

## BAB V

### EVALUASI

#### 5.1 TINJAUAN UMUM

Dalam Bab ini, akan dievaluasi tanah dasar, lalu lintas, struktur perkerasan, dan bangunan pelengkap yang ada di sepanjang ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur). Hasil evaluasi tersebut akan mendasari langkah - langkah selanjutnya dalam melakukan perencanaan.

#### 5.2 EVALUASI TANAH DASAR

Dari hasil pengamatan visual (survey lapangan), kerusakan yang dominan terjadi di sepanjang ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) adalah berupa retak-retak (*crack*), bergelombang serta berlubang.

Tabel 5.1 Data Tanah Ruas Jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur)

Letak Sampel	Maximum Dry Density gr/cm <sup>3</sup>	Optimum Water Content %	Specific Gravity	Keterangan
KM. 120+900	1,634	20,40	2,713	Silt-Lempung
KM. 124+000	1,732	15,80	2,752	Silt-Pasir
KM. 125+000	1,624	19,80	2,706	Silt-Lempung
KM. 126+000	1,702	17,60	2,721	Silt-Pasir
KM. 127+000	1,669	17,60	2,702	Pasir
KM. 128+000	1,685	17,80	2,697	Silt-Pasir
KM. 129+000	1,713	20,20	2,721	Silt-Lempung

Sumber : Dinas Bina Marga Jawa Tengah

Dari data di atas dapat diambil kesimpulan mengenai tanah di atas, hal itu dilakukan dengan cara mengklasifikasikan menurut AASHTO serta USC. Dengan menggunakan klasifikasi USC maka didapatkan bahwa tanah ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) merupakan pasir berlanau (Silt-Pasir)

termasuk pada golongan pasir berlanau (SM), campuran pasir-lanau bergradasi buruk. Untuk pasir pada ruas jalan ini dimasukkan ke dalam kelompok ML karena pada daerah tersebut kebanyakan terdapat jenis tanah lanau, sehingga pasir pada daerah tersebut merupakan kelompok ML, yaitu lanau inorganis dan pasir sangat halus, tepung batuan, pasir halus berlanau, pasir halus berlanau atau berlempung dengan sedikit plastisitas. Sedangkan jenis tanah Silt-Lempung dimasukkan pada kelompok CL yaitu lempung inorganis dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus.

Sedangkan dengan menggunakan klasifikasi AASHTO akan didapat kesimpulan antara lain Pasir berlanau (Silt-Pasir) merupakan golongan A-2 yaitu kerikil dan pasir yang berlanau atau berlempung dengan penilaian sebagai bahan dasar antara baik sekali sampai baik. Apabila dilihat dari rentang indek plastisitas, maka termasuk pada potensi pengembangan rendah. Untuk pasir tidak memiliki indek plastisitas sehingga tidak memiliki potensi pengembangan. Sedangkan jenis tanah Silt-Lempung dimasukkan pada tanah berlanau dengan penilaian sebagai bahan dasar antara sedang sampai buruk. Apabila dilihat dari rentang indek plastisitas, maka termasuk pada potensi pengembangan rendah.

Dengan penjelasan di atas maka di dapatkan kesimpulan bahwa tanah di ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) merupakan tanah kelanauan dengan tingkat pengembangan rendah hingga sedang serta memiliki gradasi sedang hingga buruk.

Tabel 5.2. Data Tanah Bendung Grawan, Sumber

Data	Sample Tanah					
	TP 1-1	TP 1-2	TP 1-3	TP 2-1	TP 2-2	TP 2-3
Saringan No.						
10	100	98,33	98,33	75	86,17	86,67
40	95,83	96,67	93,33	66,67	83,33	78,33
200	91,67	97,5	95	55	66,667	60
Batas cair (LL)	43,40	43,00	44,15	32,00	27,20	29,00

Data	Sample Tanah					
	TP 1-1	TP 1-2	TP 1-3	TP 2-1	TP 2-2	TP 2-3
Indeks Plastisitas (IP)	25,92	24,77	26,03	13,40	11,51	10,82
Swell Potential	Medium	Medium	Medium	Low	Low	Low

Sumber : Laboratorium Mekanika Tanah Universitas Diponegoro

Karena data tanah dari Bina Marga kurang, maka kami melengkapi dengan data tanah Bendung Grawan yang dekat dengan jalan tersebut. Dari data tanah Bendung Grawan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa tanah tersebut terdapat tanah dengan plastisitas rendah (0 - 15) dan plastisitas sedang (10 - 35).

Tabel 5.3. Data CBR

STA	W <sub>opt</sub>	dry density (gr/cc)	CBR Value Penetration 0,1"		CBR Value Penetration 0,2"	
			CBR 95%	CBR 100%	CBR 95%	CBR 100%
	(%)					
120+900	20.4	1.634	16.25	20.2	16.5	19.5
124+000	15.8	1.732	5.9	7.9	6.1	7.8
125+000	19.8	1.624	11.8	15.8	11.2	16
126+000	17.6	1.702	4	6.6	4.2	6.8
127+000	17.6	1.669	10	12.75	10.2	12.6
128+000	17.8	1.685	13.4	15.2	13.6	15
129+000	20.2	1.713	10.2	13	9.9	12.2

Sumber : Dinas Bina Marga Jawa Tengah

Walaupun tanah tersebut memiliki tingkat pengembangan rendah hingga sedang tapi hal itu perlu adanya penanganan. Disamping tanah tersebut memiliki tingkat pengembangan rendah hingga sedang, tanah di daerah tersebut juga

memiliki nilai CBR tidak terendam yang rendah yaitu 6.01% yang didapat dari pengolahan data di atas pada Bab IV, sehingga sangat mengkhawatirkan. Dalam tanah yang memiliki kandungan lanau dan lempung, kadar air sangat mempengaruhi nilai CBR, semakin besar kadar air semakin rendah nilai CBR tersebut. Sehingga apabila nilai CBR tidak direndam 6,01% maka nilai CBR rendaman akan lebih kecil dari nilai tersebut, padahal nilai CBR rendaman minimum adalah 6%.

Oleh karena itu perlu adanya penanganan terhadap sifat tanah dasar yang ekspansif pada ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) tersebut. Ada beberapa pendekatan untuk mengatasi bangunan atau struktur jalan akibat tanah ekspansif, yaitu dengan :

- Penggantian tanah ekspansif dengan material non ekspansif
- Pada dasar pondasi atau timbunan diberi lapisan pasir min. 50 cm
- Tanah ekspansif distabilisasi dengan bahan yang dapat mengikat
- Menjaga kadar air tanah terhadap perubahan kadar air sehingga perubahan kadar air dapat diperkecil.

### 5.3 EVALUASI LALU LINTAS JALAN EKSISTING

Pada sub bab ini akan dievaluasi perilaku lalu lintas/kinerja ruas jalan eksisting pada tahun 2007, meliputi :

#### 5.3.1 Volume Jam Perencanaan (smp/jam)

Ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) (KM Semarang 122+457 sampai dengan KM Semarang 128+557) memiliki tipe medan relatif datar, dengan lebar badan jalan  $\pm$  6 meter dan tipe jalan 2/2 UD. Untuk menganalisa perilaku lalu lintas atau kepadatan lalu lintas diperlukan data volume per jam, sehingga data LHRT (smp/hari) yang diperoleh harus diubah menjadi arus lalu-lintas jam sibuk (smp/jam). Menurut MKJI 1997 :

$$VJP = Q = LHRT \times k$$

Dimana :

VJP = Q = Arus jam rencana (smp/jam)

LHRT = Lalu lintas harian rata-rata tahunan

k = Faktor peubah dari LHRT ke lalu lintas jam puncak

Besarnya k = 0,11 (MKJI, untuk jalan luar kota '97)

### 5.3.2 Kapasitas Aktual Jalan

Berdasar MKJI tahun 1997, kapasitas suatu ruas jalan dirumuskan sebagai berikut :

$$C = C_o \cdot FC_w \cdot FC_{sp} \cdot FC_{sf}$$

Dimana :

- C = Arus lalu lintas maksimum (mantap) yang dapat dipertahankan sepanjang potongan jalan dalam kondisi tertentu. (smp/jam)
- C<sub>o</sub> = Kapasitas suatu segmen jalan untuk suatu set kondisi yang ditentukan sebelumnya (geometri, pola arus lalu lintas dan faktor lingkungan). Untuk 2/2 UD sebesar 3100 smp/jam.
- FC<sub>w</sub> = Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat lebar jalur lalu lintas. Untuk jalan 2/2 UD dengan lebar jalur 6 meter adalah 0.91.
- FC<sub>SP</sub> = Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat pemisahan arah (hanya untuk jalan dua arah tak terbagi). Untuk 2/2 UD dengan pemisahan arah 50% - 50% adalah 1,00.
- FC<sub>SF</sub> = Faktor penyesuaian untuk kapasitas dasar akibat hambatan samping sebagai fungsi dari lebar bahu. Untuk 2/2 UD dengan kelas hambatan samping menengah dan lebar bahu jalan rata-rata 2,00 meter adalah 0.98

