

BAB IV

DATA DAN ANALISA DATA

4.1 Data

Sumber data primer dan sekunder yang digunakan dalam perhitungan ini adalah pengamatan langsung di lapangan dan laboratorium teknik sipil Surabaya.

1. Data Primer :

- a) Data survei (LHR), lalu lintas harian rata-rata yang dikumpulkan selama satu minggu, pada tanggal 20 Februari 2023 - 26 Februari 2023, mulai pukul 06.00 WIB - pukul 21.00 WIB, di ruas Jalan Raya Lontar, Surabaya.
- b) Data *Excisting* Jalan :
 - Tipe jalan : Jalan 2 jalur 2 arah tak terbagi (2/2TT)
 - Panjang jalan : 2,5 km
 - Lebar jalan : 7 m
 - Jumlah jalur : 2 arah sisi utara dan sisi selatan
 - Jumlah lajur : 1 lajur
 - Lebar lajur : 3,5 m

Data Sekunder : Data *California Bearing Ratio* (CBR) tanah di ruas Jalan Raya Lontar, Kota Surabaya diperoleh dari jasa laboratorium swasta.

4.1.1 Data Lalu Lintas Harian Rata-Rata (LHR)

Informasi lalu lintas diperoleh dari data asli yang dikumpulkan dari survei lalu lintas yang dilakukan di lokasi studi dan di sepanjang Jalan Raya Lontar Kota Surabaya. Tabel 4.1 sampai 4.7 menyajikan hasil survei.

Tabel 4. 1 LHR Jalan Raya Lontar 2 arah Senin, 20 Februari 2023

Waktu	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
06.00 - 07.00	2222	627	2	0	4	0	0
07.00 - 08.00	3669	872	2	0	4	3	0
08.00 - 09.00	1668	577	1	0	12	4	0
09.00 - 10.00	1075	513	2	0	14	11	4
10.00 - 11.00	1246	509	3	0	28	22	2

Tabel 4.1 : *Lanjutan*

Waktu	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
11.00 - 12.00	1226	615	1	0	21	25	1
12.00 - 13.00	1182	745	2	0	25	24	8
13.00 - 14.00	1455	663	0	0	13	15	7
14.00 - 15.00	1319	640	5	0	23	17	0
15.00 - 16.00	1621	671	1	0	21	33	0
16.00 - 17.00	2518	515	1	0	12	14	0
17.00 - 18.00	2572	551	6	0	6	2	0
18.00 - 19.00	1728	512	2	2	5	4	0
19.00 - 20.00	1645	426	0	0	8	3	0
20.00 - 21.00	1398	383	2	0	11	1	1
Jumlah	26544	8819	30	2	207	178	23

Sumber : Hasil *Survey* dilapangan

Tabel 4. 2 LHR Jalan Raya Lontar 2 arah Selasa, 21 Februari 2023

Waktu	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
06.00 - 07.00	1876	477	4	0	3	1	0
07.00 - 08.00	2387	720	2	0	2	2	0
08.00 - 09.00	2475	619	6	0	12	19	1
09.00 - 10.00	1752	550	0	0	16	16	0
10.00 - 11.00	1387	508	2	0	23	18	1
11.00 - 12.00	1338	547	2	0	26	16	1
12.00 - 13.00	1057	507	0	0	37	11	1
13.00 - 14.00	1269	540	1	2	26	25	2
14.00 - 15.00	1093	353	0	1	17	9	5
15.00 - 16.00	1393	516	2	0	12	13	1
16.00 - 17.00	2545	597	4	0	20	12	4
17.00 - 18.00	2737	538	3	0	15	3	2
18.00 - 19.00	1389	434	1	1	6	1	1
19.00 - 20.00	1556	431	3	0	5	3	1
20.00 - 21.00	1344	424	0	0	1	0	0
Jumlah	25598	7761	30	4	221	149	20

Sumber : Hasil *Survey* dilapangan

Tabel 4. 3 LHR Jalan Raya Lontar 2 arah Rabu, 22 Februari 2023

Waktu	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
06.00 - 07.00	2322	527	2	0	3	1	1
07.00 - 08.00	2769	772	2	0	2	1	2
08.00 - 09.00	1868	477	1	0	11	9	2
09.00 - 10.00	1175	413	1	1	12	16	3
10.00 - 11.00	1236	409	2	0	23	19	16
11.00 - 12.00	1312	494	0	0	28	17	1
12.00 - 13.00	1182	545	0	0	25	19	1
13.00 - 14.00	1355	563	2	1	23	22	2
14.00 - 15.00	1219	540	4	0	25	22	1
15.00 - 16.00	1521	571	2	0	22	31	0
16.00 - 17.00	2518	515	1	0	13	13	1
17.00 - 18.00	2572	551	3	0	6	2	0
18.00 - 19.00	1628	465	1	0	7	2	1
19.00 - 20.00	1645	426	2	1	3	3	0
20.00 - 21.00	1398	383	0	0	2	0	1
Jumlah	25720	7651	23	3	205	177	32

