pondasi macadam, lapen, laston atas. 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 2.6 dengan menggunakan lapis permukaan Laston MS 744, didapatkan koefisien kekuatan relatif lapis permukaan atas $a_1 = 0,4$.

Dengan menggunakan Laston Atas MS 590 sebagai lapis pondasi atas didapatkan koefisien kekuatan relatif lapis pondasi atas $a_2 = 0,28$.

Dengan menggunakan Batu Pecah kelas A (CBR 100) 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	$a_2 = 0,28$
Koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah	$a_3 = 0,13$
Tebal lapis permukaan atas Laston MS 744	$D_1 = 10 \text{ cm}$
Tebal lapis pondasi atas Laston Atas MS 590	$D_2 = 20 \text{ cm}$
Tebal lapis pondasi bawah Batu Pecah kelas A (CBR 100)	$D_3 = \text{dihitung}$

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 :

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

$$10,6 = (0,40).(10) + (0,28).(20).(0,8) + (0,13).(D_3).(0,8)$$

$$10,6 = 4,0 + 4,48 + (0,104 \times D_3)$$

$$(10,6 - 4,0 - 4,48) = 0,104 D_3$$

$$D_3 = 2,12/0,104 = 20,4 \text{ cm} \sim 20 \text{ cm}$$

Jadi, komposisi tebal perkerasan ruas jalan adalah :

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

Tebal lapis pondasi atas Laston Atas MS 590 $D_2 = 20 \text{ cm}$

Tebal lapis pondasi bawah Batu Pecah kelas A (CBR 100) $D_3 = 20 \text{ cm}$

SURFACE	10 cm Lapis permukaan atas Laston MS 744
BASE COURSE	20 cm Lapis pondasi atas Laston Atas MS 590
SUB BASE KLAS A	20 cm Lapis pondasi bawah Batu Pecah Kelas A (CBR 100)
	DDT = 2,23 Lapisan tanah dasar

Gambar 4.2. Struktur Perkerasan Jalan Dengan Metode AASHTO

4.3. Perhitungan Tebal Perkerasan Dengan Metode Bina Marga

4.3.1. Lintas Harian Rata – Rata Tahunan

Dari data lapangan diperoleh data lalu lintas harian rata – rata tahunan yang melewati ruas jalan Batas Kota Pangkalan Bun – Pangkalan Lada diperoleh data sebagai berikut :

Kendaraan Ringan < 5 Ton	: 1.478 Kendaraan
Bus Besar 8 Ton	: 10 Kendaraan
Truck 2 As Roda Tunggal > 16 Ton	: 566 Kendaraan
Truck 2 As Roda Ganda > 20 Ton	: 126 Kendaraan
Truck 3 As Roda Ganda > 30 Ton	: 17 Kendaraan
Truck 5 As Trailer > 50 Ton	: <u>25 Kendaraan</u>
Jumlah Lintas Harian Rata – rata	: 2.222 Kendaraan

4.3.2. Pengelompokan Kendaraan Bermotor

Dari data kendaraan diatas diambil volume jenis kendaraan niaga yang berpotensi dengan beban berlebih diatas 12 Ton sebagai berikut :

Jumlah kendaraan bermotor seluruhnya	: 2.222 Kendaraan
Jumlah kendaraan niaga	: 744 Kendaraan
Prosentase kendaraan niaga (PKN)	: $\frac{\text{Kendaraan niaga}}{\text{Jumlah kendaraan}} \times 100\%$
	: $744/2.222 \times 100\% = 33 \%$

4.3.3. Menentukan Faktor Beban Berlebih Kendaraan

Berdasarkan tabel Faktor Beban Berlebih atau Vehicle Damage Factor (VDF) dari Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2013 untuk daerah Kalimantan Faktor Beban Berlebih dan Beban Normal adalah = 9,2 dan 5,0 hal tersebut dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.12. VDF Gabungan (kendaraan niaga dengan 6 roda atau lebih)