Maka :

$$C = 3100 \times 0,91 \times 1,00 \times 0,98 = 2764,58 \text{ smp/jam}$$

### 5.3.3 Derajat Kejenuhan (DS)

Dengan menggunakan data LHR tahun 2007 dan hasil perhitungan kapasitas jalan eksisting diatas, berikut kami tabelkan perhitungan Derajat Kejenuhan jalan (DS) selama umur rencana :

$$DS = \frac{Q}{C}$$

Tabel 5.4 Derajat Kejenuhan Jalan (DS) Selama Umur Rencana

Tahun	LHR	Arus (Q)	Kapasitas (C)	DS
	(smp/hari)	(smp/jam)	(smp/jam)	(Q/C)
	a	b=0.11*a	c	b/c
2007	25902.7	2849.297	2764.58	1.030644
2008	27344.53	3007.898	2764.58	1.088013
2009	28866.61	3175.327	2764.58	1.148575
2010	30473.41	3352.076	2764.58	<b>1.212508</b>
2011	32169.66	3538.663	2764.58	1.28
2012	33960.32	3735.636	2764.58	1.351249
2013	35850.66	3943.573	2764.58	1.426464
2014	37846.22	4163.085	2764.58	1.505865
2015	39952.86	4394.815	2764.58	1.589686
2016	42176.76	4639.444	2764.58	1.678173
2017	44524.46	4897.69	2764.58	1.771586
2018	47002.83	5170.311	2764.58	1.870198
2019	49619.15	5458.107	2764.58	1.974299
2020	52381.11	5761.922	2764.58	<b>2.084194</b>

Sumber : Hasil Analisa

Dari hasil perhitungan bisa dilihat bahwa pada akhir umur rencana tahun 2007, angka derajat kejenuhan (DS = 1,030644) telah lebih besar dari standar yang diisyaratkan, yaitu 0,75 dan terlalu jenuh. Dapat disimpulkan bahwa kapasitas jalan pada ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) ini sudah tidak memenuhi syarat untuk melayani arus lalu lintas yang lewat, sehingga perlu direncanakan alternatif pemecahan, yaitu dengan pelebaran jalan guna meningkatkan kapasitas jalan.

#### 5.3.4 Kecepatan Arus Bebas Kendaraan Ringan (FV)

Berdasarkan MKJI tahun 1997, kecepatan arus bebas kendaraan ringan (FV) suatu ruas jalan dirumuskan sebagai berikut:

$$FV = (FV_0 + FV_w) \times FFV_{SF} \times FFV_{RC}$$

Dimana :

FV = Kecepatan arus bebas kendaraan ringan pada kondisi lapangan (km/jam)

$FV_0$  = Kecepatan arus bebas dasar kendaraan ringan (km/jam), untuk 2/2 UD, daerah datar, didapatkan nilai 65

$FV_w$  = Faktor penyesuaian kecepatan untuk lebar efektif jalur lalu lintas (km/jam), untuk 2/2 UD, lebar efektif jalur lalu lintas (total) = 6 m, medan datar, kelas jarak pandang B (SDC B), didapat nilai -3 km/jam

$FFV_{SF}$  = Faktor penyesuaian kecepatan untuk kondisi hambatan samping dan lebar bahu atau jarak kerb penghalang, untuk 2/2 UD, lebar bahu efektif  $\geq 1$  m, kelas hambatan samping sedang, didapat nilai 0,92

$FFV_{RC}$  = Faktor penyesuaian kecepatan untuk kelas fungsi jalan arteri (2/2 UD) dan pengembangan samping jalan 50%, didapat nilai 0,97

Sehingga kecepatan arus bebas kendaraan ringan (FV) tahun 2006 adalah :

$$\begin{aligned} FV &= (65 - 3) \times 0,92 \times 0,97 \\ &= 55,3288 \text{ km/jam} \approx 56 \text{ km/jam} \end{aligned}$$

Kecepatan ini terlalu rendah untuk kondisi jalan luar kota sebab pada kondisi kerapatan = 0 smp/km, pengemudi hanya mampu menjalankan kendaraan pada kecepatan 56 km/jam, seharusnya dalam keadaan kerapatan yang sama pengemudi dapat menjalankan kendaraan dengan kecepatan 68 km/jam. Sehingga kecepatan 56 km/jam tersebut terlalu rendah. Untuk menambah kecepatan ini, maka ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) perlu dilakukan peningkatan jalan dari segi lebar jalan.

## 5.4 EVALUASI KONDISI GEOMETRIK JALAN EKSISTING

### 5.4.1 Evaluasi Alinyemen Horisontal

Dalam mengevaluasi alinyemen horisontal pada jalan eksisting, beberapa parameter yang dapat dijadikan sebagai acuan antara lain :

- R eksisting > Rmin untuk kecepatan rencana dan juga jenis lengkung yang sesuai.

Kecepatan rencana minimum untuk jalan arteri primer kelas II adalah 70 km/jam (Tabel 2.11) sehingga didapat Rmin = 160 m (TCPGJAK 1997)

- Jarak antara dua tikungan >  $\frac{1}{2}$  (L total kedua tikungan), untuk dua buah tikungan yang berdekatan.
- Setiap tikungan gabungan balik arah harus dilengkapi dengan bagian lurus di antara kedua tikungan tersebut sepanjang paling tidak 30 m.

Rekapitulasi alinyemen horisontal eksisting pada ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) adalah sebagai berikut :

Tabel 5.5 Rekapitulasi Alinyemen Horisontal Eksisting

No.	STA	Elemen Tikungan			Hasil evaluasi
		V	R	Lc	
		(km/jam)	(m)	(m)	
1	122+557.506 - 122+654.183	40	600	96.677	Tidak Perlu Perbaikan
2	122+883.755 - 122+957	15	20	5.298	Perlu Perbaikan
3	123+138.777 - 123+325.551	40	1000	186.774	Tidak Perlu Perbaikan
4	123+879.677 - 124+105.128	40	20000	225.451	Tidak Perlu Perbaikan
5	124+430.528 - 124+506.060	60	2700	75.532	Tidak Perlu Perbaikan
6	124+511.346 - 124+479.179	60	2700	67.833	Tidak Perlu Perbaikan
7	124+787.852 - 124+839.878	60	2200	52.026	Tidak Perlu Perbaikan
8	125+019.140 - 125+175.797	60	11400	156.657	Tidak Perlu Perbaikan
9	125+387.315 - 125+613.449	60	6200	226.134	Tidak Perlu Perbaikan



No.	STA	Elemen Tikungan			Hasil evaluasi
		V	R	Lc	
		(km/jam)	(m)	(m)	
10	125+749.274 - 125+846.154	60	8100	96.88	Tidak Perlu Perbaikan
11	126+047.358 - 126+158.393	60	610	111.035	Tidak Perlu Perbaikan
12	126+368.745 - 126+529.884	60	350	61.139	Tidak Perlu Perbaikan
13	126+700.459 - 126+821.542	60	3000	121.083	Tidak Perlu Perbaikan
14	126+908.617 - 127+140.707	60	1600	232.09	Tidak Perlu Perbaikan
15	127+173.726 - 127+282.129	50	2000	108.403	Tidak Perlu Perbaikan
16	127+436.920 - 127+576.570	30	80	69.65	Perlu Perbaikan
17	127+597.830 - 127+714.744	30	80	46.914	Perlu Perbaikan
18	127+718.843 - 127+924.169	40	280	205.326	Tidak Perlu Perbaikan
19	128+055.653 - 128+156.774	60	1100	101.121	Tidak Perlu Perbaikan
20	128+164.346 - 128+284.710	50	200	40.364	Tidak Perlu Perbaikan
21	128+301.839 - 128+457.373	60	300	55.534	Tidak Perlu Perbaikan

Sumber : Hasil Analisa

Dari tabel di atas terdapat beberapa tikungan yang kurang memenuhi persyaratan untuk jalan arteri primer kelas II, kecepatan rencana minimum adalah 70 km/jam dan R minimum adalah 160 m. Sehingga jika melihat dari data yang ada (jalan eksisting) perlu adanya perbaikan pada alinyemen horizontal untuk tikungan yang memiliki  $R < 160$  m, yaitu sebanyak 3 buah tikungan.

### 5.4.2 Evaluasi Alinyemen Vertikal

Dalam mengevaluasi alinyemen vertikal pada jalan eksisting, beberapa parameter yang dapat dijadikan sebagai acuan antara lain :

- Landai jalan yang dibuat tidak melebihi landai jalan maksimum.

