

BAB IV

ANALISA DAN PENGOLAHAN DATA

4.1. TINJAUAN UMUM

Jalan yang dievaluasi dan direncanakan adalah ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) sepanjang kurang lebih 6 km terletak di Kabupaten Rembang tepatnya mulai KM Semarang STA 122+457 sampai dengan KM Semarang STA 128+557 Untuk melakukan evaluasi dan perencanaan suatu ruas jalan, dibutuhkan data-data dari kondisi yang ada (*existing*) pada jalan tersebut. Data-data tersebut akan menjadi *input* dalam perencanaan bagian-bagian jalan yang sudah tidak layak lagi. Oleh karena itu untuk keperluan tersebut kami melakukan kompilasi data primer dan data sekunder, kemudian diadakan analisa terhadap kedua data tersebut.

4.2. DATA PRIMER

Seperti telah dijelaskan pada BAB III, dalam memperoleh data primer dengan cara pengamatan langsung di lapangan (*survey* lokasi) dilakukan pengamatan secara cermat dan memperhatikan kondisi lapangan yang ada. Pada lokasi pengamatan dicatat variabel-variabel yang terpengaruh terhadap pokok bahasan. Data primer hasil pengamatan pada lokasi akan diuraikan pada sub bab - sub bab di bawah ini.

4.2.1. Kondisi Fisik Dasar

4.2.1.1. Kondisi Landscap (Tata Guna Lahan)

Sepanjang ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) terdapat berbagai macam tata guna lahan dimulai dari perumahan/pemukiman dan ladang, untuk lebih jelasnya dapat dilihat dalam tabel 4.1 berikut :

Tabel 4.1 Rekapitulasi Kondisi Landscap (Tata Guna Lahan) Eksisting

No.	STA	Keterangan
1	122+457 - 122+957	Kantor dan Pertokoan

No.	STA	Keterangan
2	122+957 - 123+457	Pertokoan
3	123+457 - 123+957	Rumah
4	123+957 - 124+457	lahan kosong
5	124+457 - 124+957	lahan kosong
6	124+957 - 125+457	lahan kosong
7	125+457 - 125+957	lahan kosong
8	125+957 - 126+457	Rumah
9	126+457 - 126+957	Rumah
10	126+957 - 127+457	Rumah
11	127+457 - 127+657	Rumah
12	127+657 - 128+157	Laut dan Rumah
13	128+157 - 128+557	Rumah

Sumber : Hasil Survey

4.2.1.2. Kondisi Bahu Jalan

Untuk ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) KM STA 122+457-KM STA 128+557, kondisi bahu jalan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.2 Rekapitulasi Kondisi Bahu Jalan Eksisting

NO	STA	Keterangan Bahu Jalan	
		Kiri	Kanan
1	122+457 - 122+957	Tanah	Tanah
2	122+957 - 123+457	Tanah	Tanah
3	123+457 - 123+957	Tanah	Tanah
4	123+957 - 124+457	Tanah	Tanah
5	124+457 - 124+957	Tanah	Tanah
6	124+957 - 125+457	Tanah	Tanah
7	125+457 - 125+957	Tanah	Tanah
8	125+957 - 126+457	Tanah	Tanah
9	126+457 - 126+957	Tanah	Tanah
10	126+957 - 127+457	Tanah	Tanah
11	127+457 - 127+657	Tanah	Tanah
12	127+657 - 128+157	Laut	Tanah

NO	STA	Keterangan Bahu Jalan	
		Kiri	Kanan
13	128+157 - 128+557	Tanah	Tanah

Sumber : Hasil Survey

4.3. DATA SEKUNDER

Selain data primer, data sekunder yang terdiri dari data teknis dan non teknis juga diperlukan untuk mengevaluasi kinerja lalu lintas dan perencanaan perkerasan.

4.3.1. Kondisi Fisik Dasar

4.3.1.1. Kondisi Perkerasan

Untuk ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) pada KM STA 122+457-KM STA 128+557 kondisi perkerasan jalan eksisting adalah sebagai berikut :

- Panjang Jalan : 6,100 Km
- Lebar Jalan : 6 meter
- Jenis Permukaan : AC

Untuk kerusakan yang ada pada saat ini dapat dilihat pada Tabel 4.3 berikut :

Tabel 4.3 Rekapitulasi Jenis Perkerasan Dan Kondisi Jalan Eksisting

No.	STA	Jenis Perkerasan	Kerusakan
1	122+457 - 122+957	Hot Mix	Retak rambut
2	122+957 - 123+457	Hot Mix	Retak rambut
3	123+457 - 123+957	Hot Mix	Retak rambut
4	123+957 - 124+457	Hot Mix	Retak rambut
5	124+457 - 124+957	Hot Mix	Retak rambut
6	124+957 - 125+457	Hot Mix	Lubang dan bergelombang
7	125+457 - 125+957	Hot Mix	Retak rambut dan lubang
8	125+957 - 126+457	Hot Mix	Retak rambut
9	126+457 - 126+957	Hot Mix	Retak rambut dan bergelombang
10	126+957 - 127+457	Hot Mix	Retak rambut dan

No.	STA	Jenis Perkerasan	Kerusakan
			bergelombang
11	127+457 - 127+957	Hot Mix	Retak rambut
12	127+957 - 128+457	Hot Mix	Retak rambut
13	128+457 - 128+557	Hot Mix	Retak rambut

Sumber : Hasil Survey

4.3.2. Data CBR (*California Bearing Ratio*)

Tanah dasar yang akan digunakan sebagai alas (dasar) perkerasan jalan harus diketahui sifatnya terlebih dahulu. Dalam perencanaan ini, data tanah diperoleh dari penyelidikan tanah yang meliputi :

1. Pekerjaan Lapangan, meliputi :
 - Sampel tanah sebanyak 7 (tujuh)
2. Pekerjaan Laboratorium, meliputi :
 - CBR tidak direndam
 - Kepadatan *Modified*

Tujuan penyelidikan tanah ini adalah untuk mengetahui nilai CBR lapisan tanah dasar badan jalan yang dilakukan pada ruas-ruas jalan belum beraspal seperti jalan tanah, jalan kerikil, jalan beraspal yang telah rusak hingga tampak lapisan pondasinya atau pada daerah rencana pelebaran.

Nilai CBR (tidak direndam) yang di dapat dari pemeriksaan di laboratorium dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.4 Data CBR Laboratorium (tidak direndam)

STA	W _{opt} (%)	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

STA	W _{opt} (%)	dry density (gr/cc)	CBR Value Penetration 0,1"		CBR Value Penetration 0,2"	
			CBR 95%	CBR 100%	CBR 95%	CBR 100%
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

Data CBR tersebut diatas tidak mempunyai perbedaan nilai besaran yang signifikan, sehingga dalam menentukan nilai CBR desain tidak diperlukan segmentasi. Untuk mendapatkan nilai CBR desain yang mewakili sepanjang ruas tersebut ada beberapa cara :

1. Cara Grafis

- CBR Laboratorium Tidak Diredam

Penentuan besaran nilai CBR desain (mewakili) terhadap CBR laboratorium disajikan dalam tabel dibawah ini :

Tabel 4.5 Perhitungan Nilai CBR Laboratorium
Tidak Diredam (100%) dengan CBR Value Penetration 1"

CBR	Jumlah Yang Sama/Lebih Besar	Persen Yang Sama/Lebih Besar (%)
20.2	1	14.2857143
15.8	2	28.5714286
15.2	3	42.8571429
13	4	57.1428571
12.75	5	71.4285714

CBR	Jumlah Yang Sama/Lebih Besar	Persen Yang Sama/Lebih Besar (%)
7.9	6	85.7142857
6.6	7	100

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4.6 Perhitungan Nilai CBR Laboratorium Tidak Direndam (100%) dengan CBR Value Penetration 2”

CBR	Jumlah Yang Sama/Lebih Besar	Persen Yang Sama/Lebih Besar (%)
19.5	1	14.2857143
16	2	28.5714286
15	3	42.8571429
12.6	4	57.1428571
12.2	5	71.4285714
7.8	6	85.7142857
6.8	7	100

Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4.7 Perhitungan Nilai CBR Laboratorium Tidak Direndam (95%) dengan CBR Value Penetration 1”

CBR	Jumlah Yang Sama/Lebih Besar	Persen Yang Sama/Lebih Besar (%)
16.25	1	14.28571429
13.4	2	28.57142857
11.8	3	42.85714286
10.2	4	57.14285714
10	5	71.42857143

CBR	Jumlah Yang Sama/Lebih Besar	Persen Yang Sama/Lebih Besar (%)
5.9	6	85.71428571
4	7	100

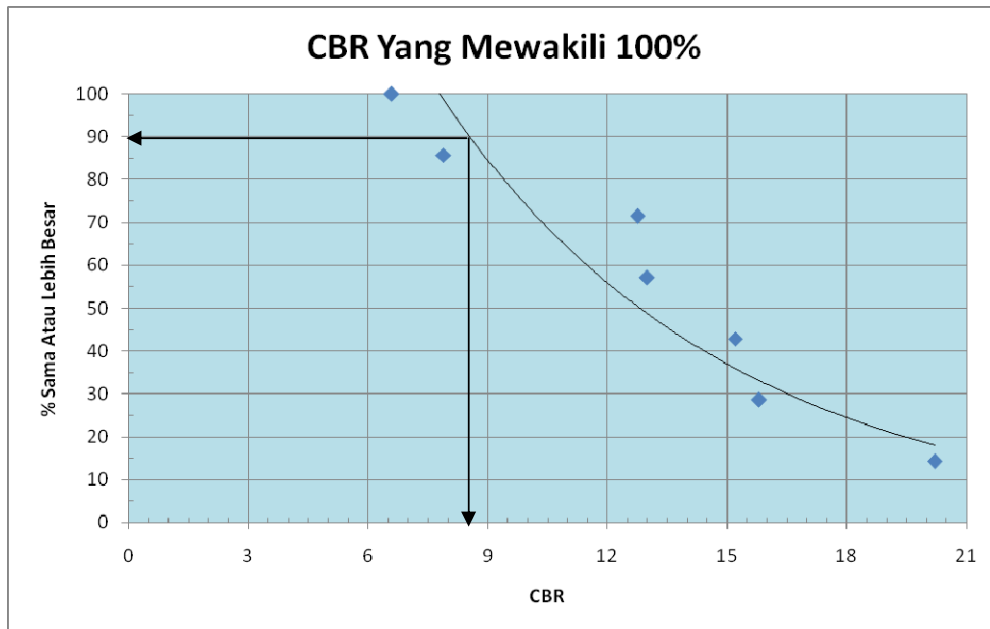
Sumber : Hasil Analisa

Tabel 4.8 Perhitungan Nilai CBR Laboratorium Tidak Direndam (95%) dengan CBR Value Penetration 2”