	Sumatera		Jawa		Kalimantan		Sulawesi		Bali, Nusa Tenggara, Maluku dan Papua	
	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5	VDF 4	VDF 5
Normal MST 12T	3.4	4.4	4.5	5.9	3.6	5.0	3.3	4.3	2.6	3.1
Beban berlebih	5.4	8.8	7.2	12.0	5.2	9.2	6.0	10.0	3.1	4.2
Beban sangat berlebih*	8.6	18.9	10.0	18.5	7.5	15.2	7.5	14.5	-	-

*Kawasan industri, pelabuhan besar, kuari, dan pertambangan

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2013

4.3.4. Menentukan Nilai ESA (Equivalen Standar Axel) Tahunan

Dalam menentukan besarnya nilai ESA tahunan digunakan rumus sebagai berikut : $ESA = LHRT \times 365 \times DL \times PKN \times VDF5$

Misalkan diambil ESA untuk tahun 1 dan tahun 6

$$\begin{aligned}
 \text{Untuk ESA tahun 1} &= LHRT \times 365 \times DL \times PKN \times VDF5 \\
 &= 2.222 \times 365 \times 1 \times 0,33 \times 9,2 \\
 &= 2.498.352 \text{ Kendaraan}
 \end{aligned}$$

Dengan angka pertumbuhan lalu lintas = 4% pertahun maka LHRT tahun

$$\begin{aligned} \text{ke 6 adalah :} &= \text{LHRT th-1} \times (1+r)^{(6-1)} \\ &= 2.222 \times (1+0,04)^5 \\ &= 2.703 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk ESA tahun ke 6} &= \text{LHRT} \times 365 \times \text{DL} \times \text{PKN} \times \text{VDF5} \\ &= 2.222 \times 365 \times 1 \times 0,33 \times 5,0 \\ &= 1.338.200 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

4.3.5. Menentukan Faktor Pertumbuhan Kendaraan (R)

Faktor pertumbuhan kendaraan (R) untuk periode beban berlebih kita perhitungkan untuk 5 tahun pertama dan untuk 15 tahun berikutnya dengan rata – rata pertumbuhan (I) = 4% pertahun diperoleh hasil sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Untuk R5-th} &= \frac{(1+I)^{UR-1}}{I} \\ &= \frac{(1+0,04)^{5-1}}{0,04} \\ &= 5,42 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Untuk R15-th} &= \frac{(1+I)^{UR-1}}{I} \\ &= \frac{(1+0,04)^{15-1}}{0,04} \\ &= 20,02 \end{aligned}$$

4.3.6. Menghitung CESAL (Comulative Equivalent Standart Axles)

CESAL kita perhitungkan untuk 5 tahun pertama dan 15 tahun berikutnya

dengan rumus : $CESAL = ESA_{thn-x} \times R$

$$\begin{aligned} \text{CESAL 5 tahun} &= ESA_{thn-1} \times R \\ &= 2.498.352 \times 5,42 \\ &= 13.531.880 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{CESAL 15 tahun} &= ESA_{thn-6} \times R \\ &= 1.338.200 \times 20,02 \\ &= 26.795.555 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

Total CESAL untuk umur rencana 20 tahun diperoleh data :

$$\begin{aligned} \text{Total CESAL} &= \text{CESAL 5 Th} + \text{CESAL 15 Th} \\ &= 13.531.880 + 26.795.555 \\ &= 40.797.018 = 41.000.000 \text{ Kendaraan} \end{aligned}$$

4.3.7. Menentukan Kapasitas Dasar Jalan (C)

Merujuk pada MKJI untuk kapasitas dasar jalan 2 arah, 2 lajur diperoleh

data sebagai berikut : $Co = 3.100 \text{ SMP}$; $FCw = 1,0$ $FCsp = 0,94$

Maka $C = Co \times FCw \times FCsp$

$$C = 3.100 \times 1,0 \times 0,94$$

$$C = 2.914 \text{ SMP (Satuan Mobil Penumpang)}$$

Tabel 4.13 Kapasitas dasar untuk jalan antar kota dengan 2 lajur 2 arah (2/2 UD)