Pada jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) dengan  $V = 60$  km/jam, landai maksimum jalan = 8% (PGJAK,1997)

Untuk alinyemen vertikal pada ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) ini mempunyai kelandaian yang relatif datar. Rekapitulasi alinyemen vertikal untuk jalan eksisting dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 5.6 Rekapitulasi Alinyemen Vertikal Eksisting

No.	STA	Elevasi	g1	g2	A	V (Km /jam)	Lv (m)	Jrk 2 lkg vertikal		Keterangan
		(m)	(%)	(%)				(m)		
1	122+457	7.716	0.514		-0.152	60	100	50		Memenuhi Syarat
	122+507	7.973								
	122+557	8.306								
2	122+507	7.973	0.666		0.244	60	100	50		Memenuhi Syarat
	122+557	8.306								
	122+607	8.517								
3	122+557	8.306	0.422		0.118	60	100	50		Memenuhi Syarat
	122+607	8.517								
	122+657	8.669								
4	122+607	8.517	0.304		-0.146	60	100	50		Memenuhi Syarat
	122+657	8.669								
	122+707	8.894								
5	122+657	8.669	0.45		0.014	60	100	50		Memenuhi Syarat
	122+707	8.894								
	122+757	9.112								
6	122+707	8.894	0.436		-0.292	60	100	50		Memenuhi Syarat
	122+757	9.112								
	122+807	9.476								
7	122+757	9.112	0.728		0.414	60	100	50		Memenuhi Syarat
	122+807	9.476								

No.	STA	Elevasi	g1	g2	A	V (Km /jam)	Lv (m)	Jrk 2 lkg vertikal		Keterangan
		(m)	(%)	(%)				(m)		
	122+857	9.633								
8	122+807	9.476	0.314		-0.208	60	100	50	50	Memenuhi Syarat
	122+857	9.633		0.522						
	122+907	9.894								
9	122+857	9.633	0.522		0.702	60	75	50	50	Memenuhi Syarat
	122+907	9.894		-0.18						
	122+932	9.849								
10	122+907	9.894	-0.18		-0.12	60	50	25	25	Memenuhi Syarat
	122+932	9.849		-0.06						
	122+957	9.834								
11	122+932	9.849	-0.06		0.004	60	50	25	25	Memenuhi Syarat
	122+957	9.834		-0.064						
	122+982	9.818								
12	122+957	9.834	-0.064		0.68	60	50	25	25	Memenuhi Syarat
	122+982	9.818		-0.744						
	123+007	9.632								
13	122+982	9.818	-0.744		0.068	60	75	25	25	Memenuhi Syarat
	123+007	9.632		-0.812						
	123+057	9.226								
14	123+007	9.632	-0.812		-0.404	60	100	50	50	Memenuhi Syarat
	123+057	9.226		-0.408						
	123+107	9.022								
15	123+057	9.226	-0.408		-0.37	60	100	50	50	Memenuhi Syarat
	123+107	9.022		-0.038						
	123+157	9.003								
16	123+107	9.022	-0.038		0.45	60	100	50	50	Memenuhi Syarat
	123+157	9.003		-0.488						
	123+207	8.759								
17	123+157	9.003	-0.488		-0.316	60	75	50	50	Memenuhi Syarat
	123+207	8.759		-0.172						
	123+232	8.716								

V - 12

No.	STA	Elevasi	g1	g2	A	V (Km /jam)	Lv (m)	Jrk 2 lkg vertikal		Keterangan
		(m)	(%)	(%)				(m)		
18	123+207	8.759	-0.172		0.092	60	50	25	25	Memenuhi Syarat
	123+232	8.716								
	123+257	8.65								
19	123+232	8.716	-0.264		-0.232	60	50	25	25	Memenuhi Syarat
	123+257	8.65								
	123+282	8.642								
20	123+257	8.65	-0.032		-0.92	60	50	25	25	Memenuhi Syarat
	123+282	8.642								
	123+307	8.864								
21	123+282	8.642	0.888		1.624	60	75	25	25	Memenuhi Syarat
	123+307	8.864								
	123+357	8.496								
22	123+307	8.864	-0.736		-0.17	60	100	50	50	Memenuhi Syarat
	123+357	8.496								
	123+407	8.213								
23	123+357	8.496	-0.566		8.224	60	100	50	50	Memenuhi Syarat
	123+407	8.213								
	124+457	3.818								
24	123+407	8.213	-8.79		-9.006	60	100	50	50	Memenuhi Syarat
	124+457	3.818								
	124+507	3.926								
25	124+457	3.818	0.216		1.62	60	100	50	50	Memenuhi Syarat
	124+507	3.926								
	124+557	3.224								
26	124+507	3.926	-1.404		-1.18	60	100	50	50	Memenuhi Syarat
	124+557	3.224								
	124+607	3.112								
27	124+557	3.224	-0.224		0.046	60	100	50	50	Memenuhi Syarat
	124+607	3.112								
	124+657	2.977								
28	124+607	3.112	-0.27		-0.206	60	100	50	50	Memenuhi

No.	STA	Elevasi	g1	g2	A	V (Km /jam)	Lv (m)	Jrk 2 lkg vertikal		Keterangan
		(m)	(%)	(%)				(m)		
	124+657	2.977		-0.064						Syarat
	124+707	2.945								
29	124+657	2.977	-0.064		0.06	60	100	50		Memenuhi Syarat
	124+707	2.945								
	124+757	2.883								
30	124+707	2.945	-0.124		0.066	60	100	50		Memenuhi Syarat
	124+757	2.883								
	124+807	2.788								
31	124+757	2.883	-0.19		0.34	60	100	50		Memenuhi Syarat
	124+807	2.788								
	124+857	2.523								
32	124+807	2.788	-0.53		-0.442	60	100	50		Memenuhi Syarat
	124+857	2.523								
	124+907	2.479								
33	124+857	2.523	-0.088		-0.098	60	100	50		Memenuhi Syarat
	124+907	2.479								
	124+957	2.484								
34	124+907	2.479	0.01		0.004	60	100	50		Memenuhi Syarat
	124+957	2.484								
	125+007	2.487								
35	124+957	2.484	0.006		-0.092	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+007	2.487								
	125+057	2.536								
36	125+007	2.487	0.098		0.236	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+057	2.536								
	125+107	2.467								
37	125+057	2.536	-0.138		0.026	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+107	2.467								
	125+157	2.385								
38	125+107	2.467	-0.164		0.22	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+157	2.385								

No.	STA	Elevasi	g1	g2	A	V (Km /jam)	Lv (m)	Jrk 2 lkg vertikal		Keterangan
		(m)	(%)	(%)				(m)		
	125+207	2.193								
39	125+157	2.385	-0.384	0.174	-0.558	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+207	2.193								
	125+257	2.28								
40	125+207	2.193	0.174	-0.014	0.188	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+257	2.28								
	125+307	2.273								
41	125+257	2.28	-0.014	0.202	-0.216	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+307	2.273								
	125+357	2.374								
42	125+307	2.273	0.202	-0.152	0.354	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+357	2.374								
	125+407	2.298								
43	125+357	2.374	-0.152	0.136	-0.288	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+407	2.298								
	125+457	2.366								
44	125+407	2.298	0.136	0.206	-0.07	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+457	2.366								
	125+507	2.469								
45	125+457	2.366	0.206	0.404	-0.198	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+507	2.469								
	125+557	2.671								
46	125+507	2.469	0.404	0.522	-0.118	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+557	2.671								
	125+607	2.932								
47	125+557	2.671	0.522	0.664	-0.142	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+607	2.932								
	125+657	3.264								
48	125+607	2.932	0.664	0.508	0.156	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+657	3.264								
	125+707	3.518								

V - 15

No.	STA	Elevasi	g1	g2	A	V (Km /jam)	Lv (m)	Jrk 2 lkg vertikal		Keterangan
		(m)	(%)	(%)				(m)		
49	125+657	3.264	0.508		1.354	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+707	3.518								
	125+757	3.095								
50	125+707	3.518	-0.846		-0.872	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+757	3.095								
	125+807	3.108								
51	125+757	3.095	0.026		0.836	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+807	3.108								
	125+857	2.703								
52	125+807	3.108	-0.81		-1.042	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+857	2.703								
	125+907	2.819								
53	125+857	2.703	0.232		0.902	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+907	2.819								
	125+957	2.484								
54	125+907	2.819	-0.67		-2.964	60	100	50		Memenuhi Syarat
	125+957	2.484								
	126+007	3.631								
55	125+957	2.484	2.294		0.452	60	100	50		Memenuhi Syarat
	126+007	3.631								
	126+057	4.552								
56	126+007	3.631	1.842		-0.432	60	100	50		Memenuhi Syarat
	126+057	4.552								
	126+107	5.689								
57	126+057	4.552	2.274		1.01	60	100	50		Memenuhi Syarat
	126+107	5.689								
	126+157	6.321								
58	126+107	5.689	1.264		1.656	60	75	25		Memenuhi Syarat
	126+157	6.321								
	126+182	6.223								
59	126+157	6.321	-0.392		1.824	60	50	25		Memenuhi