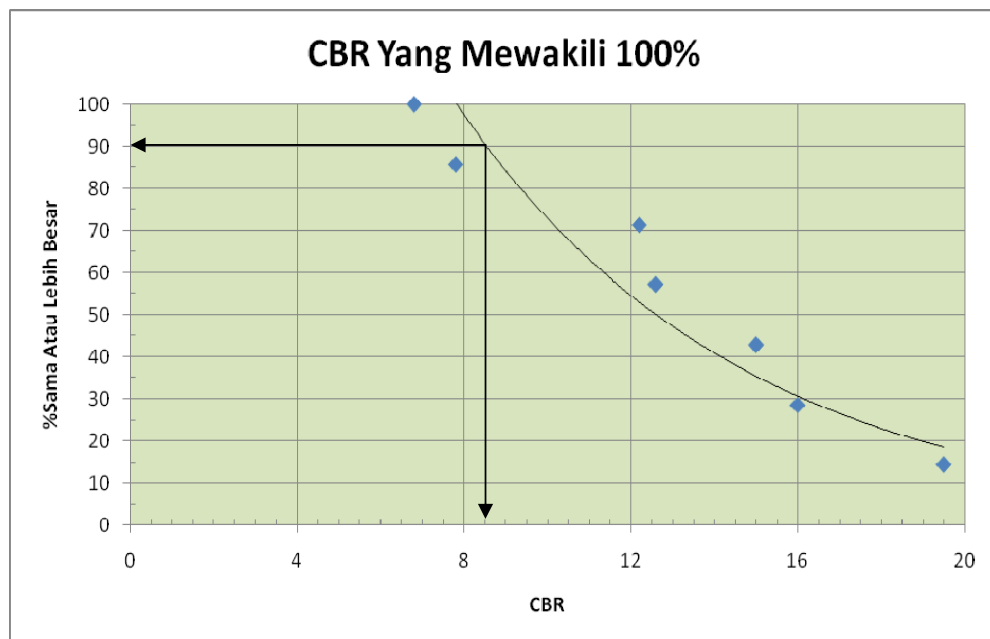
CBR	Jumlah Yang Sama/Lebih Besar	Persen Yang Sama/Lebih Besar (%)
16.5	1	14.28571429
13.6	2	28.57142857
11.2	3	42.85714286
10.2	4	57.14285714
9.9	5	71.42857143
6.1	6	85.71428571
4.2	7	100

Sumber : Hasil Analisa

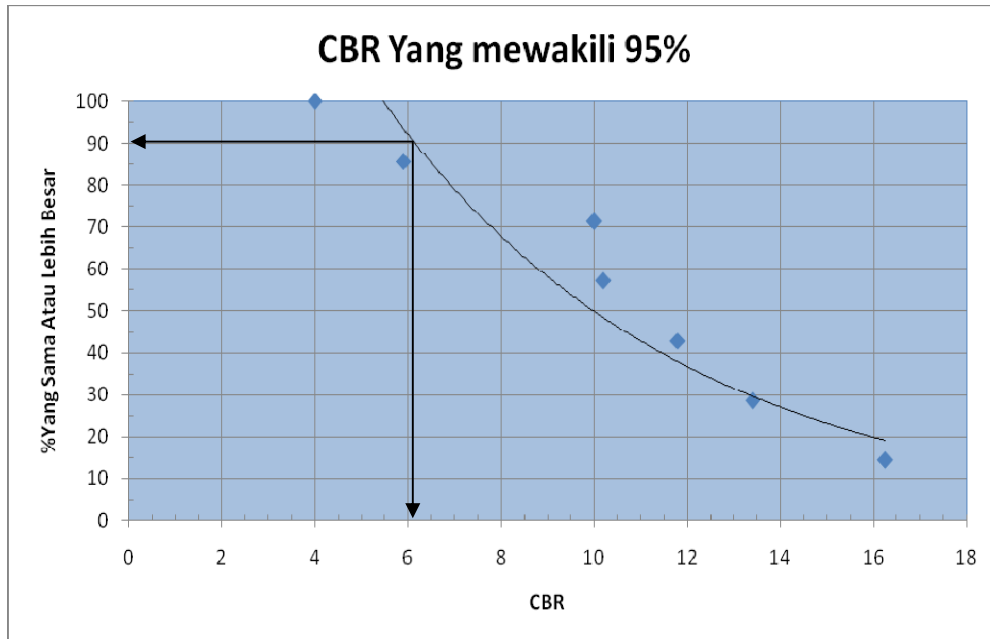
Grafik 4.1. CBR yang Mewakili (100%) dengan CBR Value Penetration 1”



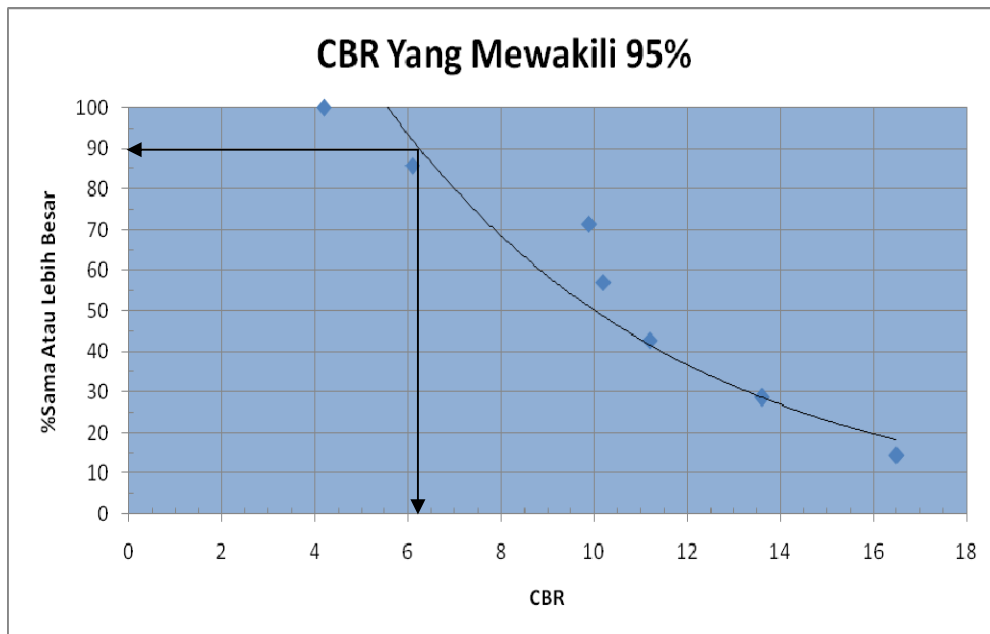
Grafik 4.2 CBR yang Mewakili (100%) dengan CBR Value Penetration 2”



Grafik 4.3 CBR yang Mewakili (95%) dengan CBR Value Penetration 1"



Grafik 4.4 CBR yang Mewakili (95%) dengan CBR Value Penetration 2"



Dari grafik diatas didapat harga CBR rencana sebesar 6,1% dari grafik yang Mewakili (95%) dengan CBR Value Penetration 1".

2. Menurut RDS

Menurut RDS (*Road Design System*), nilai CBR desain dapat diperoleh dengan rumus :

$$\text{CBR desain} = \text{CBR rata-rata} - (1 \times \text{SD})$$

Keterangan :

CBR desain = nilai CBR rencana yang dicari

CBR rata-rata = nilai CBR rata – rata yang diperoleh dari data yang ada

$$= \frac{\sum_1^n \text{CBR}}{n}, \quad n = \text{jumlah data}$$

SD = Standar Deviasi = simpangan baku

$$= \sqrt{\frac{n \left(\sum_1^n \text{CBR}^2 \right) - \left(\sum_1^n \text{CBR} \right)^2}{n(n-1)}}$$

- CBR Laboratorium tidak direndam (95% Optimum) dengan CBR Value Penetration 1”

- CBR rata-rata = $\frac{(16.25 + 5.9 + 11.8 + 4 + 10 + 13.4 + 10.2)}{7}$

$$= 10,22$$

- SD =

$$\sqrt{\frac{7(16.25^2 + 5.9^2 + 11.8^2 + 4^2 + 10^2 + 13.4^2 + 10.2^2) - (71.55)^2}{7(7-1)}}$$

$$= 4,21$$

sehingga didapat CBR desain = $10,22 - 4,21 = 6,01\%$

Dari uraian tersebut di atas, maka untuk kepentingan desain tebal perkerasan diambil **CBR desain sebesar 6.01%**. Dengan nilai CBR design tersebut diperkirakan bahwa kerusakan yang terjadi pada ruas jalan Rembang – Bulu (Batas Jawa Timur) disebabkan karena kekuatan tanah yang kurang.