Jenis dan alinyemen jalan	Kapasitas dasar total dua arah (SMP/Jam/lajur)
Empat lajur terbagi	
Datar	3.100
Bukit	3.000
Gunung	2.900

Sumber : MKJI

Tabel 4.14 Faktor penyesuaian pengaruh lebar lajur lalu lintas, FCw terhadap kapasitas

Jenis Jalan	Lebar Efektif lajur lalu lintas (Wc) (M)	FCw
	Per lajur	
Empat lajur terbagi	3,00	0,94
Enam lajur terbagi	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
	Per lajur	
Empat lajur tak terbagi	3,00	0,94
	3,25	0,96
	3,50	1,00
	3,75	1,03
	Total dua arah	
Dua lajur tak terbagi	5	0,69
	6	0,91
	7	1,00
	8	1,08
	9	1,15
	10	1,21
	11	1,27

Sumber : MKJI

Tabel 4.15 Faktor penyesuaian kapasitas karena pemisahan arah (FCsp)

Pemisahan arah SP % - %		50 -50	55 - 45	60 - 40	65 - 35	70 -30
FFCsp	Dua lajur 2/2	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88
	Empat lajur 4/2	1,00	0,975	0,95	0,925	0,9

Sumber : MKJI

4.3.8. Menentukan LHRT pada akhir tahun ke – 20

Untuk mendapatkan LHRT pada akhir tahun ke – 20 dapat dihitung dengan berdasarkan kelompok beban sumbu kendaraan seperti terdapat pada tabel berikut ini :

Tabel 4.16 Jumlah LHRT pada akhir tahun ke 20

Jenis Kendaraan	Jumlah	LHRT _{Th1}	EMP _{Th1}	LHRT _{Th1} x EMP _{Th1}	LHRT _{Th1}
Kendaraan Ringan 2T	1.478	1.478	1,0	1.478	3.114
Bus 8T	10	10	1,5	15	32
Truk 2 As 13 T	566	566	2,2	1.245,2	2.623
Truk 3 As > 20T	126	126	2,2	277,2	584
Truk 5 As > 30 T	42	42	2,2	92,4	195
Jumlah				3.107,8	6.548

Sumber : hasil perhitungan

4.3.9. Menentukan arus lalu lintas pada jam sibuk (V) pada tahun ke -20

Dengan asumsi arus lalu lintas pada jam sibuk pada tahun ke 20 sebesar 10% maka dapat dihitung dengan rumus :

$$V = 10 \% \times \text{LHRT tahun 20}$$

$$= 10\% \times 6.548$$

$$= 655 \text{ kendaraan / jam}$$

$$V / C \text{ ratio pada tahun ke 20} = 655/2.914$$

$$= 0,22467 < 0,85 \text{ Oke}$$

4.3.10. Menentukan Daya Dukung Tanah Dasar

Dari data lapangan didapat informasi bahwa jenis tanah pada ruas jalan Batas Kota Pangkalan Bun – Pangkalan Lada ada jenis tanah lempung kepasiran. Dari data tabel MDP diketahui bahwa besar CBR jenis tanah

lempung kepasiran dengan $FSL < 1.000$ adalah 4,5 %, dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.17 Bagan Desain Perkiraan CBR Tanah Dasar

