

## **BAB 4**

### **ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

Lokasi penelitian adalah jalan ruas Puruk Cahu – Km. 50 (Pasar Pujung) - Batas Kota Muara Teweh, lama waktu penelitian kurang lebih 2 bulan. Sebagai langkah awal dilakukan perencanaan tebal perkerasan lentur jalan raya.

#### **4.1. Perencanaan Peningkatan Perkerasan Jalan**

##### **4.1.1. Pengumpulan Data**

Data didapatkan dari Dinas Bina Marga Kabupaten Barito Utara sebagai berikut :

Nama Ruas	: Puruk Cahu – Km. 50 (Pasar Pujung) - Batas Kota `
`	Muara Teweh STA 10+600 s/d13+600 = 3 Km
Lebar	: 7,0 m
Umur Rencana	: 10 tahun
Pertumbuhan lalu lintas	: 6 % per tahun
Iklim	: Curah Hujan rata-rata 492,4 mm/th < 900 mm/th

##### **4.1.2. 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	56	62	68	73	0,11	0,10	0,07	0,09
2	3	Pick up	5	43	52	57	64	0,21	0,10	0,12	0,14
3	4	Mikro truk	5	34	39	41	40	0,15	0,05	-	0,06
4	5A	Bus Kecil	5	36	40	43	48	0,11	0,08	0,12	0,10
5	5B	Bus Besar	8	3	9	8	7	2,00	-	-	0,59
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	16	101	108	115	123	0,07	0,06	0,07	0,07
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	22	26	29	36	39	0,12	0,24	0,08	0,15
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	36	1	2	1	2	1,00	-	1,00	0,50
9	7B	Truck 3 As Trailer	54	1	1	2	2	0,00	1,00	0,00	0,33

Sumber : Dinas Bina Marga Kabupaten Kabupaten Barito Utara, 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	0,09	78	85	206	123	12,93%
2	3	Pick up	5	0,14	66	75	286	143	14,97%
3	4	Mikro truck	5	0,06	43	45	80	56	5,89%
4	5A	Bus Kecil	5	0,10	46	51	132	76	8,01%
5	5B	Bus Besar	8	0,59	5	8	809	274	28,78%
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	16	0,07	121	129	249	166	17,48%
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	22	0,15	34	39	153	75	7,92%
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	36	0,50	1	2	86	30	3,11%
9	7B	Truck 3 As Trailer	54	0,33	1	1	24	9	0,91%
		Jumlah		2,03	395	436	2.027	953	100,00%

Sumber : Tabel 4.1

Rumus perhitungan :

$$\text{LHR Sedan/Jeep tahun 2016} = 78 (1+0,09)^1 = 85$$

$$\text{LHR Sedan/Jeep tahun 2026} = 85 (1+0,09)^{10} = 206$$

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

#### 4.1.3. Perhitungan Nilai Ekuivalen

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

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

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

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

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

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 %) :

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

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

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

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

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

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

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

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

6. Truck 2 As Rd Tunggal 16 ton (sumbu depan 34 %; sumbu belakang 66 %) :  
 $E = E \text{ sb.tunggal} + E \text{ sb.tunggal}$

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

7. Truck 2 As Rd Ganda 22 ton (sumbu depan 34 %; sumbu belakang 66 %) :  
 $E = E \text{ sb.tunggal} + E \text{ sb.tunggal}$

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

8. Truck 3 As Rd Ganda 36 ton (sumbu depan 25 %; sumbu belakang 75 %) :  
 $E = E \text{ sb.tunggal} + E \text{ sb.ganda}$

$$\begin{aligned}
 E &= \left( \frac{0,25 \times 36}{8,160} \right)^4 + \left( \frac{0,75 \times 36}{8,160} \right)^4 \times 0,086 \\
 &= 1,47982 + 10,30844 \\
 &= 11,78826
 \end{aligned}$$

9. Truck 3 As Trailer 54 ton (sumbu depan 25 %; sumbu belakang 75 %) :  
 $E = E \text{ sb.tunggal} + E \text{ sb.ganda}$

$$\begin{aligned}
 E &= \left( \frac{0,25 \times 54}{8,160} \right)^4 + \left( \frac{0,75 \times 54}{8,160} \right)^4 \times 0,086 \\
 &= 7,49160 + 52,18647 \\
 &= 59,67807
 \end{aligned}$$