4.3.3. Data Lendutan Balik

Data lendutan balik ini diperoleh dari hasil tes dengan menggunakan alat Benkleman Beam. Data ini akan dipergunakan dalam perencanaan tebal lapis ulang (*overlay*). Data hasil survey lendutan balik (BB) dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.9 Data Lendutan Balik

STA		X (cm)	d1	KIRI			dki (mm)	KANAN			dka (mm)	dmax (mm)	Keterang an
Semarang				d2	d3	d4		d2	d3	d4			
120 +	0	38	0	26	42	53	1.23	22	40	49	1.13	1.23	Fa ki = 2.01 Fa ka = 2.01 Fb = 1.00 Fm = 1.15 Lebar = 6.0 m Cuaca = Panas Kon. Perk = AC
+	100	37	0	30	47	51	1.18	24	35	46	1.06	1.18	
+	200	40	0	41	58	65	1.5	24	42	61	1.41	1.5	
+	300	32	0	27	34	41	0.95	25	37	45	1.04	1.04	
+	400	39	0	11	35	39	0.9	10	27	39	0.9	0.9	
+	500	36	0	19	31	42	0.97	12	31	40	0.93	0.97	
+	600	37	0	45	58	65	1.5	31	47	61	1.41	1.5	
+	700	39	0	37	49	52	1.2	35	45	59	1.37	1.37	
+	800	40	0	21	39	43	0.99	20	35	37	0.86	0.99	
+	900	40	0	11	29	47	1.09	25	39	46	1.06	1.09	
121 +	0	37	0	61	75	82	1.9	45	56	68	1.57	1.90	
+	100	36	0	54	59	67	1.55	32	45	59	1.36	1.55	
+	200	33	0	70	91	96	2.22	55	70	80	1.85	2.22	
+	300	32	0	24	37	41	0.95	26	35	49	1.13	1.13	
+	400	40	0	33	32	57	1.32	21	45	52	1.20	1.32	
+	500	40	0	26	46	53	1.23	20	39	51	1.18	1.23	
+	600	39	0	30	46	62	1.43	26	47	56	1.29	1.43	
+	700	38	0	24	37	47	1.09	21	37	45	1.04	1.09	
+	800	36	0	40	74	76	1.76	23	34	39	0.90	1.76	

IV-12

STA		X (cm)	d1	KIRI			dki (mm)	KANAN			dka (mm)	dmax (mm)	Keterangan
Semarang				d2	d3	d4		d2	d3	d4			
+	900	37	0	39	45	47	1.09	26	41	49	1.13	1.13	
122 +	0	38	0	26	42	59	1.36	24	41	58	1.34	1.36	
+	100	40	0	30	45	56	1.29	19	31	45	1.04	1.29	
+	200	40	0	29	33	43	0.99	26	31	42	0.97	0.99	
+	300	39	0	26	39	49	1.13	16	45	52	1.20	1.20	
+	400	36	0	37	41	45	1.04	23	35	40	0.92	1.04	
+	500	37	0	35	46	51	1.18	35	49	58	1.34	1.34	
+	600	34	0	46	57	62	1.43	26	47	56	1.29	1.43	
+	700	33	0	31	50	59	1.36	21	43	49	1.13	1.36	
+	800	32	0	40	74	76	1.76	29	70	75	1.73	1.76	
+	900	38	0	31	56	62	1.43	30	39	48	1.11	1.43	
123 +	0	39	0	27	36	42	0.97	25	32	41	0.95	0.97	
+	100	40	0	38	41	48	1.11	21	38	42	0.97	1.11	
+	200	40	0	16	28	34	0.79	15	26	32	0.74	0.79	
+	300	32	0	13	29	36	0.83	17	28	41	0.95	0.95	
+	400	31	0	15	33	38	0.88	13	32	39	0.90	0.90	
+	500	33	0	19	29	39	0.90	20	41	45	1.04	1.04	
+	600	35	0	21	35	41	0.95	15	26	38	0.88	0.95	
+	700	34	0	17	26	37	0.86	11	36	42	0.97	0.97	
+	800	35	0	26	33	46	1.06	24	31	43	0.99	1.06	
+	900	36	0	11	26	31	0.72	19	39	48	1.11	1.11	
124 +	0	38	0	15	31	34	0.79	15	30	33	0.76	0.79	
+	100	40	0	15	26	35	0.81	16	37	40	0.92	0.92	
+	200	40	0	11	19	26	0.60	11	21	31	0.72	0.72	
+	300	36	0	10	33	35	0.81	13	26	37	0.86	0.86	
+	400	35	0	6	17	25	0.58	12	17	26	0.60	0.60	
+	500	33	0	9	19	30	0.69	10	18	29	0.67	0.69	
+	600	32	0	12	23	27	0.62	13	21	26	0.60	0.62	
+	700	39	0	10	24	31	0.72	14	30	35	0.81	0.81	
+	800	40	0	11	21	24	0.55	12	20	27	0.62	0.62	
+	900	40	0	21	30	39	0.90	32	42	51	1.18	1.18	
125 +	0	39	0	34	45	56	1.29	32	41	52	1.20	1.29	
+	100	39	0	25	31	38	0.88	15	29	41	0.95	0.95	
+	200	40	0	16	29	35	0.81	15	28	34	0.79	0.81	

IV-13

STA		X (cm)	d1	KIRI			dki (mm)	KANAN			dka (mm)	dmax (mm)	Keterangan
Semarang				d2	d3	d4		d2	d3	d4			
+	300	39	0	19	31	36	0.83	20	30	37	0.86	0.86	
+	400	38	0	18	36	44	1.02	17	34	43	0.99	1.02	
+	500	37	0	21	35	41	0.95	25	39	48	1.11	1.11	
+	600	40	0	41	55	57	1.32	22	45	53	1.23	1.32	
+	700	40	0	34	39	47	1.09	30	41	48	1.11	1.11	
+	800	40	0	18	42	52	1.20	13	37	45	1.04	1.20	
+	900	40	0	19	31	38	0.88	12	34	36	0.83	0.88	
126 +	0	40	0	20	40	45	1.04	20	37	44	1.02	1.04	
+	100	39	0	28	40	43	0.99	19	39	41	0.95	0.99	
+	200	38	0	44	51	56	1.29	26	48	56	1.29	1.29	
+	300	40	0	21	38	46	1.06	31	49	57	1.32	1.32	
+	400	40	0	26	40	45	1.04	22	30	40	0.92	1.04	
+	500	36	0	24	37	49	1.13	19	29	39	0.90	1.13	
+	600	37	0	39	60	63	1.46	25	47	59	1.36	1.46	
+	700	38	0	31	45	59	1.36	35	49	60	1.39	1.39	
+	800	39	0	32	44	48	1.11	31	40	48	1.11	1.11	
+	900	40	0	26	41	52	1.20	40	51	61	1.41	1.41	
127 +	0	40	0	25	36	41	0.95	24	35	41	0.95	0.95	
+	100	36	0	26	39	45	1.04	27	36	43	0.99	1.04	
+	200	35	0	27	36	39	0.90	26	34	39	0.90	0.90	
+	300	33	0	23	35	43	0.99	23	39	47	1.09	1.09	
+	400	34	0	27	40	44	1.02	25	37	41	0.95	1.02	
+	500	36	0	30	50	56	1.29	20	41	48	1.11	1.29	
+	600	35	0	17	24	34	0.79	16	28	33	0.76	0.79	
+	700	39	0	19	32	39	0.90	20	31	39	0.90	0.90	
+	800	39	0	43	56	60	1.39	29	45	58	1.34	1.39	
+	900	40	0	11	34	42	0.97	25	45	60	1.39	1.39	
128 +	0	40	0	17	29	32	0.74	16	26	31	0.72	0.74	
+	100	39	0	20	31	36	0.83	12	26	37	0.86	0.86	
+	200	40	0	16	27	30	0.69	17	25	29	0.67	0.69	
+	300	40	0	17	29	33	0.76	19	31	43	0.99	0.99	
+	400	36	0	29	34	36	0.83	20	27	40	0.92	0.92	
+	500	37	0	18	31	37	0.86	19	35	40	0.92	0.92	
+	600	38	0	21	29	31	0.72	21	29	42	0.97	0.97	

IV-14

STA Semarang	X (cm)	d1	KIRI			dki (mm)	KANAN			dka (mm)	dmax (mm)	Keterangan	
			d2	d3	d4		d2	d3	d4				
+	700	39	0	13	24	32	0.74	21	40	45	1.04	1.04	
+	800	40	0	25	33	38	0.88	26	31	36	0.83	0.88	
+	900	40	0	19	30	36	0.83	11	24	37	0.86	0.86	
129+	0	33	0	11	30	35	0.81	12	29	34	0.79	0.81	
+	100	36	0	10	21	30	0.69	9	17	26	0.60	0.69	
+	200	37	0	13	24	27	0.62	11	21	27	0.62	0.62	
+	300	38	0	13	27	33	0.76	10	19	27	0.62	0.76	
+	400	39	0	11	19	24	0.55	12	19	25	0.58	0.58	
+	500	40	0	19	26	41	0.95	22	35	44	1.02	1.02	
+	600	32	0	20	28	33	0.76	21	29	32	0.74	0.76	
+	700	33	0	12	24	30	0.69	11	21	26	0.60	0.69	
+	800	35	0	35	43	49	1.13	26	40	50	1.16	1.16	
+	900	36	0	10	32	38	0.88	20	31	39	0.90	0.90	

Sumber : Dinas Bina Marga Jawa Tengah

Catatan :

$$d = (d4 - d1) \times Fa \times Fb \times Fm$$

Keterangan :

d : lendutan balik (mm)

d1 : lendutan pada saat beban tepat pada titik pengukuran

d4 : lendutan pada saat beban berada pada jarak 6 meter dari titik pengukuran

Fb : faktor penyesuaian lendutan terhadap temperatur standar 35°C

Fm : faktor pengaruh muka air tanah (faktor musim)

Fa : faktor koreksi beban uji *Benkleman Beam* (BB)