Bagan Desain 1: Perkiraan Nilai CBR Tanah Dasar							
(Tidak dapat digunakan untuk tanah aluvial jenuh atau tanah gambut)							
Catatan dalam jenis tanah 2,3,4 atau 6 nilai yang digunakan untuk desain perlu disesuaikan dengan faktor penyesuaian m.							
Posisi Muka Air Tanah Rencana (Table 6-2)	LHRT < 2000			LHRT \geq 2000			
	Dibawah standar desain minimum (tidak direkomendasikan)	Sesuai standar desain minimum	≥ 1200 mm di bawah tanah dasar	Dibawah standar desain minimum	Sesuai standar desain minimum	≥ 1200 mm di bawah tanah dasar	
Penerapan	Semua galian kecuali yang terindikasi lain seperti kasus 3 dan timbunan tanpa drainase sempurna dan $FSL < 1000$ mm diatas muka tanah asli			Galian di zona iklim** 1 dan semua timbunan dengan drainase sempurna ($m \geq 1$) dan $FSL > 1000$ mm di atas muka tanah asli	Semua galian kecuali terindikasi lain seperti kasus 3 dan timbunan tanpa drainase sempurna dan $FSL < 1000$ mm diatas muka tanah asli		Galian di zona iklim 1 dan semua timbunan dengan drainase sempurna ($m \geq 1$) dan $FSL > 1000$ mm di atas muka tanah asli
Jenis Tanah	Kasus	1	2	3	4	5	6
Lempung	50 – 70	2	2.7	2	2	2	2
Lempung kelanauan	40	2.5	3.3	3	2.5	2.6	3
	30	3	4.3	4	3.5	3.6	4
Lempung kepasiran	20	4	4.3	5	4.5	4.8	5.5
	10	4	4.3	5	4.5	5	6
Lanau		1	1.3	2	1	1.3	2

* FSL: *Finished Surface Level* (Ara permukaan perkerasan)
 ** Rujuk zona iklim pada Lampiran B

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2013

4.3.11. Menentukan Desain Pondasi Jalan

Merujuk pada bagan desain 2 Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2013 untuk jenis tanah lempung kepasiran dengan kelas kekuatan tanah dasar SG4 dan $CESAL = 41.000.000$ diperoleh prosedur desain Pondasi A dengan minimum peningkatan tanah dasar = 200 mm, dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 4.18. Bagan Desain Solusi Desain Pondasi Jalan Minimum

BAGAN DESAIN 2 : SOLUSI DESAIN PONDASI JALAN MINIMUM ³						
CBR Tanah Dasar (Bagan Desain 1)	Kelas Kekuatan Tanah Dasar	Prosedur Desain Pondasi	Uraian Struktur Pondasi Jalan	Lalu Lintas Lajur Desain Umur Rencana 40 tahun (juta CESA ₀)		
				< 2	2 - 4	> 4
≥ 6	SG6			Tebal minimum peningkatan tanah dasar		
5	SG5			Tidak perlu peningkatan		
4	SG4	A	Perbaikan tanah dasar meliputi bahan stabilisasi kapur atau timbunan pilihan (pemadatan berlapis ≤200 mm tebal lepas)	100	150	200
3	SG3			150	200	300
2.5	SG2.5			175	250	350
Tanah ekspansif (<i>potential swell</i> > 5%)		AE		400	500	600
Perkerasan lentur diatas tanah lunak ⁵	SG1 aluvial ¹	B	Lapis penopang (<i>capping layer</i>) ^{(2),(4)}	1000	1100	1200
			Atau lapis penopang dan geogrid ^{(2),(4)}	650	750	850
Tanah gambut dengan HRS atau perkerasan Burda untuk jalan kecil (nilai minimum – peraturan lain digunakan)		D	Lapis penopang berbutir ^{(2),(4)}	1000	1250	1500

1. Nilai CBR lapangan. **CBR rendaman tidak relevan** (karena tidak dapat dipadatkan secara mekanis).
2. Diatas lapis penopang harus diasumsikan memiliki nilai CBR ekuivalen tak terbatas 2.5%.
3. Ketentuan tambahan mungkin berlaku, desain harus mempertimbangkan semua isu kritis.
4. Tebal lapis penopang dapat dikurangi 300 mm jika tanah asli dipadatkan (tanah lunak kering pada saat konstruksi) 40
5. Ditandai oleh kepadatan yang rendah dan CBR lapangan yang rendah di bawah daerah yang dipadatkan

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2013

4.3.12. Menentukan Tebal Struktur Perkerasan Jalan

Merujuk pada bagan desain 3C Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2013 untuk rencana CESAL 41.000.000 (FF7) diperoleh data tebal struktur perkerasan dengan susunan sebagai berikut :

Lapis Permukaan : AC-WC = 4,0 Cm, AC-BC = 6,0 Cm, AC-BASE = 18,0 Cm

Lapis Pondasi / Sub Base : Agregat A 15,0 Cm dan Agregat B = 15,0 Cm

Perbaikan Tanah Dasar : Timbunan Pilihan 20,0 Cm

Dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Bagan Desain 3A: Desain Perkerasan Lentur Alternatif