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 : 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 Ekuivalen Permulaan (LEP)

Dari rumus 2.1 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	85,21	0,50	0,0005	0,02
2	3	Pick up	75,42	0,50	0,0286	1,08
3	4	Mikro truck	45,49	0,50	0,0286	0,65
4	5A	Bus Kecil	50,64	0,50	0,0286	0,72
5	5B	Bus Besar	7,94	0,50	0,1876	0,74
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	129,22	0,50	3,0023	193,97
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	38,99	0,50	10,7316	209,20
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	1,50	0,50	11,7883	8,84
9	7B	Truck 3 As Trailer	1,33	0,50	59,6781	39,79
					Jumlah	455,02

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 <sub>2026</sub>	C	E	LEA
			a	b	c	d=a*b*c
1	2	Sedan/Jeep	206,37	0,50	0,0005	0,05
2	3	Pick up	286,43	0,50	0,0286	4,10
3	4	Mikro truck	79,93	0,50	0,0286	1,14
4	5A	Bus Kecil	132,29	0,50	0,0286	1,89
5	5B	Bus Besar	809,49	0,50	0,1876	75,95
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	249,23	0,50	3,0023	374,13
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	153,26	0,50	10,7316	822,35
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	86,50	0,50	11,7883	509,83
9	7B	Truck 3 As Trailer	23,68	0,50	59,6781	706,50
					Jumlah	2.495,94

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	0,02	0,05	0,03
2	3	Pick up	1,08	4,10	2,59
3	4	Mikro truck	0,65	1,14	0,90
4	5A	Bus Kecil	0,72	1,89	1,31
5	5B	Bus Besar	0,74	75,95	38,35
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	193,97	374,13	284,05
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	209,20	822,35	515,77
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	8,84	509,83	259,33
9	7B	Truck 3 As Trailer	39,79	706,50	373,14
				Jumlah	1.475,48

Sumber : Hasil perhitungan

## f. Nilai Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

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

Tabel 4.8. Nilai Lintas Ekuivalen Rencana (LER)

No	Gol	Jenis Kendaraan	LET	FP	LER
			a	$b=UR/10$	$c=a*b$
1	2	Sedan/Jeep	0,03	1	0,03
2	3	Pick up	2,59	1	2,59
3	4	Mikro truck	0,90	1	0,90
4	5A	Bus Kecil	1,31	1	1,31
5	5B	Bus Besar	38,35	1	38,35
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	284,05	1	284,05
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	515,77	1	515,77
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	259,33	1	259,33
9	7B	Truck 3 As Trailer	373,14	1	373,14
				Jumlah	1.475,48

Sumber : Hasil perhitungan

dimana :

FP = Faktor Penyesuaian

UR = Umur Rencana

= 10 tahun

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

#### 4.1.4. Daya Dukung Tanah

Cara penentuan kekuatan tanah dasar yang umum dipakai adalah menentukan nilai CBR (*California Bearing Ratio*). Penyelidikan nilai CBR lapangan dilakukan di jalan Ruas Puruk Cahu – Km. 50 (Pasar Punjung) - Batas Kota Muara Teweh, 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	50		
1	2	70		
1	3	90	30,00	7,50
1	4	100		
2	6	130		
2	8	170		

<b>Jumlah Tumbukan</b>	<b>Kumulatif Jumlah Tumbukan</b>	<b>Kedalaman Penetrasi (mm)</b>	<b>DN (mm/blows)</b>	<b>CBR (%)</b>
2	10	190	14,30	19,80
2	12	210		
2	14	220		
2	16	240		
2	18	250		
2	20	260		
2	22	280	7,50	46,20
2	24	300		
2	26	320		
2	28	350		
2	30	370		
2	32	390		
2	34	420		
2	36	440	11,40	26,60
2	38	480		
2	40	530		
2	42	580		
2	44	660	27,50	8,40
2	46	1000	170,00	0,80
			Rata-rata	18,22

Sumber : UPTD Balai Pengujian Mutu Dinas PU Kalteng, 2016

$$CBR_{rata-rata} = 18,22\%$$

$$CBR_{maks} = 46,20\%$$

$$CBR_{\min} = 0,80\%$$

Jumlah pengamatan = 6

Dengan jumlah pengamatan = 6, maka besarnya nilai R dapat dilihat pada tabel 2.4 adalah 2,67.