No.	STA	Elevasi	g1	g2	A	V (Km /jam)	Lv (m)	Jrk 2 lkg vertikal		Keterangan
		(m)	(%)	(%)				(m)		
	126+182	6.223		-2.216						Syarat
	126+207	5.669								
60	126+182	6.223	-2.216		0.124	60	50		25	Memenuhi Syarat
	126+207	5.669								
	126+232	5.084								
61	126+207	5.669	-2.34		-0.22	60	50		25	Memenuhi Syarat
	126+232	5.084								
	126+257	4.554								
62	126+232	5.084	-2.12		-0.806	60	75		50	Memenuhi Syarat
	126+257	4.554								
	126+307	3.897								
63	126+257	4.554	-1.314		-0.608	60	100		50	Memenuhi Syarat
	126+307	3.897								
	126+357	3.544								
64	126+307	3.897	-0.706		0.504	60	100		50	Memenuhi Syarat
	126+357	3.544								
	126+407	2.939								
65	126+357	3.544	-1.21		-0.022	60	75		50	Memenuhi Syarat
	126+407	2.939								
	126+432	2.642								
66	126+407	2.939	-1.188		-0.952	60	50		25	Memenuhi Syarat
	126+432	2.642								
	126+457	2.583								
67	126+432	2.642	-0.236		0.092	60	50		25	Memenuhi Syarat
	126+457	2.583								
	126+482	2.501								
68	126+457	2.583	-0.328		-0.132	60	50		25	Memenuhi Syarat
	126+482	2.501								
	126+507	2.452								
69	126+482	2.501	-0.196		-0.12	60	50		25	Memenuhi Syarat
	126+507	2.452								



No.	STA	Elevasi	g1	g2	A	V (Km /jam)	Lv (m)	Jrk 2 lkg vertikal		Keterangan
		(m)	(%)	(%)				(m)		
	126+532	2.433								
70	126+507	2.452	-0.076		-0.26	60	50	25		Memenuhi Syarat
	126+532	2.433		0.184						
	126+557	2.479								
71	126+532	2.433	0.184		0.178	60	75	25		Memenuhi Syarat
	126+557	2.479		0.006						
	126+607	2.482								
72	126+557	2.479	0.006		-0.106	60	100	50		Memenuhi Syarat
	126+607	2.482		0.112						
	126+657	2.538								
73	126+607	2.482	0.112		-0.018	60	100	50		Memenuhi Syarat
	126+657	2.538		0.13						
	126+707	2.603								
74	126+657	2.538	0.13		0.02	60	100	50		Memenuhi Syarat
	126+707	2.603		0.11						
	126+757	2.658								
75	126+707	2.603	0.11		0.842	60	100	50		Memenuhi Syarat
	126+757	2.658		-0.732						
	126+807	2.292								
76	126+757	2.658	-0.732		-0.492	60	100	50		Memenuhi Syarat
	126+807	2.292		-0.24						
	126+857	2.172								
77	126+807	2.292	-0.24		-0.768	60	100	50		Memenuhi Syarat
	126+857	2.172		0.528						
	126+907	2.436								
78	126+857	2.172	0.528		0.234	60	100	50		Memenuhi Syarat
	126+907	2.436		0.294						
	126+957	2.583								
79	126+907	2.436	0.294		0.466	60	100	50		Memenuhi Syarat
	126+957	2.583		-0.172						
	127+007	2.497								

No.	STA	Elevasi	g1	g2	A	V (Km /jam)	Lv (m)	Jrk 2 lkg vertikal		Keterangan
		(m)	(%)	(%)				(m)		
80	126+957	2.583	-0.172		0.076	60	100	50	50	Memenuhi Syarat
	127+007	2.497								
	127+057	2.373								
81	127+007	2.497	-0.248		0.16	60	75	50	50	Memenuhi Syarat
	127+057	2.373								
	127+082	2.271								
82	127+057	2.373	-0.408		-0.664	60	50	25	25	Memenuhi Syarat
	127+082	2.271								
	127+107	2.335								
83	127+082	2.271	0.256		0.496	60	75	25	25	Memenuhi Syarat
	127+107	2.335								
	127+157	2.215								
84	127+107	2.335	-0.24		0.252	60	100	50	50	Memenuhi Syarat
	127+157	2.215								
	127+207	1.969								
85	127+157	2.215	-0.492		-0.438	60	100	50	50	Memenuhi Syarat
	127+207	1.969								
	127+257	1.942								
86	127+207	1.969	-0.054		-0.15	60	100	50	50	Memenuhi Syarat
	127+257	1.942								
	127+307	1.99								
87	127+257	1.942	0.096		0.306	60	100	50	50	Memenuhi Syarat
	127+307	1.99								
	127+357	1.885								
88	127+307	1.99	-0.21		-0.444	60	100	50	50	Memenuhi Syarat
	127+357	1.885								
	127+407	2.002								
89	127+357	1.885	0.234		-0.12	60	100	50	50	Memenuhi Syarat
	127+407	2.002								
	127+457	2.179								
90	127+407	2.002	0.354		-0.098	60	75	25	25	Memenuhi

No.	STA	Elevasi	g1	g2	A	V (Km /jam)	Lv (m)	Jrk 2 lkg vertikal		Keterangan
		(m)	(%)	(%)				(m)		
	127+457	2.179		0.452						Syarat
	127+482	2.292								
91	127+457	2.179	0.452	3.16	-2.708	60	50	25		Memenuhi Syarat
	127+482	2.292								
	127+507	3.082								
92	127+482	2.292	3.16	0.22	2.94	60	50	25		Memenuhi Syarat
	127+507	3.082								
	127+532	3.137								
93	127+507	3.082	0.22	2.888	-2.668	60	50	25		Memenuhi Syarat
	127+532	3.137								
	127+557	3.859								
94	127+532	3.137	2.888	1.64	1.248	60	50	25		Memenuhi Syarat
	127+557	3.859								
	127+582	4.269								
95	127+557	3.859	1.64	1.136	0.504	60	50	25		Memenuhi Syarat
	127+582	4.269								
	127+607	4.553								
96	127+582	4.269	1.136	2.986	-1.85	60	75	50		Memenuhi Syarat
	127+607	4.553								
	127+657	6.046								
97	127+607	4.553	2.986	-1.3	4.286	60	75	50		Memenuhi Syarat
	127+657	6.046								
	127+682	5.721								
98	127+657	6.046	-1.3	-3.296	1.996	60	50	25		Memenuhi Syarat
	127+682	5.721								
	127+707	4.897								
99	127+682	5.721	-3.296	-1.624	-1.672	60	50	25		Memenuhi Syarat
	127+707	4.897								
	127+732	4.491								
100	127+707	4.897	-1.624	-0.928	-0.696	60	50	25		Memenuhi Syarat
	127+732	4.491								

No.	STA	Elevasi	g1	g2	A	V (Km /jam)	Lv (m)	Jrk 2 lkg vertikal		Keterangan		
		(m)	(%)	(%)				(m)				
	127+757	4.259										
101	127+732	4.491	-0.928		-0.52	60	50	25		Memenuhi Syarat		
	127+757	4.259									-0.408	
	127+782	4.157										
102	127+757	4.259	-0.408		0.732	60	100	25		Memenuhi Syarat		
	127+782	4.157									-1.14	
	127+807	3.872										
103	127+782	4.157	-1.14		0.812	60	50	25		Memenuhi Syarat		
	127+807	3.872									-1.952	
	127+832	3.384										
104	127+807	3.872	-1.952		-0.656	60	50	25		Memenuhi Syarat		
	127+832	3.384									-1.296	
	127+857	3.06										
105	127+832	3.384	-1.296		-	60	50	25		Memenuhi Syarat		
	127+857	3.06									-	0.00269
	127+882	2.925										
106	127+857	3.06	-0.54		-0.188	60	50	25		Memenuhi Syarat		
	127+882	2.925									-0.352	
	127+907	2.837										
107	127+882	2.925	-0.352		0.076	60	50	25		Memenuhi Syarat		
	127+907	2.837									-0.428	
	127+932	2.73										
108	127+907	2.837	-0.428		0.092	60	50	25		Memenuhi Syarat		
	127+932	2.73									-0.52	
	127+957	2.6										
109	127+932	2.73	-0.52		-0.488	60	50	25		Memenuhi Syarat		
	127+957	2.6									-0.032	
	127+982	2.592										
110	127+957	2.6	-0.032		-0.008	60	50	25		Memenuhi Syarat		
	127+982	2.592									-0.024	
	128+007	2.586										

No.	STA	Elevasi	g1	g2	A	V (Km /jam)	Lv (m)	Jrk 2 lkg vertikal		Keterangan
		(m)	(%)	(%)				(m)		
111	127+982	2.592	-0.024		0.014	60	75	25		Memenuhi Syarat
	128+007	2.586								
	128+057	2.567								
112	128+007	2.586	-0.038		0.006	60	100	50		Memenuhi Syarat
	128+057	2.567								
	128+107	2.545								
113	128+057	2.567	-0.044		0.144	60	100	50		Memenuhi Syarat
	128+107	2.545								
	128+157	2.451								
114	128+107	2.545	-0.188		0.332	60	100	50		Memenuhi Syarat
	128+157	2.451								
	128+207	2.191								
115	128+157	2.451	-0.52		-0.98	60	75	50		Memenuhi Syarat
	128+207	2.191								
	128+232	2.306								
116	128+207	2.191	0.46		0.288	60	50	25		Memenuhi Syarat
	128+232	2.306								
	128+257	2.349								
117	128+232	2.306	0.172		-0.232	60	75	25		Memenuhi Syarat
	128+257	2.349								
	128+307	2.551								
118	128+257	2.349	0.404		-0.152	60	100	50		Memenuhi Syarat
	128+307	2.551								
	128+357	2.829								
119	128+307	2.551	0.556		0.152	60	75	50		Memenuhi Syarat
	128+357	2.829								
	128+382	2.93								
120	128+357	2.829	0.404		-1.276	60	75	25		Memenuhi Syarat
	128+382	2.93								
	128+407	3.35								
121	128+382	2.93	1.68		0.496	60	50	25		Memenuhi

No.	STA	Elevasi	g1	g2	A	V (Km /jam)	Lv (m)	Jrk 2 lkg vertikal		Keterangan
		(m)	(%)	(%)				(m)		
	128+407	3.35		1.184						Syarat
	128+432	3.646								
122	128+407	3.35	1.184		1.376	60	50	25		Memenuhi Syarat
	128+432	3.646								
	128+457	3.598								
123	128+432	3.646	-0.192		0.342	60	75	25		Memenuhi Syarat
	128+457	3.598								
	128+507	3.331								
124	128+457	3.598	-0.534		-0.682	60	100	25		Memenuhi Syarat
	128+507	3.331								
	128+557	3.405								

Sumber : Hasil Analisa

Dari tabel di atas didapat landai maksimum adalah  $3,16\% < 8\%$ . Selain itu secara visual, ruas jalan Rembang – Bulu (Batas Jawa Timur) merupakan jalan yang relatif datar. Sehingga jika melihat dari hasil rekapitulasi di atas maka seluruh lengkung vertikal yang ada pada jalan eksisting masih memenuhi syarat, tidak memerlukan adanya perbaikan.