	STRUKTUR PERKERASAN			
	FF1	FF2	FF3	FF4
	ESA ₅ (juta) untuk UR 20 th pada lajur desain			
	0 - 0.8	> 0.8 - 1	> 1 - 2	> 2 - 5
	TEBAL LAPIS PERKERASAN (mm)			
AC WC	50	40	40	40
AC BC Lapis 1	0	60	60	60
AC BC atau AC Base	0	0	80	135
LPA Kelas A lapis 1	150	150	150	150
LPA Kelas A lapis 2 atau LPA Kelas B	150	150	150	150
LPA Kelas A, LPA Kelas B atau lapis distabilisasi dengan CBR >10%	150	150	0	0

Tabel 4.19. Bagan Desain 3C Desain Perkerasan Lentur Aspal dengan Lapis Pondasi Berbutir

**Bagan Desain 3C (Sebagai Alternatif dari Bagan Desain 3A dan 3B)
Desain Perkerasan Lentur - Aspal dgn Lapis Pondasi Berbutir**

	STRUKTUR PERKERASAN								
	FF1	FF2	FF3	FF4	FF5	FF6	FF7	FF8	FF9
Solusi yang dipilih					Lihat Catatan 3		Lihat Catatan 3		
Pengulangan beban sumbu desain 20 tahun di lajur rencana (pangkat 5) (10 ⁶ CESA ₅)	1 - 2	2 - 4	4 - 7	7 - 10	10 - 20	20 - 30	30 - 50	50 - 100	100 - 200
	KETEBALAN LAPIS PERKERASAN (mm)								
AC WC	40	40	40	40	40	40	40	40	40
AC BC	60	60	60	60	60	60	60	60	60
AC Base	0	70	80	105	145	160	180	210	245
LPA	400	300	300	300	300	300	300	300	300
Catatan	1	1	2	2	3	3	3	3	3

Catatan Bagan Desain 3C:

- FF1 atau FF2 harus lebih diutamakan daripada solusi F1 dan F2 atau dalam situasi jika **HRS berpotensi rutting**
- FF3 akan lebih efektif biaya relatif terhadap solusi F4 pada kondisi tertentu
- CTB dan pilihan perkerasan kaku (Bagan Desain 3) dapat lebih efektif biaya tapi dapat menjadi tidak praktis jika sumber daya yang dibutuhkan tidak tersedia. Solusi dari FF5 - FF9 dapat lebih praktis daripada solusi Bagan Desain 3 atau 4 untuk situasi konstruksi tertentu. Contoh jika perkerasan kaku atau CTB bisa menjadi tidak praktis : pelebaran perkerasan lentur eksisting atau diatas tanah yang berpotensi konsolidasi atau pergerakan tidak seragam (pada perkerasan kaku) atau jika sumber daya kontraktor tidak tersedia.
- Solusi ini dihitung dengan analisis mekanistik menggunakan program CIRLY Faktor reliabilitas 80% .
- Bagan Desain C digunakan jika CTB sulit untuk diimplementasikan. Untuk desain perkerasan lentur dengan beban > 10 juta CESA₅ lebih diutamakan menggunakan Bagan Desain 3

Sumber : Manual Desain Perkerasan Jalan (MDP) 2013

Dari hasil perhitungan diatas dapat digambarkan susunan perkerasan jalan yang akan digunakan pada ruas jalan Batas Kota Pangkalan Bun – Pangkalan Lada seperti dibawah ini :

AC-WC	Laston permukaan atas AC-WC = 4,00 Cm
AC-BC	Laston Atas AC- BC = 6,00 Cm
AC-BASE	Laston Pondasi AC-BASE = 18,00 Cm
Lapis Pondasi Kelas A	Lapis Pondasi Agregat A = 15 Cm
Lapis Pondasi Kelas B	Lapis Pondasi Agregat B = 15 Cm
Perbaikan Tanah Dasar	Perbaikan Tanah Dasar = 20 Cm Diperlukan pada CBR dibawah 6,0 %