Secara analitis didapatkan bahwa

$$\begin{aligned} CBR_{\text{segmen}} &= CBR_{\text{rata-rata}} - \frac{(CBR_{\text{maks}} - CBR_{\text{min}})}{R} \\ &= 18,22 - \frac{(46,20 - 0,80)}{2,67} \\ &= 1,21\% \end{aligned}$$

Berdasarkan nilai CBR tersebut nilai DDT ditentukan menggunakan rumus :

$$\begin{aligned} DDT &= 1,6649 + 4,3592 \log (CBR_{\text{segmen}}) \\ &= 1,6649 + 4,3592 \log (1,21) \\ &= 2,03 \end{aligned}$$

#### 4.1.5. Faktor Regional

Diketahui data :

Curah Hujan rata-rata 492,4 mm/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

#### 4.1.6. 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 2.6. didapatkan IPo  $\geq$  4.

##### Indeks Permukaan Akhir

Berdasarkan nilai LER = 1.475,48, untuk jalan arteri dari tabel 2.7, didapatkan nilai Indeks Permukaan Akhir (IPt) sebesar 2,5.

#### 4.1.7. 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  $\hat{W}_{1,8}$

No	Gol	Jenis Kendaraan	LHR <sub>2026</sub>	LHR <sub>per hari</sub>	E	
			a	b=a/365	c	d=b*c
1	2	Sedan/Jeep	206,37	0,57	0,0005	0,0003
2	3	Pick up	286,43	0,78	0,0286	0,0225
3	4	Mikro truck	79,93	0,22	0,0286	0,0063
4	5A	Bus Kecil	132,29	0,36	0,0286	0,0104
5	5B	Bus Besar	809,49	2,22	0,1876	0,4162
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	249,23	0,68	3,0023	2,0500
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	153,26	0,42	10,7316	4,5060
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	86,50	0,24	11,7883	2,7936
9	7B	Truck 3 As Trailer	23,68	0,06	59,6781	3,8712
					Jumlah	13,6764

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 2.5)

$$\begin{aligned} w_{18} \text{ per hari} &= 0,5 \times 100\% \times 13,6764 \\ &= 6,83819 \text{ per hari} \end{aligned}$$

c. Beban Gandar Standar untuk Lajur Rencana per tahun

$$\begin{aligned} w_{18} \text{ per tahun} &= 365 \times 6,83819 \\ &= 2.495,94 \text{ per tahun} \end{aligned}$$

#### 4.1.8. 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	2	85	0,23	123
2	3	Pick up	5	5	75	0,21	143
3	4	Mikro truk	5	5	45	0,12	56
4	5A	Bus Kecil	5	5	51	0,14	76
5	5B	Bus Besar	8	8	8	0,02	274
6	6A	Truck 2 As Rd Tunggal	16	16	129	0,35	166
7	6B	Truck 2 As Rd Ganda	22	22	39	0,11	75
8	7A	Truck 3 As Rd Ganda	36	36	2	0,00	30
9	7B	Truck 3 As Trailer	54	54	1	0,00	9
		Jumlah			435,74	1,19	952,65

Sumber : Hasil perhitungan

$$\text{LHR}_{2016} = 435,74 \text{ smp/hari}$$

$$\text{LHR}_{2026} = 952,65 \text{ smp/hari}$$

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

$$952,65 = 435,74 \times (1 + g)^{10}$$

$$2,19 = (1 + g)^{10}$$

$$2,19^{(1/10)} = (1 + g)$$

$$1,08 = (1 + g)$$

$$g = 0,08 \sim 1\%$$

Jadi perkembangan lalu lintas ( $g$ ) = 1 % per hari

#### **4.1.9. 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 :

$$\begin{aligned} W_{18} &= w_{18} \times \frac{(1 + g)^n - 1}{g} \\ &= 2.495,94 \times \frac{(1 + 0,01)^{10} - 1}{0,01} \\ &= 36.391,90 \end{aligned}$$

#### **4.1.10. Perhitungan Modulus Resilien**

$$\begin{aligned} \text{MR} &= 1.500 \times \text{CBR} \\ &= 1.500 \times 1,21 \\ &= 1.819 \text{ psi} \end{aligned}$$