## 5.5 EVALUASI STRUKTUR PERKERASAN JALAN

### 5.5.1 Kondisi Permukaan Jalan

Evaluasi kondisi permukaan jalan dilakukan secara visual dengan melihat kondisi eksisting saat ini. Saat ini jalan ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) mengalami beberapa kerusakan seperti retak rambut (*Hair Cracks*), sedikit jembul /bergelombang (*Upheaval*), sedangkan pada ruas jalan yang kanan kirinya terdapat pertokoan, kerusakan yang terjadi berupa keausan permukaan dan sedikit berlubang. Berdasarkan pada Indeks Kondisi Jalan ( $RCI = Road\ Condition\ Index$ ), kondisi jalan eksisting saat ini berada pada skala 4 - 5 (jelek, kadang-kadang ada lubang dan permukaan jalan tidak rata).

### 5.5.2 Kondisi Struktural Metode Benkleman Beam

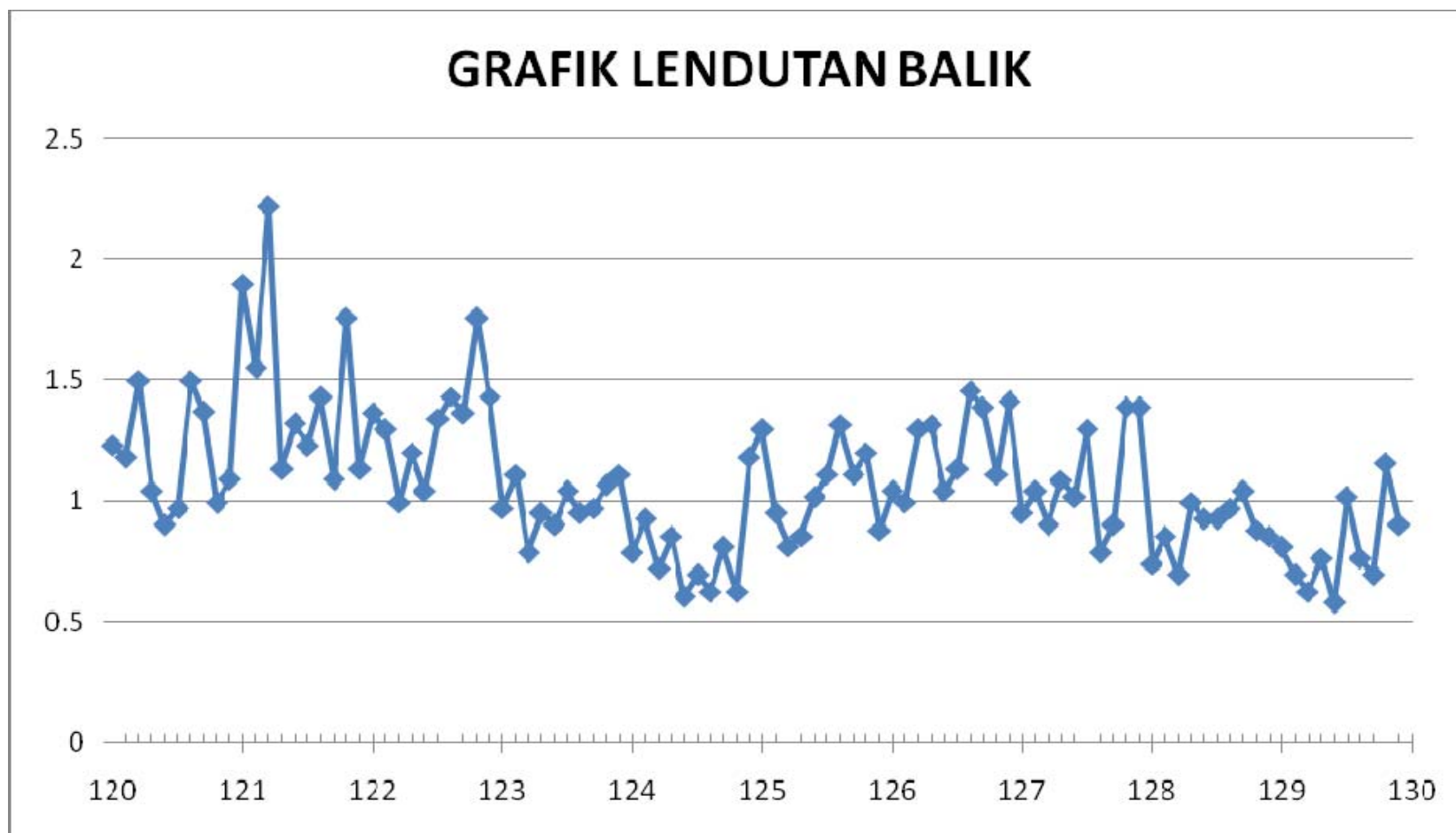
Evaluasi kondisi struktural jalan dilakukan dengan *Benkleman Beam Test* (Metode Non Destruktif). Dimana dari hasil itu didapat besarnya lendutan yang terjadi sepanjang ruas jalan yang menyebabkan gelombang pada jalan. Untuk ruas ini nilai lendutan balik yang mewakili dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Tabel 5.7 Resume Nilai Lendutan Balik

Nama Ruas	Panjang Ruas (STA)	Jumlah Data	Lendutan Balik (mm)				Lendutan Balik yang mewakili (mm) Rerata + (2 * STD)
			Max	Min	Rerata	(STD)	
Rembang-Bulu (batas jawa timur)	120+000 – 123+000	31	2.22	0.9	1.31380258	0.300601418	1.915005417
Rembang-Bulu (batas jawa timur)	123+100 – 129+900	69	1.46	0.58	0.94	0.221001359	1.382012718

Sumber : Hasil Analisa

Grafik 5.1 Lendutan Balik





Dari data Nilai Lendutan Balik di atas, akan diperiksa apakah lendutan yang ada masih memenuhi persyaratan yang ditetapkan untuk jalan dengan kondisi :

- permukaan Aspal Beton (AC)
- pentahapan 2 lajur 2 arah tanpa median (2/2 UD)
- umur rencana 10 tahun (2010 – 2020)
- pertumbuhan lalu lintas 5,5663 %/ tahun
- faktor umur rencana (N) 17,2343
- MST 10 ton

Tabel 5.8 Resume Nilai Pertumbuhan Lalu Lintas

Tahun	Golongan Kendaraan (Dua Arah)												Total
	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8	Kend /hari
2007	8,439	2,560	729	1,316	212	716	1,129	1,369	1,906	1,175	779	714	21,044
2008	8908.741 26	2702.498	769.5784	1389.253	223.8006	755.8548	1191.844	1445.203	2012.09395	1240.404	822.3616	753.7435	22,215
2010	9928.121 05	3011.73	857.6372	1548.217	249.4089	842.3432	1328.22	1610.57	2242.327137	1382.337	916.46	839.9903	24,757

Sumber : Hasil Analisa

Dari nilai pertumbuhan lalu lintas di atas maka dengan melihat tabel korelasi antara umur rencana dan angka pertumbuhan (Tabel 2.48), maka didapatkan nilai Faktor Umur Rencana (N) = 17,2343.