Sumber : Hasil *Survey* dilapangan

Tabel 4. 4 LHR Jalan Raya Lontar 2 arah Kamis, 23 Februari 2023

Waktu	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
06.00 - 07.00	2333	519	1	0	3	2	1
07.00 - 08.00	2855	780	2	0	2	0	2
08.00 - 09.00	1868	472	1	0	13	8	3
09.00 - 10.00	1166	437	1	1	13	17	2
10.00 - 11.00	1212	381	2	0	21	19	16
11.00 - 12.00	1464	424	0	0	22	17	1
12.00 - 13.00	1196	563	1	0	24	19	1
13.00 - 14.00	1114	551	1	0	25	24	0
14.00 - 15.00	1252	552	0	0	20	12	3
15.00 - 16.00	1607	540	0	0	14	14	1
16.00 - 17.00	2658	571	1	0	11	4	0
17.00 - 18.00	2021	561	3	0	7	2	0
18.00 - 19.00	1632	483	1	0	8	1	1
19.00 - 20.00	1437	435	2	0	5	1	1
20.00 - 21.00	1493	358	0	0	1	0	1
Jumlah	25308	7627	16	1	189	140	33

Sumber : Hasil *Survey* dilapangan

Tabel 4. 5 LHR Jalan Raya Lontar 2 arah Jumat, 24 Februari 2023

Waktu	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
06.00 - 07.00	1931	474	3	0	4	0	0
07.00 - 08.00	2412	431	1	0	2	1	0
08.00 - 09.00	2443	599	4	0	14	12	1
09.00 - 10.00	1821	575	1	0	17	15	0
10.00 - 11.00	1344	598	1	0	25	15	1
11.00 - 12.00	1432	459	3	0	31	11	2
12.00 - 13.00	1047	556	2	0	29	16	4
13.00 - 14.00	1272	634	2	0	16	15	7
14.00 - 15.00	1308	585	1	0	18	11	1
15.00 - 16.00	1404	609	3	0	12	14	0
16.00 - 17.00	2549	652	2	0	9	6	6
17.00 - 18.00	1775	457	2	0	4	2	3
18.00 - 19.00	1753	496	2	0	3	3	2
19.00 - 20.00	1720	543	0	0	5	4	0
20.00 - 21.00	1413	360	2	0	6	0	1
Jumlah	25624	8028	29	0	195	125	28

Sumber : Hasil *Survey* dilapangan

Tabel 4. 6 LHR Jalan Raya Lontar 2 arah Sabtu, 25 Februari 2023

Waktu	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
06.00 - 07.00	1942	448	3	0	3	0	0
07.00 - 08.00	1467	417	2	0	2	3	0
08.00 - 09.00	1484	583	4	2	16	11	0
09.00 - 10.00	1826	527	0	0	11	13	1
10.00 - 11.00	1365	573	2	0	20	12	1
11.00 - 12.00	1401	605	2	0	21	9	0
12.00 - 13.00	1364	622	0	0	22	7	3
13.00 - 14.00	1574	545	0	0	11	8	2
14.00 - 15.00	1383	627	3	0	20	13	0
15.00 - 16.00	1426	582	1	1	18	20	0
16.00 - 17.00	2873	882	0	1	13	14	0
17.00 - 18.00	2771	774	2	2	5	3	0
18.00 - 19.00	1682	683	1	0	3	2	0
19.00 - 20.00	1429	551	1	0	6	4	0
20.00 - 21.00	1455	592	4	0	2	0	0
Jumlah	25442	9011	25	6	173	119	7

Sumber : Hasil *Survey* dilapangan

Tabel 4. 7 LHR Jalan Raya Lontar 2 arah Minggu, 26 Februari 2023

Waktu	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
06.00 - 07.00	1534	252	2	0	2	0	0
07.00 - 08.00	985	241	2	0	4	2	0
08.00 - 09.00	1024	356	0	1	4	3	0
09.00 - 10.00	2384	532	3	2	16	11	0
10.00 - 11.00	2026	411	0	0	11	14	0
11.00 - 12.00	1316	522	2	0	14	11	0
12.00 - 13.00	1487	674	1	0	23	10	3
13.00 - 14.00	1434	632	2	0	21	8	1
14.00 - 15.00	1651	587	0	0	13	7	0
15.00 - 16.00	1576	691	8	1	16	14	0
16.00 - 17.00	1511	624	2	0	13	19	0
17.00 - 18.00	2785	566	0	1	12	12	0
18.00 - 19.00	2423	617	4	3	4	3	0
19.00 - 20.00	1774	684	3	0	4	2	0
20.00 - 21.00	1477	432	2	0	6	3	0
Jumlah	25387	7821	31	8	163	119	4

Sumber : Hasil *Survey* dilapangan

Data LHR diperoleh dari data lalu lintas selama periode satu minggu pada tanggal 20 Februari 2023 sampai tanggal 26 Februari 2023. Data terpadat lalu lintas adalah pada hari Senin, 20 Februari 2023, seperti yang ditunjukkan pada tabel 4.8.