#### **Penentuan Tingkat Reliabilitas**

Berdasarkan Tabel 2.3 maka tingkat reliabilitas yang diambil adalah 80%, maka pada Tabel 2.11 nilai  $Z_R = - 0,841$

#### **Penentuan nilai Deviasi Standar ( $S_o$ )**

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

#### 4.1.11. Tebal Perkerasan Jalan

##### 1. Indeks Tebal Perkerasan Jalan Metode Bina Marga 1987

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

$$W_{18} = 36.391,90$$

$$IPo \geq 4$$

$$IPpt = 2,5$$

$$FR = 2,0$$

Pada CBR = 1,21% didapatkan nilai daya dukung tanah (DDT) adalah 2,03

Dari data tersebut dapat ditentukan nilai Indeks Tebal Permukaan (ITP) dari rumus :

$$\log W_{18} = 9,36 \times \log \left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right) - 0,2 + \frac{\log \left[ \frac{IPo - IPt}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{\left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right)^{5,19}}} + \log \left( \frac{1}{FR} \right) + 0,372 \times \left( \frac{DDT}{1,175} - 3 \right)$$

Perhitungan dilakukan dengan cara substitusi nilai ITP dan DDT pada ruas kanan persamaan, sampai didapatkan nilai yang sama dengan ruas kiri persamaan.

Setelah dilakukan substitusi nilai ITP pada persamaan tersebut, sampai didapatkan nilai yang sama dengan ruas kiri persamaan adalah

$$\log (36.391,90) = 9,36 \times \log \left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right) - 0,2 + \frac{\log \left[ \frac{4 - 2,5}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1094}{\left( \frac{ITP}{2,54} + 1 \right)^{5,19}}} + \log \left( \frac{1}{2,0} \right) + 0,372 \times \left( \frac{2,03}{1,175} - 3 \right)$$



Pada DDT = 2,03 didapat nilai ITP = 7,48

## 2. Indeks Tebal Perkerasan Jalan Metode AASHTO 1993

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

$$MR = 1.819 \text{ psi}$$

$$S_o = 0,45$$

$$R = 80 \%$$

$$W_{18} = 36.391,90$$

$$\Delta PSI = 1,5$$

$$Z_R = -0,841$$

Dengan menggunakan rumus :

$$\log_{10}(w_{18}) = Z_R \times S_o \times 9.36 \times \log_{10}(ITP + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta IP}{IP_0 - IP_t} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(ITP + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(M_R) - 8.07$$

$$\log_{10}(36.391,90) = -0,841 \times 0,45 \times 9.36 \times \log_{10}(ITP + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{1,5}{4,0 - 2,5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(ITP + 1)^{5.19}}} + 2.32 \times \log_{10}(1.819) - 8.07$$

Setelah dilakukan substitusi nilai ITP pada persamaan tersebut, didapatkan nilai

$$ITP = 10,2 \text{ cm}$$

### 4.1.12. Penentuan Tebal Lapis Perkerasan

#### Alternatif 1

#### Tebal Lapis Perkerasan Jalan Pada ITP = 7,48 (CBR segmen=1,21%)

Berdasarkan tabel 2.8 dengan ITP = 7,48, maka didapatkan Tebal Minimum Lapis Permukaan minimum = 7,5 cm dengan bahan Lasbutag / laston.

Untuk ruas jalan ini direncanakan menggunakan Lapis permukaan atas Laston  $D_1 = 10$  cm. Berdasarkan tabel 2.4 dengan menggunakan lapis permukaan Laston MS 744, didapatkan koefisien kekuatan relatif lapis permukaan atas  $a_1 = 0,40$ .

Berdasarkan tabel 2.9 dengan  $ITP = 7,48$ , 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. Berdasarkan tabel 2.4 dengan menggunakan batu pecah kelas B (CBR 80) sebagai lapis pondasi atas didapatkan koefisien kekuatan relatif lapis pondasi atas  $a_2 = 0,13$ .