Selanjutnya dilakukan perhitungan angka ekivalen (E/UE 18 KSAL) dari beban sumbu tiap-tiap golongan kendaraan ditentukan menurut rumus :

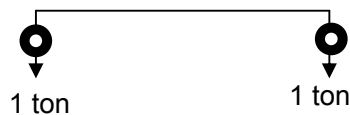
$$\text{Angka ekivalen sumbu tunggal} = \left( \frac{\text{beban satu sumbu tunggal dalam kg}}{8160} \right)^4$$

$$\text{Angka ekivalen sumbu ganda} = 0,086 \times \left( \frac{\text{beban satu sumbu ganda dalam kg}}{8160} \right)^4$$

Perhitungan Angka ekivalen (E/UE 18 KSAL) beban sumbu kendaraan sebagai berikut :

1. Kendaraan ringan 2 ton

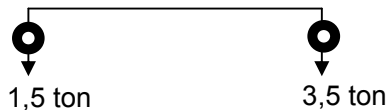
Gol 2 dan 3 (Sedan, jeep, station wagon, oplet, pick up, suburban, combi dan minibus)



$$2 \text{ ton } (1 + 1) = \left( \frac{1000}{8160} \right)^4 + \left( \frac{1000}{8160} \right)^4 = 0,00045$$

2. Kendaraan 5 ton

Gol 4 (Micro truk dan mobil hantaran)



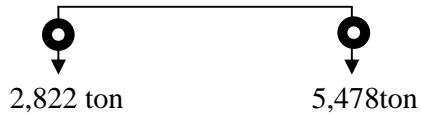
$$5 \text{ ton } (1,5 + 3,5) = \left( \frac{1500}{8160} \right)^4 + \left( \frac{3500}{8160} \right)^4 = 0,0011 + 0,0338 = 0,0350$$

3. Kendaraan 8 ton  
Gol 5a (Bus kecil)



$$8 \text{ ton } (3 + 5) = \left(\frac{3000}{8160}\right)^4 + \left(\frac{5000}{8160}\right)^4 = 0,0183 + 0,1410 = 0,1592$$

4. Kendaraan 8,3 ton  
Gol 6a (Truk ringan 2 sumbu)



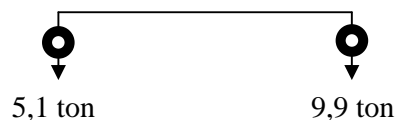
$$8,3 \text{ ton } (2,822 + 5,478) = \left(\frac{2822}{8160}\right)^4 + \left(\frac{5478}{8160}\right)^4 = 0,2174$$

5. Kendaraan 9 ton  
Gol 5b (Bus besar)



$$9 \text{ ton } (3,06 + 5,94) = \left(\frac{3060}{8160}\right)^4 + \left(\frac{5940}{8160}\right)^4 = 0,30057$$

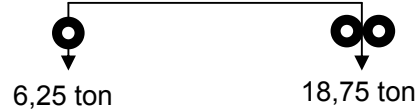
6. Kendaraan 15 ton  
Gol 6b (Truk sedang 2 sumbu)



$$15 \text{ ton } (5,1 + 9,9) = \left(\frac{5100}{8160}\right)^4 + \left(\frac{9900}{8160}\right)^4 = 2,548$$

## 7. Kendaraan 25 ton

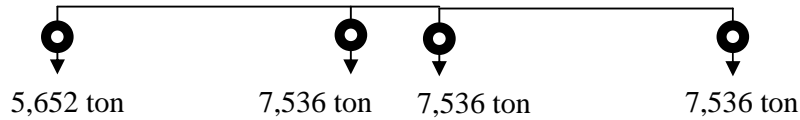
Gol 7a (Truk 3 sumbu)



$$25 \text{ ton } (6,25 + 18,75) = \left(\frac{6250}{8160}\right)^4 + 0,086 \times \left(\frac{18750}{8160}\right)^4 = 2,7416$$

## 8. Kendaraan 31,4 ton

Gol 7b (Truk gandeng)



$$31,4 \text{ ton}(5,388 + 7,356 + 7,536 + 7,536) = \left(\frac{5652}{8160}\right)^4 + \left(\frac{7536}{8160}\right)^4 +$$

$$\left(\frac{7536}{8160}\right)^4 + \left(\frac{7536}{8160}\right)^4 = 4,9283$$

## 9. Kendaraan 34 ton

Gol 7b (Truk trailer)



$$42 \text{ ton}(6,12 + 9,52 + 18,36) = \left(\frac{6120}{8160}\right)^4 + \left(\frac{9520}{8160}\right)^4 + 0,086 \times \left(\frac{18360}{8160}\right)^4$$

$$= 5,3155$$

Ket



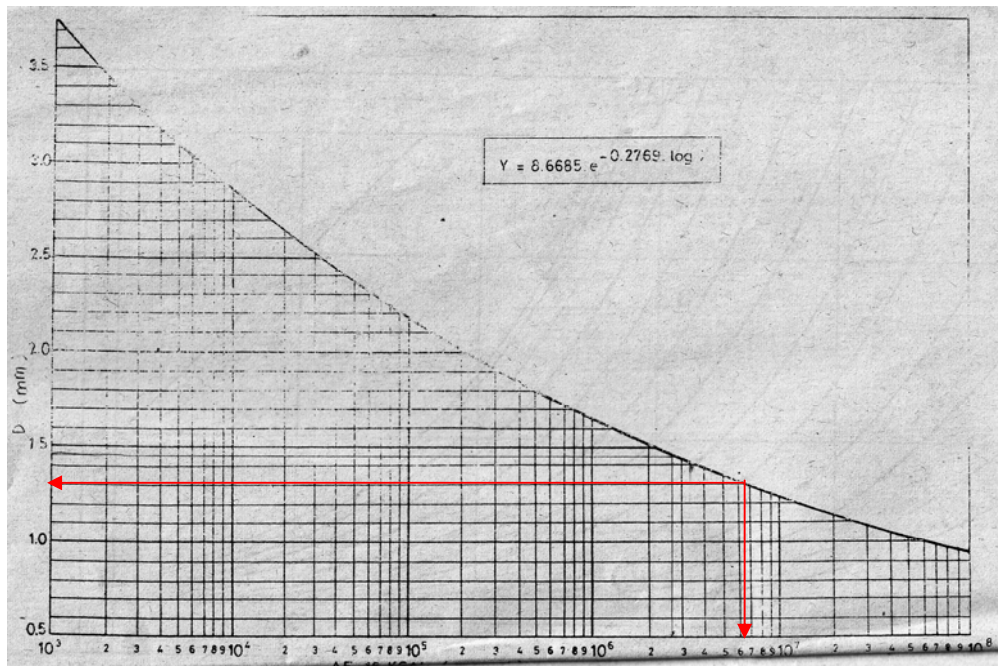
Tabel 5.9 Perhitungan AE 18 KSAL

Gol	Jenis Kendaraan	LHR Tahun 2008 (kend/hr)	Beban Total (ton)	Beban As Depan (ton)	Beban As Tengah (ton)	Beban As Belakang (ton)	UE 18 KSAL	N	AE 18 KSAL
2	Sedan, Jeep, STW	2702.497645	2	1	-	1	0.00045	17.2343	3,825.03
3	Oplet, Suburban, Minibus	769.578431	2	1	-	1	0.00045	17.2343	1,089.24
4	Mikro Truck, Mobil Hantaran	1389.252696	5	1.5	-	3.5	0.035	17.2343	152,934.62
5a	Bus Kecil	223.8005862	8	3	-	5	0.1592	17.2343	112,062.63
5b	Bus Besar	755.8548101	9	3.06	-	5.94	0.30057	17.2343	714,563.01
6a	Truk 2 Sumbu Kecil	1191.843688	8.3	2.822	-	5.478	0.2174	17.2343	814,958.24
6b	Truk 2 Sumbu Besar	1445.202842	15	5.1	-	9.9	2.548	17.2343	11,582,031.67
7a	Truk 3 Sumbu	2242.327137	25	6.25	-	18.75	2.7416	17.2343	19,335,685.86
7b	Truk Gandengan	1240.404193	31.4	5.62	7.536	15.072	4.9283	17.2343	19,227,237.00
7c	Trk Trailler	822.3615881	34	13.46 4	20.944	40.392	5.3155	17.2343	13,748,757.64
<b>TOTAL</b>									<b>65,693,144.92</b>

Sumber : Hasil Analisa

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 &\text{Nilai AE 18 KSAL untuk kendaraan golongan 2 :} \\
 &= \text{LHR} \times 50\% \times \text{UE 18 KSAL} \times N \times 366 \\
 &= 2702,497645 \times 0,50 \times 0,00045 \times 17,2343 \times 365 \\
 &= 3825,03
 \end{aligned}$$



Gambar 5.1 Kurva Failure

Dikarenakan lapis permukaan yang dipakai adalah aspal beton (AC), maka dengan melihat pada Kurva Failure (Grafik 2.2), diperoleh lendutan ijin sebesar 1,3 cm.

Berdasarkan lendutan balik yang ada, maka pada segmen STA 122+457 s/d 128+557 sudah melebihi lendutan jadi diperlukan overlay (lapis tambahan) dengan ketebalan yang berbeda-beda.