Gambar 4.3. Struktur Perkerasan Jalan Dengan Metode Bina Marga

4.4. Pembahasan

Dari hasil struktur perkerasan jalan kedua metode tersebut, dapat dibandingkan sebagai berikut :

Tabel 4.20. Perbandingan Struktur Perkerasan Jalan Dengan Metode Bina Marga dan AASHTO

No	Perhitungan	AASHTO 1993	Bina Marga
1.	CBR	1,35 %	1,35 %
2.	DDT	-	4,50
3.	Modulus resilien tanah dasar	2.018 Psi	-
4.	Lalu Lintas:		
	- LHR	-	2.584 kend.
	- LEP	-	2.373,97 kend.
	- LEA	-	2.973,35 kend.
	- LET	-	2.673,66 kend.
	- LER	-	2.673,66 kend.
	ESAL 10 tahun	2.973,35 ESALs	-
5.	Pertumbuhan lalu lintas		
	- Awal umur rencana	2 %	4 %

No	Perhitungan	AASHTO 1993	Bina Marga
	- Akhir umur rencana	2 %	4 %
6.	Reliabilitas	80 %	-
7.	Combined Standard Error (So)	0,45	-
8.	Standar deviasi (Z_R)	-0,841	-
9.	<i>Serviceability</i> :		
	- Indeks permukaan awal (Po)	4,2	-
	- Indeks permukaan akhir (Pt)	1,5	-
10.	Faktor drainase	0,80	-
11.	Faktor regional	-	2,0
12.	Indeks tebal perkerasan (ITP) atau <i>Structural Number</i> (SN)	10,6	-
13.	Bahan Perkerasan		
	- Lapisan Permukaan	Laston MS 744	Laston AC-WC
	- Lapisan Pondasi Atas	Laston Atas MS 590	Laston AC-BASE
	- Lapisan Pondasi Bawah	Aggregat kelas A	Aggregat kelas A&B
14.	Koefisien kekuatan relatif		
	- a1	0,04	0,28
	- a2	0,28	0,30
15.	- a3	0,13	0,20
	Tebal masing-masing lapisan		
	- Lapisan Permukaan	10 cm	28 cm
	- Lapisan Pondasi Atas	20 cm	30 cm
	- Lapisan Pondasi Bawah	20 cm	20 cm

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.20 menyatakan perbedaan dan persamaan parameter perencanaan tebal perkerasan dengan Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga. Untuk nilai CBR diperoleh nilai yang sama yaitu sebesar 1,35 % karena dalam Metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga sama-sama menghitung CBR rencana dengan cara yang sama, dimana nilai CBR ini didapatkan dari nilai daya dukung tanah.

Dalam menentukan indeks tebal perkerasan atau *structural number* untuk Metode AASHTO 1993 digunakan parameter modulus elastisitas tanah yang diperoleh sebesar 2.018 Psi sedangkan dengan Metode Bina Marga diperoleh nilai daya dukung tanah (DDT) sebesar 4,50.

Untuk parameter lalu lintas, Metode AASHTO 1993 didasarkan pada ESAL sebesar 2.973,35 ESAL. Metode Bina Marga parameter lalu lintas didasarkan pada lintas ekivalen rencana sebanyak 41.000.000 kendaraan. Jumlah kendaraan Metode AASHTO 1993 lebih kecil dari Metode Bina Marga, karena dalam Metode AASHTO 1993 perhitungan untuk ESAL ini dikonversikan terhadap beban gandar standar 8,16 kN dan mempertimbangkan umur rencana, volume lalu lintas, faktor distribusi lajur, serta faktor pertumbuhan lalu lintas. Pada metode Bina Marga dikonversikan ke lintas ekivalen.

Untuk parameter indeks tebal perkerasan dalam Metode AASHTO 1993 berupa nilai *structural number* (SN) sebesar 10,6 dalam Metode Bina Marga indeks tebal perkerasan (ITP) sebesar 4,7. Nilai SN Metode AASHTO 1993 lebih kecil dari Metode Bina Marga karena didasarkan pada ESAL sebesar 2.973,35 ESA lebih kecil dari lintas ekivalen rencana Metode Bina Marga sebanyak 41.000.000 kendaraan.