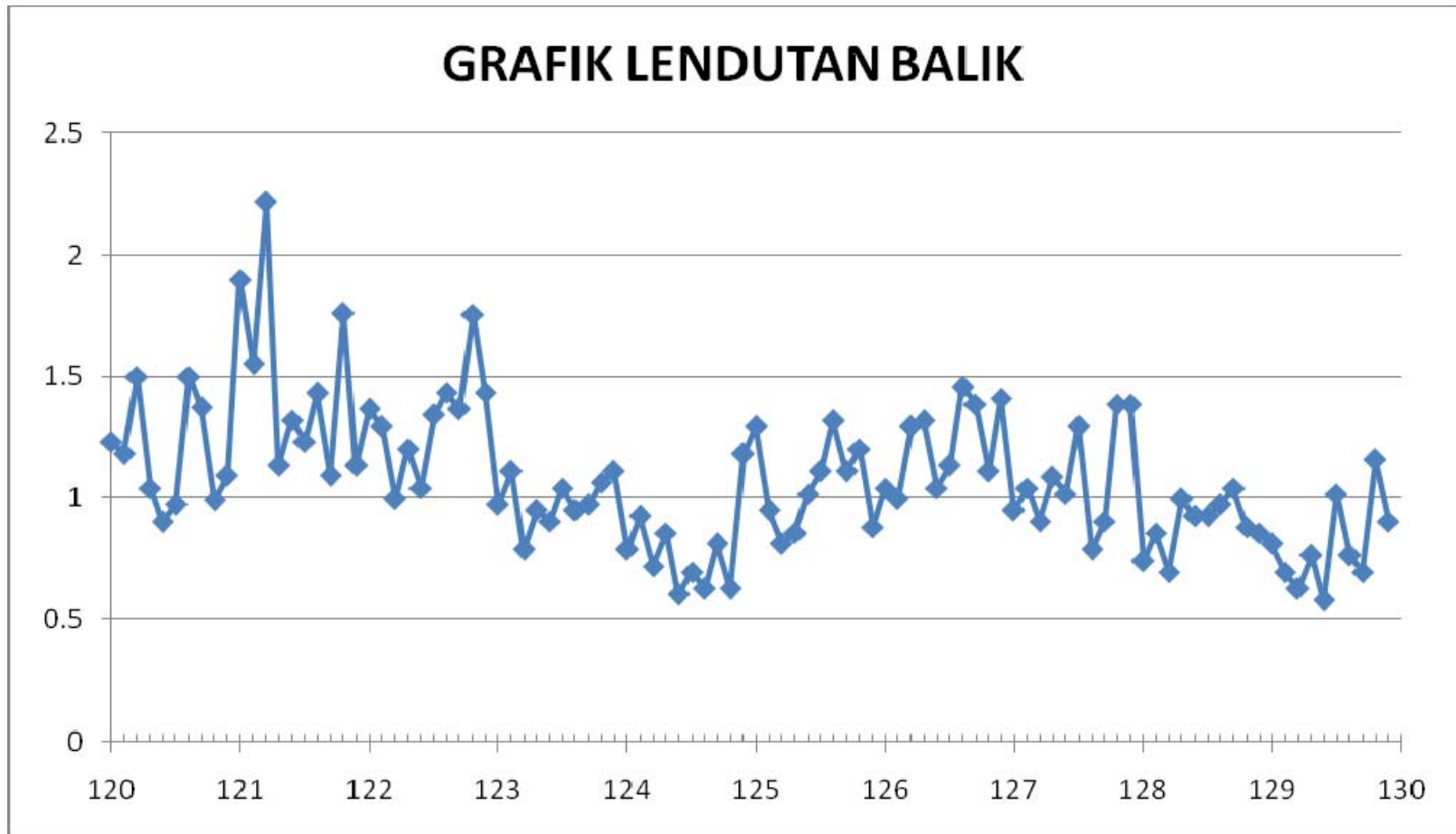
Dari data diatas dapat dianalisa untuk menentukan besarnya nilai lendutan yang mewakili (Lendutan Desain), yaitu dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.10 Data Lendutan Maksimum Dan Minimum Yang Mewakili (Lendutan Desain)

Nama Ruas	Panjang Ruas (STA)	Jumlah Data	Lendutan Balik (mm)				Lendutan Balik yang mewakili (mm)
			Max	Min	Rerata	(STD)	Rerata + (2 * 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 4.5 Lendutan Balik



4.3.4. Data Tanah Dasar

Untuk mengetahui dengan pasti karakteristik dan sifat tanah, diperlukan data penyelidikan tanah pada ruas jalan tersebut. Dari data penyelidikan tanah ruas jalan Rembang – Bulu (Batas Jawa Timur) kurang lengkap, yang hanya menyajikan data tentang klasifikasi tanah. Karena hal tersebut maka penulis menggunakan data penyelidikan tanah pada Embung Grawan yang terletak di Kecamatan Sumber, Kabupaten Rembang. Kecamatan Sumber ini terletak tidak jauh dari ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur).

Data penyelidikan tanah yang dianalisa, diambil dari 2 titik pada Embung Grawan, yaitu pada titik TP 1 dan TP 2 melalui percobaan test pit (sumur uji).

4.3.4.1. Data Klasifikasi Tanah dari Bina Marga Jawa Tengah

Dalam data di bawah ini merupakan jenis tanah pada ruas jalan Rembang – Bulu (Batas Jawa Timur) yang diambil secara acak.

Tabel 4.11 Data Grain Size

Letak Sampel	Maximum Dry Density gr/cm ³	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

4.3.4.2. Data Test Pit

Test Pit adalah pengujian dengan cara membuat lubang dan menggali tanah secara manual dengan diameter \pm 1,50 meter. Kedalaman test pit yang dilaksanakan mencapai -3,00 meter dari permukaan tanah setempat dan pada tiap-tiap interval 1 meter dari permukaan tanah dilaksanakan pengambilan contoh dan dilakukan

deskripsi tanah secara visual setiap adanya perubahan jenis tanah. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui deskripsi jenis tanah.

Data Penyelidikan Tanah :

Terlampir

4.3.4.3. Data Grain Size

Pengujian *Grain Size* bertujuan untuk mengetahui ukuran butir dari suatu tanah uji dengan cara analisa saringan.

Data Penyelidikan Tanah :

Tabel 4.12 Data Grain Size

No	Kode Sample	Analisa Ayakan (% Lolos)		
		No.10	No.40	No.200
1	TP 1-1	100	95,83	91,67
2	TP1-2	98,33	96,67	97,5
3	TP 1-3	98,33	93,33	95
4	TP 2-1	75	66,67	55
5	TP 2-2	86,17	83,33	66,667
6	TP 2-3	86,67	78,33	60

Sumber : Lab. Mekanika Tanah Universitas Diponegoro

4.3.4.4. Data Atterberg Limit

Pengujian *Atterberg Limit* bertujuan untuk menentukan batas cair dan batas plastis dari suatu tanah uji.

Data Penyelidikan Tanah :

Tabel 4.13 Data Atterberg Limit

No	Kode Sample	Atterberg Limits		
		LL	PL	IP
1	TP 1-1	43,40	17,48	25,92
2	TP1-2	43,00	18,23	24,77
3	TP 1-3	44,15	18,13	26,03
4	TP 2-1	32,00	18,60	13,40
5	TP 2-2	27,20	15,69	11,51

No	Kode Sample	Atterberg Limits		
		LL	PL	IP
6	TP 2-3	29,00	18,18	10,82

Sumber : Lab. Mekanika Tanah Universitas Diponegoro

4.3.5. Analisa Tanah Dasar

4.3.5.1. Analisa Klasifikasi Tanah

Data yang diperlukan untuk menentukan klasifikasi tanah adalah sebagai berikut :

Tabel 4.14 Data Klasifikasi Tanah

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
Indeks Plastisitas (IP)	25,92	24,77	26,03	13,40	11,51	10,82

Sumber : Lab. Mekanika Tanah Universitas Diponegoro

Dengan data di atas dapat ditentukan klasifikasi atas jenis tanah berdasarkan :

1. Sistem Klasifikasi USC (Unified Soil Classification)

Dengan menggunakan tabel 2.1 dan grafik 2.1 maka didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.15 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem UCS

No	Kode Sample	Simbol kelompok	Keterangan jenis tanah
1	TP 1-1	CL	lempung inorganis dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus
2	TP1-2	CL	lempung inorganis dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus
3	TP 1-3	CL	lempung inorganis dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus
4	TP 2-1	CL	lempung inorganis dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus
5	TP 2-2	CL	lempung inorganis dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus

Sumber : Hasil Analisa

Dari hasil analisa diatas diperoleh bahwa menurut sistem klasifikasi USC, tanah yang diuji termasuk kedalam kelompok CL yang mempunyai karakteristik jenis tanah lempung inorganis dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus.

Sedangkan dari data penyelidikan tanah oleh Bina Marga Jawa Tengah dapat diambil kesimpulan antara lain :

- Pasir berlanau (Silt-Pasir) termasuk pada golongan pasir berlanau (SM), campuran pasir-lanau bergradasi buruk. Dalam tabel USC juga diterangkan bahwa pasir

berlanau mengandung kerikil sekitar 20% keras, partikel kerikil bersudut dengan ukuran 12 mm, pasir bundar dan agak bersudut (subangular) dari kasar sampai halus, sekitar 15% butir halus non plastis dengan kekuatan kering yang rendah, cukup padat, dan lembab di tempat, pasir alluvial.

Atau bisa dimasukkan pada kelompok ML, yaitu lanau inorganis dan pasir sangat halus, tepung batuan, pasir halus berlanau, pasir halus berlanau atau berlempung dengan sedikit plastisitas.

- 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 atau berlempung dengan sedikit plastisitas.
- Untuk jenis tanah Silt-Lempung dimasukkan pada kelompok CL yaitu lempung inorganis dengan plastisitas rendah sampai sedang, lempung berkerikil, lempung berpasir, lempung berlanau, lempung kurus.

Dari penjelasan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa tanah pada ruas jalan Rembang – Bulu (Batas Jawa Timur) merupakan tanah berlanau dengan plastisitas rendah sampai sedang.

2. Sistem Klasifikasi AASHTO (*American Association Of State Highway And Transportation Officials*)

Dengan menggunakan tabel 2.2 maka didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 4.16 Klasifikasi Tanah Berdasarkan Sistem AASHTO

No	Kode sample	Simbol Kelompok	Keterangan Jenis Tanah
1	TP 1-1	A – 7 – 6	tanah berlempung dengan tingkatan umum sebagai tanah sedang sampai buruk
2	TP 1-2	A – 7 – 6	tanah berlempung dengan tingkatan umum sebagai tanah sedang sampai buruk
3	TP 1-3	A – 7 – 6	tanah berlempung dengan tingkatan umum sebagai tanah sedang sampai buruk
4	TP 2-1	A – 6	tanah berlempung dengan tingkatan umum sebagai tanah sedang sampai buruk
5	TP 2-2	A – 6	tanah berlempung dengan tingkatan umum sebagai tanah buruk
6	TP 2-3	A – 6	tanah berlempung dengan tingkatan umum sebagai tanah sedang sampai buruk

Sumber : Hasil Analisa

Dari hasil analisa diatas diperoleh bahwa menurut sistem klasifikasi AASHTO, tanah yang diuji termasuk ke dalam kelompok A-7-6 dan A-6 yang merupakan tanah berlempung dengan tingkatan umum sebagai tanah sedang sampai buruk.

Sedangkan dari data penyelidikan tanah oleh Bina Marga Jawa Tengah dapat diambil 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.
- Untuk 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.

Dari penjelasan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa tanah pada ruas jalan Rembang – Bulu (Batas Jawa Timur) merupakan tanah berlanau dengan potensi pengembangan rendah.