Untuk selanjutnya diperhitungkan umur sisa jalan dengan rumus sebagai berikut :

$$N = \frac{AE18KSAL}{365 \times \sum m \times UE18KSAL}$$

$$n = \frac{\text{Log}(2N + 2/R + 1) - \text{Log}(2/R + 1)}{\text{Log}(R + 1)}$$

Keterangan :

- N : factor umur rencana  
 AE18KSAL : *Accumulative Equivalent 18 kip Single Axle Load*  
 UE18KSAL : *Unit Equivalent 18 kip Single Axle Load*  
 m : jumlah masing-masing jenis lalu lintas  
 n : umur sisa jalan (tahun)  
 R : perkembangan lalu lintas

- Untuk STA 122+457 <sup>s/d</sup> 123+000 :

AE18KSAL didapatkan dari lendutan balik yang terwakili pada perhitungan lendutan balik yaitu 1,382 centimeter, dengan menggunakan grafik di atas maka didapatkan nilai AE18KSAL sebesar  $6,2 \times 10^7$ . Dengan nilai UE18KSAL 20886,40.

$$N = \frac{6,2 \times 10^7}{365 \times 20886,40} = 8,133$$

$$n = \frac{\text{Log}(2 \times 8,133 + 2/0,05566 + 1) - \text{Log}(2/0,05566 + 1)}{\text{Log}(0,05566 + 1)}$$

$$= 6,737 \text{ tahun}$$

- Untuk STA 123+000 <sup>s/d</sup> 128+557 :

AE18KSAL didapatkan dari lendutan balik yang terwakili pada perhitungan lendutan balik yaitu 1,915 centimeter, dengan menggunakan grafik di atas maka didapatkan nilai AE18KSAL sebesar  $3 \times 10^6$ . Dengan nilai UE18KSAL 20886,40.

$$N = \frac{3 \times 10^6}{365 \times 20886,40} = 0,3935$$

$$n = \frac{\text{Log}(2 \times 0,3935 + 2/0,05566 + 1) - \text{Log}(2/0,05566 + 1)}{\text{Log}(0,05566 + 1)}$$

$$= 0,389 \text{ tahun}$$

Dari hasil perhitungan di atas maka ruas jalan Rembang-Bulu (Batas Jawa Timur) diperlukan lapis tambahan (*overlay*) dengan kebutuhan ketebalan yang berbeda antara STA 122+457 <sup>s/d</sup> 123+000 dan STA 123+000 <sup>s/d</sup> 128+557.

### 5.5.3 Kondisi Struktural Metode Analisa Komponen

Perhitungan ESAL dengan menggunakan metode Analisa Komponen, dasar perhitungannya berasal dari buku Petunjuk Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI - 2.3.28.1987 UDC : 625.73 (02).

Kondisi jalan yang akan dievaluasi antara lain :

- permukaan Aspal Beton (AC)
- pentahapan 2 lajur 2 arah tanpa median (2/2 UD)
- umur rencana 10 tahun (2010 – 2020)
- pertumbuhan lalu lintas 5,5663 %/ tahun
- MST 10 ton

Selanjutnya perhitungan dengan menggunakan Metode Analisa Komponen adalah sebagai berikut :

- **Perhitungan data lalu lintas**

Berdasarkan tabel 5.8. diketahui data LHR tahun 2007. Golongan kendaraan yang disertakan dalam perhitungan yaitu kendaraan golongan 2,3,5,6 dan 7. Sedangkan untuk sepeda motor (golongan 1) serta kendaraan tidak bermotor (golongan 8) diasumsikan tidak memberikan beban terhadap struktur perkerasan, sehingga tidak disertakan dalam perhitungan.

Data yang akan dianalisa untuk evaluasi adalah tahun 2008 sehingga diketahui ITP sisa pada tahun 2008 di ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur).

Tabel 5.10 Data LHR Pada Awal Dan Akhir Umur Rencana

GOL	LHR 2007	LHR 2008
2	2560	2702.498
3	729	769.5784
4	1316	1389.253
5a	212	223.8006



GOL	LHR 2007	LHR 2008
5b	716	755.8548
6a	1129	1191.844
6b	1369	1445.203
7a	1906	2012.094
7b	1175	1240.404
7c	779	822.3616

Sumber : Hasil Analisa

- **Angka Ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan**

Angka ekuivalen dari beban sumbu tiap-tiap golongan kendaraan ditentukan menurut rumus :

- o Angka ekuivalen sumbu tunggal

$$= \left[ \frac{\text{beban satu sumbu tunggal dalam kg}}{8160} \right]^4$$

- o Angka ekuivalen sumbu ganda

$$= 0,086 \times \left[ \frac{\text{beban satu sumbu ganda dalam kg}}{8160} \right]^4$$

Angka ekuivalen (E) beban sumbu kendaraan juga bisa didapatkan Tabel 5.11 berikut:

Tabel 5.11 Angka ekuivalen (Ej) beban sumbu kendaraan

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
1000	2205	0,0002	-
2000	4409	0,0036	0,0003
3000	6614	0,0183	0,0016
4000	8818	0,0577	0,005
5000	11023	0,141	0,0121

Beban Sumbu		Angka Ekuivalen	
Kg	Lb	Sumbu Tunggal	Sumbu Ganda
6000	13228	0,2923	0,0251
7000	15432	0,5415	0,0466
8000	17637	0,9238	0,0794
8160	18000	1	0,086
9000	19841	1,4798	0,1273
10000	22046	2,2555	0,194
11000	24251	3,3022	0,284
12000	26455	4,677	0,4022
13000	28660	6,4419	0,554
14000	30864	8,6647	0,7452
15000	33069	11,4184	0,982
16000	35276	14,7815	1,2712

Sumber : Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen, SKBI-2.3.26.1987, Departemen Pekerjaan Umum

**Atau angka ekuivalen beban sumbu kendaraan dapat dihitung sendiri seperti dibawah ini :**

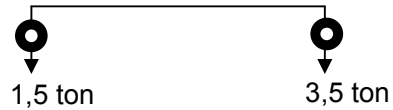
1. Kendaraan ringan 2 ton  
Gol 2 dan 3 (Sedan, jeep, station wagon, oplet, pick up, suburban, combi dan minibus)



$$2 \text{ ton } (1 + 1) = \left( \frac{1000}{8160} \right)^4 + \left( \frac{1000}{8160} \right)^4 = 0,00045$$

## 2. Kendaraan 5 ton

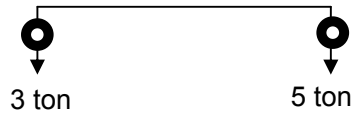
Gol 4 (Micro truk dan mobil hantaran)



$$5 \text{ ton } (1,5 + 3,5) = \left(\frac{1500}{8160}\right)^4 + \left(\frac{3500}{8160}\right)^4 = 0,0011 + 0,0338 = 0,0350$$

## 3. Kendaraan 8 ton

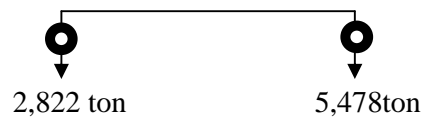
Gol 5a (Bus kecil)



$$8 \text{ ton } (3 + 5) = \left(\frac{3000}{8160}\right)^4 + \left(\frac{5000}{8160}\right)^4 = 0,0183 + 0,1410 = 0,1592$$

## 4. Kendaraan 8,3 ton

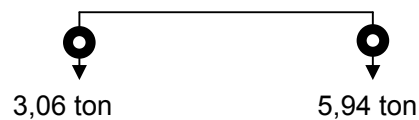
Gol 6a (Truk ringan 2 sumbu)



$$8,3 \text{ ton } (2,822 + 5,478) = \left(\frac{2822}{8160}\right)^4 + \left(\frac{5478}{8160}\right)^4 = 0,2174$$

## 5. Kendaraan 9 ton

Gol 5b (Bus besar)



$$9 \text{ ton } (3,06 + 5,94) = \left(\frac{3060}{8160}\right)^4 + \left(\frac{5940}{8160}\right)^4 = 0,30057$$

## 6. Kendaraan 15 ton

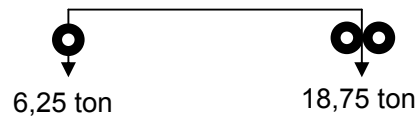
Gol 6b (Truk sedang 2 sumbu)



$$15 \text{ ton } (5,1 + 9,9) = \left(\frac{5100}{8160}\right)^4 + \left(\frac{9900}{8160}\right)^4 = 2,548$$

## 7. Kendaraan 25 ton

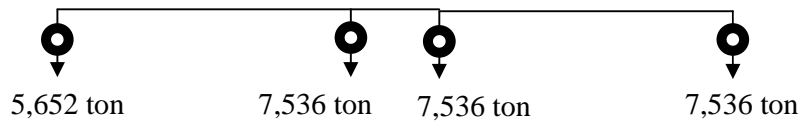
Gol 7a (Truk 3 sumbu)



$$25 \text{ ton } (6,25 + 18,75) = \left(\frac{6250}{8160}\right)^4 + 0,086 \times \left(\frac{18750}{8160}\right)^4 = 2,7416$$

## 8. Kendaraan 31,4 ton

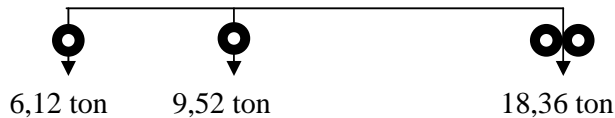
Gol 7b (Truk gandeng)



$$31,4 \text{ ton } (5,388 + 7,356 + 7,536 + 7,536) = \left(\frac{5652}{8160}\right)^4 + \left(\frac{7536}{8160}\right)^4 + \left(\frac{7536}{8160}\right)^4 + \left(\frac{7536}{8160}\right)^4 = 4,9283$$

## 9. Kendaraan 34 ton

Gol 7c (Truk trailer)



$$42 \text{ ton}(6,12 + 9,52 + 18,36) = \left(\frac{6120}{8160}\right)^4 + \left(\frac{9520}{8160}\right)^4 + 0,086 \times \left(\frac{18360}{8160}\right)^4 = 5,3155$$

Ket



- **Perhitungan Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)**

Nilai LEP tiap kendaraan ditentukan berdasarkan rumus berikut:

$$LEP = \sum (LHR_{2006} \times C_j \times E_j)$$

dimana :  $C_j$  = koefisien distribusi kendaraan, yang besarnya untuk tipe jalan 2 lajur 2 arah adalah 0,5 (kendaraan ringan = golongan 2, 3 dan 4), dan 0,5 (kendaraan berat = golongan 5, 6 dan 7). Maka, nilai LEP tiap golongan kendaraan dapat dihitung seperti pada Tabel 5.12 berikut ini.