Berdasarkan tabel 2.4 dengan menggunakan sirtu kelas C (CBR 30) sebagai lapis pondasi bawah didapatkan koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah  $a_3 = 0,11$ . Sedangkan tebal lapis pondasi bawah ditentukan melalui perhitungan dengan rumus sebagai berikut :

$$ITP = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

$$7,48 = 0,40 \cdot 10 + 0,13 \cdot 20 + 0,11 \cdot D_3$$

$$7,48 = 4,00 + 2,6 + 0,11 \cdot D_3$$

$$D_3 = (7,48 - 4,00 - 2,6) / 0,11$$

$$D_3 = 8,00 \sim 8 \text{ cm}$$

Jadi, komposisi tebal perkerasan ruas jalan adalah :

Tebal lapis permukaan atas Laston MS 744  $D_1 = 10$  cm

Tebal lapis pondasi atas batu pecah kelas B (CBR 80)  $D_2 = 20$  cm

Tebal lapis pondasi bawah sirtu kelas C (CBR 30)  $D_3 = 8$  cm

<b>LAPIS PERMUKAAN</b>	<b>10 cm Lapis permukaan atas Laston MS 744</b>
<b>LAPIS PONDASI ATAS</b>	<b>20 cm Lapis pondasi atas batu pecah kelas B (CBR 80)</b>
<b>LAPIS PONDASI BAWAH</b>	<b>8 cm Lapis pondasi bawah sirtu kelas C (CBR 30)</b>
<b>TANAH DASAR</b>	<b>DDT = 2,03 Lapisan tanah dasar</b>

Gambar 4.2. Struktur Tebal Lapis Perkerasan Jalan Pada ITP = 7,48

### Alternatif 2

#### Tebal Lapis Perkerasan Jalan Pada ITP = 10,2 (CBR segmen = 1,21%)

Berdasarkan tabel 2.8 dengan ITP = 10,2 maka didapatkan Tebal Minimum Lapis Permukaan minimum = 10 cm dengan bahan Laston. Untuk ruas jalan ini direncanakan menggunakan Lapis permukaan atas Laston  $D_1 = 10$  cm. Berdasarkan tabel 2.4 dengan menggunakan lapis permukaan Laston MS 744, didapatkan koefisien kekuatan relatif lapis permukaan atas  $a_1 = 0,40$ .

ITP = 10,2, maka ditentukan Batas Minimum Tebal Lapis Pondasi = 20 cm dengan bahan CTRB. Untuk ruas jalan ini direncanakan tebal lapis pondasi atas  $D_2 = 20$  cm dengan menggunakan bahan CTRB dengan koefisien kekuatan relatif lapis pondasi atas  $a_2 = 0,15$ .

Berdasarkan tabel 2.4 dengan menggunakan sirtu kelas C (CBR 30%) sebagai lapis pondasi bawah didapatkan koefisien kekuatan relatif lapis pondasi bawah  $a_3 = 0,11$ . Sedangkan tebal lapis pondasi bawah ditentukan melalui perhitungan dengan rumus sebagai berikut :

$$ITP = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 + a_3 \cdot D_3$$

$$10,20 = 0,40 \cdot 10 + 0,15 \cdot 20 + 0,11 \cdot D_3$$

$$10,20 = 4,00 + 3,00 + 0,11 \cdot D_3$$

$$D_3 = (10,20 - 4,00 - 3,00) / 0,11$$

$$D_3 = 29,09 \sim 30 \text{ cm}$$

Jadi, komposisi tebal perkerasan ruas jalan adalah :

Tebal lapis permukaan atas Laston MS 744  $D_1 = 10$  cm

Tebal lapis pondasi atas CTRB  $D_2 = 20$  cm

Tebal lapis pondasi bawah sirtu kelas C (CBR 30)  $D_3 = 30$  cm

<b>LAPIS PERMUKAAN</b>	<b>10 cm Lapis permukaan atas Laston MS 744</b>
<b>LAPIS PONDASI ATAS</b>	<b>20 cm Lapis pondasi atas CTRB</b>
<b>LAPIS PONDASI BAWAH</b>	<b>30 cm Lapis pondasi bawah sirtu kelas C (CBR 30)</b>
<b>TANAH DASAR</b>	<b>DDT = 2,03 Lapisan tanah dasar</b>

Gambar 4.3. Struktur Tebal Lapis Perkerasan Jalan Pada ITP = 10,2

#### 4.2. Perbandingan Indek Tebal Perkerasan

Untuk mengetahui alternatif indik tebal perkerasan jalan yang bisa digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.12. Alternatif Indek Tebal Perkerasan Jalan