4.3.5.2. Analisa Boring Test

Berdasarkan profil tanah pada masing-masing titik, deskripsi dari jenis tanahnya dapat dilihat pada tabel 4.17 sebagai berikut:

Tabel 4.17 Hasil Analisa Data Boring Test

No	Kode Sample	Deskripsi Jenis Tanah
1	TP 1-1	Lanau teguh sampai kaku berwarna coklat
2	TP 1-2	Lanau teguh sampai kaku berwarna coklat
3	TP 1-3	Lanau teguh sampai kaku berwarna coklat
4	TP 2-1	Lanau Gampingan teguh sampai kaku berwarna kuning kecoklatan
5	TP 2-2	Lanau Gampingan teguh sampai kaku berwarna kuning kecoklatan
6	TP 2-3	Lanau Gampingan teguh sampai kaku berwarna kuning kecoklatan

Sumber : Hasil Analisa

Dapat diambil kesimpulan bahwa tanah dasar yang diuji merupakan tanah Lanau dan Lanau Gampingan.

4.3.5.3. Analisa Grain Size

Berdasarkan persentase kelolosan pada saringan No. 200 yang berkisar antara 55 – 97,5 %. Hal ini berarti tanah tersebut merupakan tanah lempung (> 50% lolos saringan no.200).

4.3.5.4. Analisa Swell Potential (Kemampuan Pengembangan)

Berdasarkan Tabel 2.4 dengan nilai *Plasticity Index* didapat nilai *Swell Potential* pada masing-masing tanah uji sebagai berikut :

Tabel 4.18 Hasil Analisa Hubungan *Swelling Potential* Dengan *Plasticity Index*

No	Kode Sample	Swell Potential
1	TP 1-1	Medium
2	TP1-2	Medium
3	TP 1-3	Medium
4	TP 2-1	Low
5	TP 2-2	Low
6	TP 2-3	Low

Sumber : Hasil Analisa

Dari hasil analisa di atas diperoleh kesimpulan bahwa tanah dasar yang diuji mempunyai kemampuan pengembangan (*Swell Potential*) yang low sampai dengan medium.

Dari penjelasan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa antara data penyelidikan tanah pada ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) dengan data penyelidikan tanah pada Embung Grawan Kecamatan Sumber, Kabupaten Rembang ada kecocokan sehingga data dari Embung Grawan dapat dipakai sebagai acuan dalam laporan ini. Selain itu, tanah pada ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) merupakan jenis Tanah berlanau dengan nilai indeks plastisitas rendah sampai sedang, yang dapat mengakibatkan retak-retak pada ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur).

4.3.6. Data Lalu Lintas

Analisa lalu lintas berguna untuk menentukan tingkat pertumbuhan lalu lintas dalam suatu perencanaan pembangunan jalan dan perencanaan tebal konstruksi perkerasan jalan.

Untuk menganalisa arus lalu lintas pada ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) diperlukan data-data lalu lintas yang dapat diperoleh melalui survey yang dilakukan oleh Bina Marga Propinsi Jawa Tengah. Dari data lalu lintas harian rata-rata (LHR) tersebut kemudian data lalu lintas tersebut dihitung angka pertumbuhannya dengan unsur-unsur yang ada.

Prediksi arus lalu lintas yang akan melewati jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) berdasarkan data LHR. LHR digunakan untuk menentukan jumlah jalur, jumlah lajur, lebar perkerasan serta bahu jalan pada ruas jalan yang akan direncanakan, untuk pekerjaan ini yaitu ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur). Berikut adalah Data LHR Tahun 1996-2007 :

Tabel 4.19 Data LHR Ruas Jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) Per Jenis Kendaraan

Tahun	Golongan Kendaraan (Dua Arah)												Total
	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8	kend/hari
1996	1715	829	690	772	376		561		274			351	5217
1997	2637	981	1452	1093	230		552		104			2080	7049
1998	3009	1210	907	871	206	453	419	279	434	206	342	1720	8336
1999	1928	770	577	554	163	288	267	178	276	159	217	1096	5377
2000	311	1066	725	732	334		569		764			0	4501
2001	1427	1002	539	472	406		1160		1721			242	6727
2002	1763	1317	1171	1490	557	612	904		1080	972	861	788	10727
2004	1660	1552	1437	1149	586	814	998	953	1024	698	948	635	11819
2005	2153	1732	912	707	433	497	973	856	1355	900	1006	388	11524
2006	2205	1623	2112	1554	680	1148	1540	3398	1551	889	657	657	17357
2007	8439	2560	729	1316	212	716	1129	1369	1906	1175	779	714	20330

Sumber : Dinas Bina Marga Jawa Tengah

Keterangan :

- Golongan 1 : MC (sepeda Motor)
- Golongan 2 : LV (sedan, jeep)

- Golongan 3 : oplet, pick up, combi dan minibus
- Golongan 4 : MHV (mikro truk dan mobil hantaran)
- Golongan 5 : bus (small, large)
- Golongan 6 : truk 2 As
- Golongan 7 : truk 3 As atau lebih, trailer, truk gandengan
- Golongan 8 : kendaraan tidak bermotor
- Pada data LHR tahun 1998, 1999, 2002, 2004, 2005, 2006, 2007 data diklasifikasi lebih rinci pada Golongan 5 menjadi bus besar dan kecil, golongan 6 menjadi truk 2 as 2xa dan 2xb, golongan 7 menjadi truk 3 as 3xa, 3xb, 3xc.

Dalam perhitungan pertumbuhan LHR harus digunakan data LHR dalam satuan SMP (Satuan Mobil Penumpang) dengan cara mengalikan data-data di atas dengan emp (Ekivalen Mobil Penumpang) masing-masing kendaraan dengan mengacu pada MKJI (jalan luar kota) sehingga menjadi seperti tabel di bawah ini.

Tabel 4.20 Data LHR Ruas Jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur)

Tahun	Golongan Kendaraan (Dua Arah)												Total smp/hari
	1	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	7c	8	
emp	0.5	1	1	1.3	2	2	1.3	1.3	3	3	3	0	
1996	857.5	829	690	1003.6	752		729.3		822			0	5683.4
1997	1318.5	981	1452	1420.9	460		717.6		312			0	6662
1998	1504.5	1210	907	1132.3	412	906	544.7	362.7	1302	618	1026	0	9925.2
1999	964	770	577	720.2	326	576	347.1	231.4	828	477	651	0	6467.7
2000	155.5	1066	725	951.6	668		739.7		2292			0	6597.8
2001	713.5	1002	539	613.6	812		1508		5163			0	10351.1
2002	881.5	1317	1171	1937	1114	1224	1175.2		3240	2916	2583	0	17558.7
2004	830	1552	1437	1493.7	1172	1628	1297.4	1238.9	3072	2094	2844	0	18659
2005	1076.5	1732	912	919.1	866	994	1264.9	1112.8	4065	2700	3018	0	18660.3
2006	1102.5	1623	2112	2020.2	1360	2296	2002	4417.4	4653	2667	1971	0	26224.1
2007	4219.5	2560	729	1710.8	424	1432	1467.7	1779.7	5718	3525	2337	0	25902.7

Sumber : Hasil Analisa

4.3.6.1. Lalu Lintas Harian Rata-Rata

Pada tahap perencanaan jalan, data yang diperoleh diolah terlebih dahulu kemudian dilakukan analisa untuk menentukan alternatif-alternatif pemecahan terhadap masalah yang dihadapi. Dari data yang diperoleh dari Dinas Bina Marga Propinsi Jawa Tengah tahun 1996-2007 tersebut dalam tabel 4.21 di bawah ini :

Tabel 4.21 Data LHR Tahunan

TAHUN	LHR SMP/hari
1996	5683.4
1997	6662
1998	9925.2
1999	6467.7
2000	6597.8
2001	10351.1
2002	17558.7
2004	18659
2005	18660.3
2006	26224.1
2007	25902.7

Sumber : Hasil Analisa

Berdasarkan data lalu lintas di atas menunjukkan bahwa dari tahun ke tahun terjadi peningkatan arus lalu lintas pada kedua ruas jalan tersebut. Pertumbuhan lalu lintas (LHR) ini mungkin saja dipengaruhi oleh faktor-faktor, yaitu :

- a) Jumlah Penduduk
- b) Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)
- c) Jumlah Kepemilikan Kendaraan

Jumlah data yang dianalisis mempengaruhi ketepatan peramalan pertumbuhan lalu lintas. Semakin banyak data yang dianalisis semakin baik dan tepat hasil peramalannya. Karena ruas jalan yang dianalisa adalah jalan nasional maka data diambil dari Propinsi Jawa Tengah.

4.3.6.2. Jumlah Penduduk

Penduduk sebagai faktor utama dalam perencanaan merupakan bagian dari faktor sosial yang selalu berubah baik jumlah maupun kondisinya dan cenderung mengalami peningkatan. Dalam perencanaan jaringan transportasi perkotaan tidak bisa terlepas dari pengaruh pertumbuhan penduduk, karena setiap aktivitas penduduk kota secara langsung akan menimbulkan pergerakan lalu lintas berikut ditampilkan pada tabel 4.22 jumlah penduduk Jawa Tengah.

Tabel 4.22 Jumlah Penduduk Jawa Tengah(1996-2006)

TAHUN	JUMLAH PENDUDUK
1996	29698845
1997	29907476
1998	30385445
1999	30761221
2000	30775846
2001	31063818
2002	31691866
2003	32052840
2004	32397431
2005	32908850
2006	32177730

Sumber : BPS Jawa Tengah (Jawa Tengah Dalam Angka)

4.3.6.3. Produk Domestik Regional Bruto (PDRB)

Pembangunan di daerah Jawa Tengah telah mencapai hasil sedemikian sehingga telah menghasilkan Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) yang meningkat, seperti yang tampak pada Tabel 4.23 di bawah ini.

Tabel 4.23 PDRB Jawa Tengah (1996-2006)

TAHUN	PDRB
1996	52505360.63
1997	60296426.87
1998	84610222.51
1999	101509193.8
2000	118404885.2

TAHUN	PDRB
2001	136131480.2
2002	156418300.5
2003	171881877
2004	193435263.1
2005	234435263.1
2006	281996709.1

Sumber : BPS Jawa Tengah (Jawa Tengah Dalam Angka)

4.3.6.4. Jumlah Kepemilikan Kendaraan

Seiring berkembangnya kebutuhan serta peningkatan kesejahteraan masyarakat menyebabkan meningkat pula kebutuhan akan sarana pendukung termasuk kendaraan sebagai sarana pengangkut orang maupun barang. Dengan peningkatan tersebut akan mempengaruhi kondisi lalu lintas pada umumnya dan didapatkan bahwa jumlah kendaraan yang lewat di jalan dari tahun ke tahun terus meningkat.