Tabel 5.12 Nilai Lintas Ekivalen Permulaan (LEP)

Golongan	LHR 2008	$C_j$	$E_j$	LEP	
Kendaraan	kend/hari				
2	2702.497645	0.5	0.00045	0.608062	
3	769.578431	0.5	0.00045	0.173155	
4	1389.252696	0.5	0.035	24.31192	
5a	223.8005862	0.5	0.1592	17.81453	
5b	755.8548101	0.5	0.30057	113.5936	
6a	1191.843688	0.5	0.2174	129.5534	
6b	1445.202842	0.5	2.548	1841.188	
7a	2012.09395	0.5	2.7416	2758.178	
7b	1240.404193	0.5	4.9283	3056.542	
7c	822.3615881	0.5	5.3155	2185.632	
				Jumlah	10127.6

Sumber : Hasil Perhitungan

- **Perhitungan Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)**

Nilai LEA tiap kendaraan ditentukan atas rumus berikut :

$$LEA = \sum (LHR_{2026} \times C_j \times E_j)$$

Maka, nilai LEA tiap golongan kendaraan dapat dihitung seperti pada Tabel 5.13 berikut ini.

Tabel 5.13 Nilai Lintas Ekuivalen Akhir (LEA)

Golongan	LHR 2008	C <sub>J</sub>	E <sub>J</sub>	LEP
Kendaraan	kend/hari			
2	2702.497645	0.5	0.00045	0.608062
3	769.578431	0.5	0.00045	0.173155
4	1389.252696	0.5	0.035	24.31192
5a	223.8005862	0.5	0.1592	17.81453
5b	755.8548101	0.5	0.30057	113.5936
6a	1191.843688	0.5	0.2174	129.5534
6b	1445.202842	0.5	2.548	1841.188
7a	2012.09395	0.5	2.7416	2758.178
7b	1240.404193	0.5	4.9283	3056.542
7c	822.3615881	0.5	5.3155	2185.632
Jumlah				10127.6

Sumber : Hasil Perhitungan

- **Perhitungan Lintas Ekuivalen Tengah (LET)**

Nilai LET ditentukan berdasarkan rumus berikut :

$$\begin{aligned} LET &= 0,5 \times (LEP + LEA) \\ &= 0,5 \times (10127,6 + 10127,6) \\ &= 10127,6 \end{aligned}$$

- **Perhitungan Lintas Ekuivalen Rencana (LER)**

Untuk nilai LER pada evaluasi adalah LET yaitu 10127,6

- **Menentukan Faktor Regional (FR)**

Berdasarkan Tabel 2.40 nilai Faktor Regional bergantung kepada jumlah persentase kendaraan berat, nilai klasifikasi medan, dan jumlah curah hujan per tahun.

$$\begin{aligned} \text{➤ \% kendaraan berat} &= \frac{\sum \text{kendaraan (gol 5 + gol 6 + gol 7)}}{\sum \text{kendaraan total}} \\ &= \frac{8571.666}{13989.25} \\ &= 0.612732 > \mathbf{30 \%} \end{aligned}$$

- Kelandaian melintang rata - rata adalah < 6 %.
- Maka trase ini termasuk ke dalam tipe kelandaian I
- Jumlah curah hujan per tahun Kabupaten Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) berdasarkan data yang didapatkan dari Stasiun Klimatologi Tingkat I, Semarang adalah > 900 mm/tahun.
- Maka dapat disimpulkan nilai Faktor Regional adalah 2.

- **Menentukan Indeks Permukaan**

Indeks permukaan terdiri dari :

- IPO, merupakan indeks permukaan pada awal umur rencana. Jalan arteri ini didesain menggunakan jenis lapis permukaan laston dengan roughness < 1000. Maka, berdasarkan Tabel 2.42 didapatkan nilai IPO = 4
- IPT, merupakan indeks permukaan pada akhir umur rencana. Untuk jalan arteri dengan besar LER > 1000, berdasarkan Tabel 2.41 didapatkan nilai IPT = 2,5.

- **Menentukan nilai Daya Dukung Tanah (DDT)**

Nilai Daya Dukung Tanah (DDT) didapat berdasarkan grafik korelasi antara nilai CBR dengan DDT.

Maka dengan nilai CBR = 10,0 % didapat nilai DDT sebesar 6,00

- **Menentukan Indeks Tebal Permukaan (ITP)**

Penentuan indeks tebal permukaan (ITP) tidak dapat dilaksanakan karena nilai dari LER >10000, sedangkan pada nomogram nilai LER hanya mencapai 10000, sehingga cara ini dilanjutkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{LogWt}_{18} = 9,36 \times \log(\text{ITP} + 2,54) - 3,9892 - \left( \frac{Gt}{\left( 0,40 + \frac{138072}{(\text{ITP} + 2,54)^{5,19}} \right)} \right) + \log(1/FR) + 0,372 \times (\text{DDT} - 3,0)$$

Keterangan :

- Gt : Fungsi logaritma dari perbandingan antara kehilangan tingkat pelayanan dari IP=IP0 sampai IP = Ipt dengan kehilangan tingkat pelayanan dari Ipo sampai Ipt = 1,5.
- Wt 18 : Beban lalu lintas selama umur rencana atas dasar beban sumbu tunggal 18000 pon yang telah diperhitungkan terhadap faktor regional. Rumus  $\text{Wt}_{18} = \text{LER} \times 3650$ .
- FR : Faktor regional
- ITP : Indeks Tebal Perkerasan untuk keadaan lingkungan dan daya dukung sesuai lokasi jalan dan indeks permukaan akhir umur rencana yang dipilih.
- DDT : Daya dukung tanah dasar yang besarnya merupakan nilai korelasi dengan nilai CBR.

Dengan data LER sebesar 10127,6 maka didapat nilai Wt18 sebesar 36965740. sehingga rumus akan seperti di bawah ini.

$$\text{Log}36965740 = 9,36 \times \log(\text{ITP} + 2,54) - 3,9892 - \left( \frac{-0,255272505}{\left( 0,40 + \frac{138072}{(\text{ITP} + 2,54)^{5,19}} \right)} \right) + \log(1/2) + 0,372 \times (6 - 3,0)$$

Dengan cara interpolasi serta pendekatan maka akan diperoleh ITP sebesar 13,48562185.

- **Menentukan Indeks Tebal Permukaan sisa (ITPsisa)**

Untuk mencari ITP sisa, perlu diketahui besarnya nilai ITP eksisting, yang mana data perkerasan eksisting adalah sebagai berikut :

- AC = 10 cm a1 = 0,40 Kondisi = 90%



Karena lapisan permukaan terlihat retak halus, sedikit deformasi pada jalur roda namun masih tetap stabil maka nilai kondisinya adalah 90-100%.

- Agregat A = 20 cm  $a_2 = 0,14$  Kondisi = 100%

Lapis pondasi adalah lapis pondasi batu pecah dengan indeks plastisitas (Plasticity Index = PI)  $\leq 6$  maka nilai kondisinya adalah 80-100%.

- Agregat B = 40 cm  $a_3 = 0,11$  Kondisi = 100%

Lapis pondasi bawah memiliki indeks plastisitas (Plasticity Index = PI)  $\leq 6$  maka kondisinya adalah 90-100%.

$$\begin{aligned} \text{ITP eksisting} &= (10 \times 0,40 \times 0,9) + (20 \times 0,14) + (40 \times 0,11) \\ &= \mathbf{10,8} \end{aligned}$$

$$\text{Maka ITPsisa} = 13,486 - 10,8 = 2.686$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka pada ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) STA 122+457 s/d 128+557 diperlukan adanya lapis tambahan (*Overlay*).

## 5.6 EVALUASI BANGUNAN PELENGKAP JALAN

Kondisi jalan eksisting saat ini sudah dilengkapi dengan saluran/gorong-gorong dimana kondisinya saat ini masih cukup baik.

Selain gorong-gorong, kondisi beberapa jembatan yang terdapat pada ruas jalan ini, saat ini kondisinya masih cukup baik dan juga layak untuk digunakan. Tetapi dapat dilakukan perencanaan bangunan pelengkap jalan apabila dalam bab selanjutnya diperlukan.