Tebal lapisan perkerasan Metode Bina Marga menggunakan lapisan permukaan material laston AC-WC sebesar 4 cm, lapisan pondasi atas material Laston AC-BASE 24 cm, dan lapisan pondasi bawah material batu pecah kelas A dan B 30 cm. Tebal lapisan perkerasan Metode AASHTO 1993 menggunakan lapisan permukaan material Laston MS 744 sebesar 10 cm, lapisan pondasi atas Laston Atas MS 590 sebesar 20 cm, dan lapisan pondasi bawah Sirtu kelas A sebesar 20 cm.

Tebal lapisan pondasi permukaan dan lapisan pondasi atas yang dihasilkan dengan Metode Bina Marga lebih tebal dibandingkan dengan tebal lapisan

permukaan dan lapisan pondasi atas dengan Metode AASHTO 1993. Sehingga tebal perkerasan dengan menggunakan Metode Bina Marga ini dianggap lebih kokoh dilihat dari aspek kekuatan menahan beban.

4.5. RAB Pelaksanaan Perkerasan Jalan

4.5.1. RAB Pelaksanaan Pekerjaan Pada Saat Ini

Biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan tebal lapisan perkerasan jalan pada ruas jalan Batas Kota Pangkalan Bun – Pangkalan Lada, Kabupaten Kotawaringin Barat dengan menggunakan Metode Bina Marga Per Kilo Meter untuk saat ini adalah Rp. 6.321.000,000,00 untuk lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel perhitungan RAB sebagai berikut :

Tabel 4.13. RAB Pelaksanaan Perkerasan Jalan Dengan Metode Bina Marga

No.	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga (Rupiah)
1.2	Mobilisasi	ls	1,00	80.934.000,00	80.934.000,00
2.2(1)	Pasangan batu dengan Mortar	m ³	338,84	972.440,00	329.501.569,60
3.1(7)	Galian perkerasan beraspal tanpa Colding Milling Machine	m ³	212,10	665.925,00	141.242.692,50
3.1(8)	Galian perkerasan berbutir	m ³	1.060,50	94.084,00	99.776.082,00
3.2(1a)	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	m ³	300,00	355.488,00	106.646.400,00
4.2(2b)	Lapis pondasi agregat kelas S	m ³	900,00	733.778,00	660.400.200,00
5.1(1)	Lapis pondasi agregat kelas A	m ³	454,50	769.416,00	349.699.572,00
5.1(2)	Lapis pondasi agregat kelas B	m ³	202,00	751.455,00	151.793.910,00
6.1(1)(a)	Lapis resap pengikat - aspal cair	liter	2.711,50	14.690,00	39.831.935,00
6.1(2)(a)	Lapis perekat – aspal cair	liter	3.154,50	15.500,00	48.894.750,00
6.3(3a)	Lataston lapis aus (AC-WC) (gradasi senjang/semi senjang)	ton	209,07	1.832.590,00	383.139.591,30
6.3(3b)	Lataston lapis aus perata (AC-BC)) (gradasi senjang/semi senjang)	ton	1.449,00	1.832.590,00	2.655.422.910,00
6.3(4a)	Lataston lapis pondasi (AC-Base) (gradasi senjang/semi senjang)	ton	278,76	1.614.280,00	449.996.692,80
6.3(8)	Bahan anti pengelupasan	kg	413,29	99.000,00	40.915.710,00
8.1(1)	Lapis pondasi agregat kelas A untuk pekerjaan minor	m ³	24,00	751.679,00	18.040.296,00
8.1(5)	Campuran aspal panas untuk pekerjaan minor	m ³	6,40	3.975.890,00	25.445.696,00
8.4(1)	Marka jalan termoplastik	m ²	901,60	183.365,00	165.321.884,00
A	Jumlah Total termasuk biaya umum dan keuntungan				5.747.003.891,20
B	Pajak Pertambahan Nilai (PPn) =(10% x A)				574.700.389,12
C	Jumlah Total Harga = (A+B)				6.321.704.280,32
	Dibulatkan				6.321.000.000,00