Untuk mengetahui pertumbuhan lalu lintas rata-rata per tahun dari suatu daerah maka perlu ditentukan data kepemilikan kendaraan Jawa Tengah dalam tabel 4.24.

Tabel 4.24 Jumlah Kepemilikan Kendaraan Jawa Tengah (1996-2006)

TAHUN	KEPEMILIKAN KENDARAAN
1996	2132372
1997	2499216
1998	2651247
1999	2684560
2000	2823902
2001	3090320
2002	3353107
2003	3564130
2004	4488686
2005	5055628
2006	5826438

Sumber : BPS Jawa Tengah (Jawa Tengah Dalam Angka)

4.3.7. Analisa Tingkat Pertumbuhan

Analisa terhadap data-data sekunder di atas nantinya digunakan untuk memperkirakan jumlah masing-masing data tersebut pada x tahun mendatang (tahun x) dengan menggunakan metode analisis aritmatik dengan bentuk persamaan sebagai berikut.

Analisa Pertumbuhan

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Dimana ;

Po = Data pada tahun terakhir yang diketahui

Pn = Data pada tahun ke-n dari tahun terakhir

n = tahun ke n dari tahun terakhir

r = rata-rata pertumbuhan

$$r = \left(\frac{D_n - (D_{n-1})}{(D_{n-1})} \right) \times 100\%$$

D_n = Data tahun ke n

D_{n-1} = Data Tahun ke n-1

Setelah didapat nilai r dari analisis di atas, kemudian nilai tersebut digunakan dalam analisis berikutnya, sehingga kinerja jalan tersebut dapat lebih maksimal dan untuk menghindari hal-hal di luar rencana di masa yang akan datang.

Data-data pertumbuhan PDRB dan kepemilikan kendaraan tersebut dianggap sebagai variabel bebas dan akan dicari seberapa besar pengaruh dari semua variabel tersebut terhadap pertumbuhan lalu lintas.

Metode yang digunakan untuk menghitung seberapa besar pengaruh dari variabel-variabel tersebut adalah metode Regresi linier sederhana dengan bentuk persamaan :

$$Y = a + bX$$

Data yang akan dicari tingkat pertumbuhannya dijadikan variabel tidak bebas (*Dependent Variable*), yang untuk selanjutnya disebut variabel Y yaitu LHR. Kemudian data lainnya diuji terlebih dahulu apakah variabel tersebut benar-

benar merupakan variabel bebas (*Independent Variable*) atau bukan. Apabila data tersebut merupakan variabel bebas maka dapat digunakan untuk perhitungan regresi berganda dan apabila bukan merupakan variabel bebas maka tidak bisa digunakan untuk perhitungan regresi berganda. Data-data yang akan diuji yaitu PDRB dan jumlah kepemilikan kendaraan.

Langkah selanjutnya yaitu menguji berapa besar pengaruh variabel-variabel bebas (X) terhadap Variabel tidak bebas (Y). Dengan memakai metode analisis regresi dapat diketahui besarnya pengaruh tersebut dengan melihat harga r yang mempunyai batas $-1 \leq r \leq 1$. Hasil pengujian dari data-data sekunder di atas dapat dilihat pada perhitungan berikut ini.

4.3.7.1. Tingkat Pertumbuhan Lalu Lintas

Dari data LHR yang ada dapat diketahui pertumbuhan LHR sampai Tahun 2028 dengan menggunakan metode analisis geometrik. Berikut disajikan perhitungan analisis geometrik dalam tabel 4.25.

Tabel 4.25 Data Pertumbuhan Lalu Lintas

Tahun	LHR (SMP/hari)	Analisa Pertumbuhan
1996	5683.4	
		17.21856635
1997	6662	
		48.9822876
1998	9925.2	
		-34.83557006
1999	6467.7	
		2.011534239
2000	6597.8	
		56.8871442
2001	10351.1	
		69.63124692
2002	17558.7	
		3.085599986
2004	18659	
		0.006967147
2005	18660.3	
		40.53418219
2006	26224.1	
	JUMLAH	203.5219586
	RATA-RATA	22.61355095

Sumber : Hasil Analisa

Analisa Pertumbuhan

Rumus dasar Analisa Pertumbuhan

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Dari data di atas diperoleh :

$$r = 22,61355095\%$$

maka diperoleh persamaannya

$$P_n = 26224,1 (1 + 0,2261355095)^n$$

Dari persamaan-persamaan tersebut dapat diketahui pertumbuhan LHR sampai tahun 2020 dengan menggunakan tahun 2006 sebagai tahun ke-0 seperti terlihat dalam Tabel 4.26.

Tabel 4.26. Analisa Pertumbuhan LHR

No	n	Tahun	Analisa Pertumbuhan
1	0	2006	26224.1
2	1	2007	32154.30022
3	2	2008	39425.52928
4	3	2009	48341.04143
5	4	2010	59272.66746
6	5	2011	72676.32232
7	6	2012	89111.0195
8	7	2013	109262.1853
9	8	2014	133970.2452
10	9	2015	164265.6749
11	10	2016	201411.977
12	11	2017	246958.3771
13	12	2018	302804.4355
14	13	2019	371279.2708
15	14	2020	455238.6979

Sumber : Hasil Analisa

4.3.7.2. Tingkat Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Dari data jumlah penduduk yang ada dapat diketahui jumlah penduduk sampai tahun 2020 dengan menggunakan metode analisis geometrik. Berikut disajikan perhitungan analisis geometrik dalam Tabel 4.27 di bawah ini.

Tabel 4.27 Data Pertumbuhan Jumlah Penduduk

Tahun	JUMLAH PENDUDUK	Analisa Pertumbuhan
1996	29698845	
		0.702488598
1997	29907476	
		1.598158935
1998	30385445	
		1.236697373
1999	30761221	
		0.047543626
2000	30775846	
		0.935707827
2001	31063818	
		2.021799123
2002	31691866	
		1.10703653
2004	32397431	
		1.578578869
2005	32908850	
		-2.221651623
2006	32177730	
	JUMLAH	7.00635926
	RATA-RATA	0.778484362

Sumber : Hasil Analisa

Analisa Pertumbuhan

Rumus dasar Analisa Pertumbuhan

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Dari data di atas diperoleh

$$P_o = 32177730$$

$$R = 77,8484362\%$$

Maka diperoleh persamaannya

$$P_n = 32177730 (1 + 0,7785)^n$$

Dari persamaan-persamaan tersebut dapat diketahui pertumbuhan jumlah penduduk sampai tahun 2020 dengan menggunakan tahun 2006 sebagai tahun ke-0 seperti terlihat dalam Tabel 4.28.

Tabel 4.28 Analisa Pertumbuhan Jumlah Penduduk

No	n	Tahun	Analisa Pertumbuhan
1	0	2006	32177730

No	n	Tahun	Analisa Pertumbuhan
2	1	2007	32428228.6
3	2	2008	32680677.28
4	3	2009	32935091.25
5	4	2010	33191485.78
6	5	2011	33449876.31
7	6	2012	33710278.36
8	7	2013	33972707.61
9	8	2014	34237179.83
10	9	2015	34503710.92
11	10	2016	34772316.91
12	11	2017	35043013.96
13	12	2018	35315818.34
14	13	2019	35590746.47
15	14	2020	35867814.86

Sumber : Hasil Analisa

4.3.7.3. Tingkat pertumbuhan PDRB

Dengan cara yang sama dapat dihitung jumlah pertumbuhan PDRB seperti yang terlihat pada Tabel 4.29.

Tabel 4.29 Data Pertumbuhan PDRB

Tahun	PDRB	Analisa Pertumbuhan
1996	52505360.63	
		14.83861104
1997	60296426.87	
		40.32377523
1998	84610222.51	
		19.97272995
1999	101509193.8	
		16.64449377
2000	118404885.2	
		14.97116858
2001	136131480.2	
		14.90237253
2002	156418300.5	
		11.20493044
2004	193435263.1	

Tahun	PDRB	Analisa Pertumbuhan
		21.19572169
2005	234435263.1	
		20.28766724
2006	281996709.1	
	JUMLAH	174.3414705
	RATA-RATA	19.3712745

Sumber : Hasil Analisa

Analisa Pertumbuhan

Rumus dasar Analisa Pertumbuhan

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Dari data di atas diperoleh

$$P_o = 281996709,1$$

$$R = 19,371245\%$$

Maka diperoleh persamaannya

$$P_n = 281996709,1 (1 + 0,1937)^n$$

Dari persamaan-persamaan tersebut dapat diketahui pertumbuhan PDRB sampai tahun 2020 dengan menggunakan tahun 2006 sebagai tahun ke-0 seperti terlihat dalam Tabel 4.30.

Tabel 4.30 Analisa Pertumbuhan PDRB

No	n	Tahun	Analisa Pertumbuhan
1	0	2006	281996709.1
2	1	2007	336623065.7
3	2	2008	401831243.8
4	3	2009	479671077
5	4	2010	572589478
6	5	2011	683507357.5
7	6	2012	815911444
8	7	2013	973963889.4
9	8	2014	1162633108
10	9	2015	1387849959
11	10	2016	1656694184

No	n	Tahun	Analisa Pertumbuhan
12	11	2017	1977616962
13	12	2018	2360706572
14	13	2019	2818005522
15	14	2020	3363889107

Sumber : Hasil Analisa

4.3.7.4. Tingkat Pertumbuhan Jumlah Kepemilikan Kendaraan

Untuk mengetahui jumlah kepemilikan kendaraan sampai tahun 2028 dapat dilihat pada perhitungan pada Tabel 4.31.