No	Perhitungan	Alternatif I	Alternatif II
1.	CBR	1,21 % (segmen)	1,21 % (segmen)
2.	DDT	2,03	2,03
3.	Indeks tebal perkerasan (ITP)	7,48	10,20
4.	<b>Bahan Perkerasan</b>		
	- Lapisan Permukaan	Laston MS 744	Laston MS 744
	- Lapisan Pondasi Atas	Batu pecah kelas B (CBR 80)	CTRB
	- Lapisan Pondasi Bawah	Sirtu kelas C (CBR 30)	Sirtu kelas C (CBR 30)
5.	<b>Koefisien kekuatan relatif</b>		
	- a1	0,40	0,40
	- a2	0,13	0,15
	- a3	0,11	0,11
6.	<b>Tebal masing-masing lapisan</b>		
	- Lapisan Permukaan	10 cm	10 cm
	- Lapisan Pondasi Atas	20 cm	20 cm
	- Lapisan Pondasi Bawah	8 cm	30 cm

Sumber : Hasil Perhitungan

### 4.3. Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pekerjaan Peningkatan Perkerasan Jalan

Rencana anggaran pekerjaan peningkatan perkerasan jalan yang digunakan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.13. RAB Pekerjaan Peningkatan Perkerasan Jalan

No.	Uraian	Satuan	Kuantitas	Harga Satuan (Rupiah)	Jumlah Harga-Harga (Rupiah)	
					Alternatif I (Pertama)	Alternatif II (Kedua)
1	Lataston lapis aus (HRS-WC)	ton	1,417.50	1,684,009.33	2,387,083,225.28	2,387,083,225.28
2	Lapis perekat – aspal cair (diatas HRS base)	ltr	7,350.00	14,109.99	103,708,426.50	103,708,426.50
3	Lataston lapis pondasi (HRS-Base)	ton	3,307.50	1,484,013.06	4,908,373,195.95	4,908,373,195.95
4	Prime coat	ltr	7,350.00	13,132.88	96,526,668.00	96,526,668.00
5	Lapis Pondasi Agregat Kls. B, CBR Min 80%	m3	4,200.00	747,686.23	3,140,282,152.07	-
6	Semen untuk CTRB	ton	567.00	2,216,080.60	-	1,256,517,700.20
7	Lapis Cement Treated Recycler Base (CTRB)	m3	4,200.00	666,132.38	-	2,797,755,996.00
8	Lapis Pondasi Agregat Kls. C, CBR Min 30%, t=8 cm	m3	1,680.00	543,667.92	913,362,102.82	-
9	Lapis Pondasi Agregat Kls. C, CBR Min 30%, t=30 cm	m3	6,300.00	543,667.92	-	3,425,107,885.58
A	Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk biaya umum dan keuntungan)				11,549,335,770.61	14,975,073,097.50
B	Pajak Pertambahan Nilai (PPn) =(10% x A)				1,154,933,577.06	1,497,507,309.75
C	Jumlah Total Harga = (A+B)				12,704,269,347.67	16,472,580,407.25
	Dibulatkan				12,704,000,000.00	16,473,000,000.00
	<b>Selisih = Rp. -3,769,000,000.00</b>					

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4.14. Perhitungan Kuantitas Pekerjaan Peningkatan Perkerasan Jalan

No.	Uraian	Perhitungan Kuantitas	Kuantitas	Keterangan
<b>A</b>	<b>Lapisan Permukaan</b>			
1	Lataston lapis aus (HRS-WC)	$3,000.00 \times 7.00 \times 0.03 \times 2.25$	1,417.50 ton	Alt I = Alt II
2	Lapis perekat – aspal cair (diatas HRS base)	$3,000.00 \times 7.00 \times 0.35$	7,350.00 ltr	Alt I = Alt II
3	Lataston lapis pondasi (HRS-Base)	$3,000.00 \times 7.00 \times 0.07 \times 2.25$	3,307.50 ton	Alt I = Alt II
4	Prime coat	$3,000.00 \times 7.00 \times 0.35$	7,350.00 ltr	Alt I = Alt II
<b>B</b>	<b>Lapisan Pondasi Atas</b>			
5	Lapis Pondasi Agregat Kls. B, CBR Min 80%	$3,000.00 \times 7.00 \times 0.20$	4,200.00 m3	Alt I
6	Semen untuk CTRB	$3,000.00 \times 7.00 \times 0.20 \times 1.8 \times 7.50\%$	567.00 ton	Alt II
7	Lapis Cement Treated Recycler Base (CTRB)	$3,000.00 \times 7.00 \times 0.20$	4,200.00 m3	Alt II
<b>C</b>	<b>Lapisan Pondasi Bawah</b>			
8	Lapis Pondasi Agregat Kls. C, CBR Min 30%	$3,000.00 \times 7.00 \times 0.08$	1,680.00 m3	Alt I
9	Lapis Pondasi Agregat Kls. C, CBR Min 30%	$3,000.00 \times 7.00 \times 0.30$	6,300.00 m3	Alt II