Sumber : Hasil perhitungan

4.5.2. RAB Pelaksanaan Pekerjaan Jika dilaksanakan Pada Tahun Berikutnya

Biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan tebal lapisan perkerasan jalan pada ruas jalan Batas Kota Pangkalan Bun – Pangkalan Lada, Kabupaten Kotawaringin Barat dengan menggunakan Metode Bina Marga jika dilaksanakan pada tahun berikutnya dengan asumsi suku bunga bank ditambah inflasi sebesar 10% pertahun maka diperoleh harga pekerjaan sebesar Rp. 6.953.100.000,00 dengan perhitungan sebagai berikut :



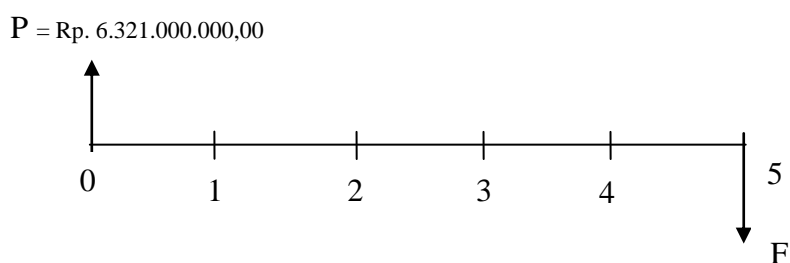
Gambar 4.1. Diagram Aliran Kas

Jika diketahui $P = \text{Rp. } 6.321.000.000,00$, $i = 10\%$, $N = 1$ maka :

$$\begin{aligned}
 F &= P (1 + i)^n \\
 &= \text{Rp. } 6.321.000.000,00 (1 + 0,10)^1 \\
 &= \text{Rp. } 6.321.000.000,00 (1,10)^1 \\
 &= \text{Rp. } 6.321.000.000,00 (1,10) \\
 &= \text{Rp. } 6.953.100.000,00
 \end{aligned}$$

4.5.3. RAB Pelaksanaan Pekerjaan Pada Lima Tahun Mendatang

Biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan tebal lapisan perkerasan jalan pada ruas jalan Batas Kota Pangkalan Bun – Pangkalan Lada, Kabupaten Kotawaringin Barat dengan menggunakan Metode Bina Marga jika dilaksanakan pada lima tahun mendatang dengan asumsi suku bunga bank ditambah inflasi sebesar 10% pertahun maka diperoleh harga pekerjaan sebesar Rp. 10.176.810.000,00 dengan perhitungan sebagai berikut :



Gambar 4.2. Diagram Aliran Kas

Jika diketahui $P = \text{Rp. } 6.321.000.000,00$, $i = 10\%$, $N = 5$ maka :

$$\begin{aligned}
 F &= P (1 + i)^n \\
 &= \text{Rp. } 6.321.000.000,00 (1 + 0,10)^5 \\
 &= \text{Rp. } 6.321.000.000,00 (1,10)^5 \\
 &= \text{Rp. } 6.321.000.000,00 (1,61) \\
 &= \text{Rp. } 10.176.810.000,00
 \end{aligned}$$

RAB pelaksanaan pekerjaan untuk beberapa tahun dapat disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 4.14. Nilai RAB pekerjaan dalam beberapa tahun jika diperhitungkan dengan inflasi dan suku bunga Bank

Uraian	RAB Pelaksanaan Pekerjaan				
	Tahun 2016 (Rp)	Tahun 2017 (Rp)	Tahun 2018 (Rp)	Tahun 2019 (Rp)	Tahun 2020 (Rp)
Perencanaan tebal perkerasan Ruas Jalan Batas Kota Pangkalan Bun – Pangkalan Lada	6.321.000.000,-	7.648.410.000,-	8.406.930.000,-	9.228.660.000,-	10.176.810.000,-