Tabel 4.31 Data Pertumbuhan Jumlah Kepemilikan Kendaraan

Tahun	KEPEMILIKAN KENDARAAN	Analisa Pertumbuhan
1996	2132372	
		17.20356486
1997	2499216	
		6.083147675
1998	2651247	
		1.256503072
1999	2684560	
		5.190496767
2000	2823902	
		9.434392553
2001	3090320	
		8.50355303
2002	3353107	
		15.70067878
2004	4488686	
		12.63046691
2005	5055628	
		15.24657273
2006	5826438	
	JUMLAH	91.24937638
	RATA-RATA	10.1388196

Sumber : Hasil Analisa

Analisa Pertumbuhan

Rumus dasar Analisa Pertumbuhan

$$P_n = P_o (1 + r)^n$$

Dari data di atas diperoleh

$$P_o = 5826438$$

$$r = 10,1388196\%$$

Maka diperoleh persamaannya :

$$P_n = 5826438 (1 + 0.101388)^n$$

Dari persamaan-persamaan tersebut dapat diketahui pertumbuhan jumlah kendaraan sampai tahun 2020 dengan menggunakan tahun 2006 sebagai tahun ke-0 seperti terlihat dalam Tabel 4.32.

Tabel 4.32 Analisa Pertumbuhan Jumlah Kepemilikan Kendaraan

No	n	Tahun	Analisa Pertumbuhan
1	0	2006	5826438
2	1	2007	6417170.038
3	2	2008	7067795.331
4	3	2009	7784386.349
5	4	2010	8573631.238
6	5	2011	9442896.242
7	6	2012	10400294.46
8	7	2013	11454761.55
9	8	2014	12616139.16
10	9	2015	13895266.75
11	10	2016	15304082.78
12	11	2017	16855736.12
13	12	2018	18564708.8
14	13	2019	20446951.13
15	14	2020	22520030.62

Sumber : Hasil Analisa

4.3.8. Analisa Regresi Linier

Analisa regresi linier ini digunakan untuk menentukan besarnya pertumbuhan LHR yang dapat dipengaruhi oleh PDRB, jumlah penduduk serta

kepemilikan kendaraan. Penyelesaian dengan menggunakan metode selisih kuadrat terkecil, dimana penyimpangan yang akan terjadi diusahakan sekecil mungkin, agar tercapai hasil yang mendekati keadaan yang sebenarnya.

Besarnya pertumbuhan lalu lintas dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan regresi linier sebagai berikut.

$$Y = a + bx$$

$$a = \frac{\Sigma Y - b \Sigma X}{n} \qquad b = \frac{n \Sigma (XY) - \Sigma X \Sigma Y}{n \Sigma (X)^2 - (\Sigma X)^2}$$

Dimana : Y = Besar LHR

X = PDRB atau jumlah penduduk atau kepemilikan kendaraan

n = jumlah data

Untuk mengetahui volume lalu lintas yang akan datang maka perlu dilakukan peramalan pertumbuhan dari masing-masing variabel, untuk mencari besarnya angka pertumbuhan lalu lintas.

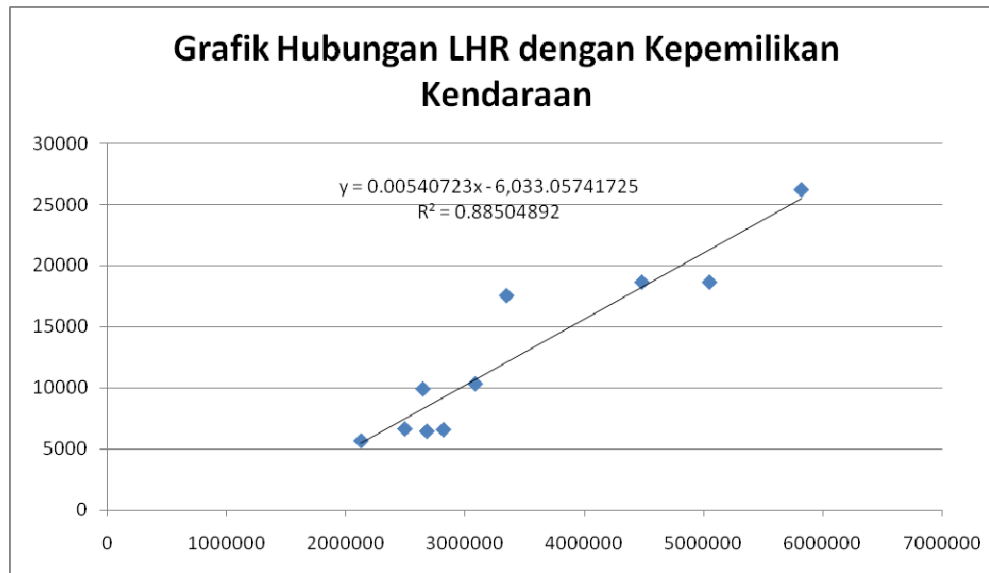
Tabel 4.33 Sumber data analisa regresi

N	LHR	JUMLAH PENDUDUK	PDRB	KEPEMILIKAN KENDARAAN
1	5683.4	29698845	52505360.63	2132372
2	6662	29907476	60296426.87	2499216
3	9925.2	30385445	84610222.51	2651247
4	6467.7	30761221	101509193.8	2684560
5	6597.8	30775846	118404885.2	2823902
6	10351.1	31063818	136131480.2	3090320
7	17558.7	31691866	156418300.5	3353107
8	18659	32397431	193435263.1	4488686
9	18660.3	32908850	234435263.1	5055628
10	26224.1	32177730	281996709.1	5826438
JUMLAH	126789.3	311768528	1419743105	34605476

Sumber : Hasil Analisa

Dengan menggunakan bantuan perhitungan excel maka diperoleh grafik-grafik dan persamaan linier sebagai berikut :

Grafik 4.6 Hubungan antara LHR dengan Kepemilikan Kendaraan



Diperoleh persamaan $Y = 0,00540723X - 6033,05741725$, dengan persamaan ini akan didapat besarnya LHR perkiraan serta pertumbuhan dari LHR perkiraan tersebut sebagai berikut.

Tabel 4.34 Ramalan LHR Rembang – Bulu (Batas Jawa Timur)

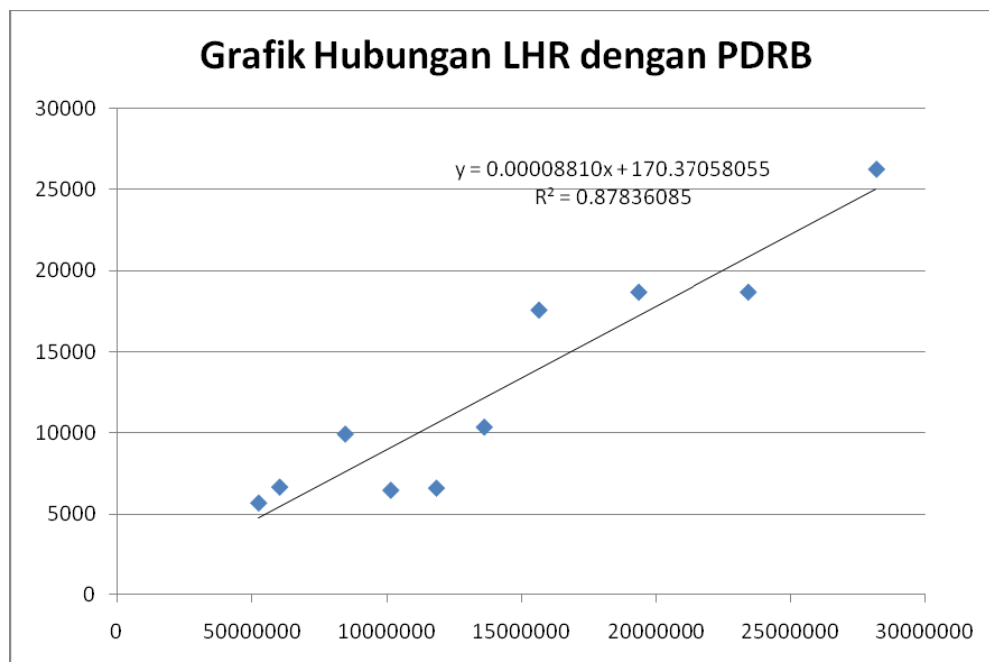
Tahun	Analisa Pertumbuhan Kepemilikan Kendaraan	LHR Perkiraan (SMP/hari)	Analisa Pertumbuhan LHR perkiraan
2006	5826438	25471.8329	
2007	6417170.038	28666.0569	12.5402204
2008	7067795.331	32184.1375	12.2726352
2009	7784386.349	36058.91	12.0393857
2010	8573631.238	40326.5386	11.8351571
2011	9442896.242	45026.8544	11.6556391
2012	10400294.46	50203.7268	11.4972996
2013	11454761.55	55905.4729	11.3572168
2014	12616139.16	62185.3087	11.2329536
2015	13895266.75	69101.8458	11.1224616
2016	15304082.78	76719.6381	11.024007

Tahun	Analisa Pertumbuhan Kepemilikan Kendaraan	LHR Perkiraan (SMP/hari)	Analisa Pertumbuhan LHR perkiraan
2017	16855736.12	85109.7846	10.9361133
2018	18564708.8	94350.5929	10.8575158
2019	20446951.13	104528.31	10.7871259
2020	22520030.62	115737.928	10.7240016
		Rata-Rata	11.4201238

Sumber : Hasil Analisa dan Perhitungan

Dari tabel di atas maka didapatkan pertumbuhan rata-rata LHR adalah 11,420%, nilai pertumbuhan ini terlalu besar sehingga dicoba dengan mencari LHR perkiraan melalui persamaan antara LHR dengan PDRB di bawah ini.

Grafik 4.7 Hubungan antara LHR dengan PDRB



Diperoleh persamaan $Y = 0,00008810x + 170,37058055$, dengan persamaan ini akan didapat besarnya LHR perkiraan serta pertumbuhan dari LHR perkiraan tersebut sebagai berikut.