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.4. Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Peningkatan Perkerasan Jalan

Waktu pelaksanaan pekerjaan peningkatan perkerasan jalan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.15. Waktu Pelaksanaan Pekerjaan Peningkatan Perkerasan Jalan

##### Waktu Pelaksanaan Alternatif I (pertama)

No.	Uraian	Perhitungan Waktu Pelaksanaan																	
		Kuantitas	Durasi																
			Produksi Yang Menentukan (hari)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
1	Lataston lapis aus (HRS-WC)	1,417.50 ton	ASPHALT FINISHER 367.31 ton = 4																
2	Lapis perekat – aspal cair (diatas HRS base)	7,350.00 ltr	ASPHALT SPRAYER 33,600.00 ltr = 1																
3	Lataston lapis pondasi (HRS-Base)	3,307.50 ton	ASPHALT FINISHER 1,714.12 ton = 2																
4	Prime coat	7,350.00 ltr	ASPHALT DISTRIBUTOR 33,600.00 ltr = 1																
5	Lapis Pondasi Agregat Kls. B, CBR Min 80%	4,200.00 m3	WHEEL LOADER 189.94 m3 = 22																
8	Lapis Pondasi Agregat Kls. C, CBR Min 30%	1,680.00 m3	WHEEL LOADER 196.09 m3 = 8																
Jumlah			= 38																

Sumber : Hasil Perhitungan





**Tabel 4.16 Data Kegiatan Network Planning Alternatif I (pertama)**

No.	Kegiatan	Tergantung Pada	Durasi (hari)	Ket.
1	Lapis Pondasi Agregat Kls. C, CBR Min 30%	-	8	
2	Lapis Pondasi Agregat Kls. B, CBR Min 80%	Lapis Pondasi Agregat Kls. C, CBR Min 30%	22	
4	Prime coat	Lapis Pondasi Agregat Kls. B, CBR Min 80%	1	
5	Lataston lapis pondasi (HRS-Base)	Prime coat	2	
6	Lapis perekat – aspal cair (diatas HRS base)	Lataston lapis pondasi (HRS-Base)	1	
7	Lataston lapis aus (HRS-WC)	Lapis perekat – aspal cair (diatas HRS base)	4	

Sumber : Hasil Perhitungan

**Activity on arrow**

0	0	Agg. C [8]	1	8	Agg. B [22]	2	30	Prime Coad [1]	3	31	HRS Base [2]	4	33	Tack Coad [1]	5	34	HRS WC [4]	6	38
	0			8			30			31			33			34			38

**Tabel 4.16 Data Kegiatan Network Planning Alternatif II (kedua)**

No.	Kegiatan	Tergantung Pada	Durasi (hari)	Ket.
1	Lapis Pondasi Agregat Kls. C, CBR Min 30%	-	32	
2	Lapis Cement Treated Recycler Base (CTRB)	Lapis Pondasi Agregat Kls. C, CBR Min 30%	29	
3	Semen untuk CTRB	Lapis Cement Treated Recycler Base (CTRB)	15	
4	Prime coat	Semen untuk CTRB	1	
5	Lataston lapis pondasi (HRS-Base)	Prime coat	2	
6	Lapis perekat – aspal cair (diatas HRS base)	Lataston lapis pondasi (HRS-Base)	1	
7	Lataston lapis aus (HRS-WC)	Lapis perekat – aspal cair (diatas HRS base)	4	

Sumber : Hasil Perhitungan

**Activity on arrow**

0	0	Agg. C [32]	1	32	CTRB [29]	2	61	Semen [15]	3	76	Prime Coad [1]	3	77	HRS Base [2]	4	79	Tack Coad [1]	5	80	HRS WC [4]	6	84
	0			32			61			76			77			79			80			84