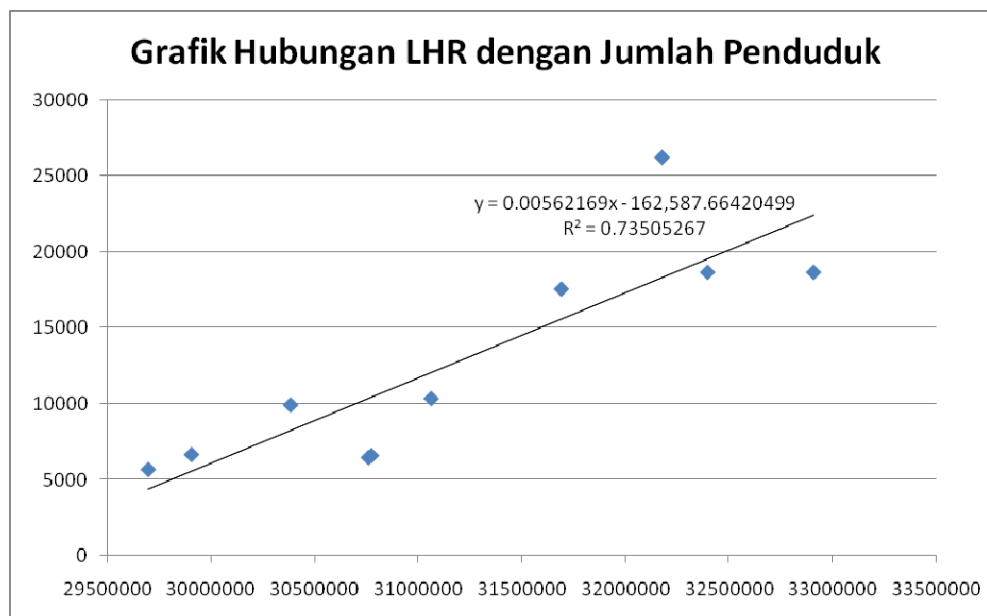
Tabel 4.35 Ramalan LHR Rembang – Bulu (Batas Jawa Timur)

Tahun	Analisa Pertumbuhan	LHR Perkiraan (SMP/Hari)	Analisa Pertumbuhan LHR Perkiraan
2006	281996709.1	25014.28065	
2007	336623065.7	29826.86267	19.23933805
2008	401831243.8	35571.70316	19.26062607
2009	479671077	42429.39247	19.27849583
2010	572589478	50615.50359	19.29349126
2011	683507357.5	60387.36878	19.30607125
2012	815911444	72052.16879	19.31662242
2013	973963889.4	85976.58924	19.32547025
2014	1162633108	102598.3474	19.33288852
2015	1387849959	122439.9519	19.33910736
2016	1656694184	146125.1282	19.3443201
2017	1977616962	174398.4249	19.34868909
2018	2360706572	208148.6195	19.35235061
2019	2818005522	248436.657	19.35541902
2020	3363889107	296529.0009	19.35799024
		Rata-Rata	19.31792

Sumber : Hasil Analisa dan Perhitungan

Dari tabel di atas maka didapatkan pertumbuhan rata-rata LHR adalah 19,3179%, nilai pertumbuhan ini terlalu besar sehingga dicoba dengan mencari LHR perkiraan melalui persamaan antara LHR dengan Jumlah Penduduk di bawah ini.

Grafik 4.8 Hubungan antara LHR dengan Jumlah Penduduk



Diperoleh persamaan $Y = 0,00562169X - 162587,66420499$, dengan persamaan ini akan didapat besarnya LHR perkiraan serta pertumbuhan dari LHR perkiraan tersebut sebagai berikut.

Tabel 4.36 Ramalan LHR Rembang – Bulu (Batas Jawa Timur)

Tahun	Analisa Pertumbuhan Jumlah Penduduk	LHR Perkiraan (SMP/Hari)	Analisa Pertumbuhan LHR Perkiraan
2006	32177730	18305.5588	
2007	32428228.6	19713.7842	7.69288429
2008	32680677.28	21132.9725	7.1989642
2009	32935091.25	22563.2089	6.76779581
2010	33191485.78	24004.5795	6.38814541
2011	33449876.31	25457.1709	6.05130966
2012	33710278.36	26921.0706	5.75044116
2013	33972707.61	28396.3664	5.48007874
2014	34237179.83	29883.1473	5.23581359
2015	34503710.92	31381.5024	5.0140474
2016	34772316.91	32891.5221	4.81181433
2017	35043013.96	34413.2969	4.62664785

Tahun	Analisa Pertumbuhan Jumlah Penduduk	LHR Perkiraan (SMP/Hari)	Analisa Pertumbuhan LHR Perkiraan
2018	35315818.34	35946.9186	4.45647994
2019	35590746.47	37492.4793	4.29956375
2020	35867814.86	39050.0719	4.15441352
		Rata-Rata	5.56631426

Sumber : Hasil Analisa dan Perhitungan

Dari perhitungan diatas maka dapat diasumsikan bahwa angka pertumbuhan lalu lintas (i) berdasarkan hubungan antara LHR dan Jumlah penduduk adalah sebesar 5,5663%.

Dari ketiga hasil analisa dengan regresi linier di atas yang menunjukkan pertumbuhan lalu lintas paling kecil adalah pada saat hubungan antara LHR dan jumlah penduduk, sehingga yang akan digunakan pada perhitungan selanjutnya adalah nilai pertumbuhan lalu lintas sebesar 5,5663%.

Setelah diketahui faktor pertumbuhan lalu lintas (i), maka dapat diramalkan volume kendaraan atau LHR yang melalui ruas jalan Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) pada setiap tahunnya.

$$LHR_n = LHR_o (1+i)^n$$

Dimana : LHR_o = LHR awal tahun rencana

LHR_n = LHR tahun ke- n

i = Faktor pertumbuhan lalun lintas

n = Umur rencana

Tabel 4.37. Estimasi Pertumbuhan LHR pada ruas jalan Rembang – Bulu (Batas Jawa Timur)

No	n	Tahun	LHR perkiraan (SMP/Hari)
1	0	2006	26224.1
2	0	2007	25902.7
3	1	2008	27344.52568
4	2	2009	28866.60792
5	3	2010	30473.41403

No	n	Tahun	LHR perkiraan (SMP/Hari)
6	4	2011	32169.66002
7	5	2012	33960.32439
8	6	2013	35850.66277
9	7	2014	37846.22333
10	8	2015	39952.86305
11	9	2016	42176.76497
12	10	2017	44524.45625
13	11	2018	47002.82741
14	12	2019	49619.15249
15	13	2020	52381.11045

Sumber : Analisa dan Perhitungan

4.3.9. Data Hidrologi

Data kondisi hidrologi daerah Rembang - Bulu (Batas Jawa Timur) sangat diperlukan untuk mengevaluasi sistem drainase dari ruas jalan tersebut. Karena data ini dipakai untuk menghitung besarnya intensitas curah hujan (I). Intensitas curah hujan ini digunakan untuk :

- Mendimensi tebal perkerasan lentur, yaitu untuk mendapatkan nilai faktor regional (FR). Nilai intensitas yang diperlukan yaitu intensitas curah hujan rata-rata pertahun (mm/tahun)

Untuk keperluan di atas dibutuhkan data hidrologi/data curah hujan rata-rata per tahun yang diambil dari stasiun pencatat curah hujan di daerah sekitarnya.

4.3.9.1. Intensitas Curah Hujan Rata-rata per Tahun

Tabel berikut merupakan rekapitulasi data curah hujan tahunan di Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang. Untuk mencari curah hujan rata-rata per tahun dihitung dengan rata-rata hitung biasa, dengan jumlah data sebanyak 10 tahun.

Tabel 4.38 Rekapitulasi Data Curah Hujan Tahunan

Tahun	Curah Hujan Tahunan (mm)
1997	665

Tahun	Curah Hujan Tahunan (mm)
1998	1270
1999	1280
2000	1460
2001	1092
2002	971
2003	953
2004	794
2005	1898
2006	1249

Sumber : Stasiun Klimatologi Klas I, Semarang

Maka besar curah hujan rata – rata per tahun

$$\begin{aligned}
 &= \sum I/n \\
 &= (665 + 1270 + 1280 + 1460 + 1092 + 971 + 953 + 794 + 1898 + 1249) / 10 \\
 &= 11632 / 10 \\
 &= 1163,2 \text{ mm/tahun}
 \end{aligned}$$

4.3.9.2. Intensitas Curah Hujan per Jam

Rekapitulasi curah hujan harian di Kecamatan Rembang Kabupaten Rembang dapat dilihat dalam tabel berikut :

Tabel 4.39 Rekapitulasi Data Curah Hujan Harian Maksimum

Tahun	Curah Hujan Harian Max (mm) (xi)
1997	104
1998	75
1999	64
2000	75

Tahun	Curah Hujan Harian Max (mm) (xi)
2001	75
2002	86
2003	87
2004	90
2005	178
2006	74

Sumber : Stasiun Klimatologi Klas I, Semarang

4.3.10. Analisa Data Hidrologi

Berdasarkan data di atas dapat dilakukan analisa untuk mendapatkan besarnya intensitas curah hujan. Dalam menganalisa dipakai pedoman Tata Cara Perencanaan Drainase Permukaan Jalan "SNI 03 – 3424 – 1994".

Untuk mencari Intensitas curah hujan dihitung dengan rata-rata hitung biasa, dengan jumlah data sebanyak 10 tahun.

Perhitungan standar deviasi data curah hujan dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 4.40 Perhitungan Standar Deviasi

Tahun	Curah Hujan Harian Max (mm) (xi)	Deviasi (xi – xr)	(xi – xr) ²
1997	104	13.2	174.24
1998	75	-15.8	249.64
1999	64	-26.8	718.24
2000	75	-15.8	249.64
2001	75	-15.8	249.64
2002	86	-4.8	23.04
2003	87	-3.8	14.44
2004	90	-0.8	0.64
2005	178	87.2	7603.84
2006	74	-16.8	282.24
jumlah	908		9565.6

Sumber : Hasil Analisa

➤ Menghitung Intensitas Curah Hujan :

$$\begin{aligned} \bullet \quad X_r &= \sum xi / n \\ &= 908 / 10 \\ &= 90,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad S_x &= \sqrt{\sum (xi - xr)^2 / n} \\ &= \sqrt{9565,6 / 10} \\ &= 35,0346 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \bullet \quad X_T &= \bar{x} + \frac{S_x}{S_n} \cdot (Y_T - Y_n) \quad ; \text{dimana } K = 1,8482 \\ &= \bar{x} + (K \times S_x) \\ X_T &= 90,8 + (1,8482 \times 35,0346) \\ &= 155,551 \text{ mm} \end{aligned}$$

Untuk perhitungan intensitas hujan dilakukan pada Bab VI yang digunakan untuk memperhitungkan dimensi saluran drainase.