Tabel 4. 8 LHR Jalan Raya Lontar Jam Paling Padat

Jenis Kendaraan	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
Jumlah Kendaraan	26544	8819	30	2	207	178	23

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 4. 9 LHR Jalan Raya Lontar

Jenis Kendaraan	MC	MP	Bus Kecil	Bus Besar	Truk Ringan 2 Sumbu	Truk Sedang 2 Sumbu	Truk 3 Sumbu
Jumlah Kendaraan	25660	8103	26	3	193	144	21

Sumber : Hasil Perhitungan

4.1.2 Data CBR

Data CBR diperoleh dengan menggunakan data CBR sekunder yang diperoleh dari Laboratorium Teknik Sipil Surabaya. Data DCPT (*Dynamic Cone Penetrometer Test*) terlampir. Nilai CBR untuk lingkungan Jalan Raya Lontar di Kota Surabaya ditunjukkan pada tabel 4.10 di bawah ini.

Tabel 4. 10 Data CBR

NO	TITIK	CBR (%)
1	TITIK 1	53,36
2	TITIK 2	21,25
3	TITIK 3	15,07
4	TITIK 4	47,83
5	TITIK 5	95,36

Sumber : Laboratorium Teknik Sipil Surabaya

4.2 Analisa Data

Analisis data yang dilakukan bertujuan untuk memenuhi persyaratan perencanaan perkerasan jalan yang sesuai dengan pendekatan yang digunakan dengan menganalisis data primer dan sekunder berupa data tanah dan data lalu lintas.

4.2.1 Analisa Data Lalu Lintas

Untuk mendapatkan analisis penentuan kapasitas pada kondisi lapangan, analisis data lalu lintas melibatkan hasil perhitungan kapasitas dasar (C_0), faktor penyesuaian akibat lebar lajur lalu lintas (FCLJ), faktor penyesuaian akibat pemisah arah (FCPA), dan faktor penyesuaian akibat hambatan samping. Untuk mendapatkan nilai derajat kejenuhan (DJ) pada kondisi jalan saat ini,

A. Menentukan Kapasitas Dasar (C_0)

Sejumlah data akan dianalisa, dengan menggunakan 2/2 TT untuk perencanaan dan mengamati tipe alinyemen datar pada lokasi ini, maka dapat ditentukan kapasitas dasar jalan. Tabel 2.12 memberikan Kapasitas Dasar (C_0) yang diperoleh, yaitu 3100 smp/jam.

B. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCPA)

Data lalu lintas yang diterima dari ruas Jalan Raya Lontar Kota Surabaya menunjukkan bahwa nilai FCPA yang diperoleh dari tabel tersebut adalah = 1,00, dan faktor penyesuaian kapasitas untuk pemisah arah adalah 50% - 50%. seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.13.

C. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas (FCLJ)

Tabel 2.14 menghasilkan nilai FCLJ 1,00 berdasarkan tabel faktor penyesuaian lebar jalur lalu lintas untuk tipe jalan 2/2 TT yang memiliki lebar efektif 7 m pada tabel tersebut.

D. Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping (FCHS)

Kelas hambatan samping pada daerah tersebut dapat dikategorikan sebagai kelas sangat tinggi (ST) karena adanya pertokoan dan permukiman di sepanjang Jl Raya Lontar Kota Surabaya, yang disimpulkan dari hasil survei lapangan dan data jalan. Dengan lebar bahu jalan kurang dari 0,5 meter dan kelas hambatan samping yang sangat tinggi, maka pada tabel faktor penyesuaian tipe jalan 2 lajur 2 arah (2/2 TT) akibat hambatan samping (FCHS) didapatkan nilai FCHS sebesar 0,73, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 2.16.

E. Menentukan Nilai Kapasitas (C)

$$C = C_o \times FCLJ \times FCPA \times FCHS$$

- Data :
1. Sesuai nilai C_o = 3100
 2. Sesuai nilai FCLJ = 1,00
 3. Sesuai nilai FCPA = 1,00
 4. Sesuai nilai FCHS = 0,73

$$\begin{aligned} \text{Nilai } C &= 3100 \text{ smp/jam} \times 1,00 \times 1,00 \times 0,73 \\ &= 2263 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

F. Menentukan Derajat Kejunahan (DJ)

$$DJ = Q/C$$

$$Q = LHR \times k \times emp$$

Data :

4. LHR sesuai data primer lalu lintas 2023
5. $k = 0,11$ (faktor lalu lintas jam sibuk)
6. EMP

Berikut ini adalah contoh dan tabel perhitungan DJ pada kondisi jalan.

a) Derajat Kejenuhan pada tahun 2023

1. MC	= 26544 x 0,11 x 0,5	= 1460	smp/jam
2. MP	= 8819 x 0,11 x 1,3	= 1261	smp/jam
3. Bus Kecil	= 30 x 0,11 x 1,3	= 4,29	smp/jam
4. Bus Besar	= 2 x 0,11 x 1,5	= 0,33	smp/jam
5. Truk Ringan 2 sumbu	= 207 x 0,11 x 2,5	= 57	smp/jam
6. Truk Sedang 2 Sumbu	= 178 x 0,11 x 2,5	= 49	smp/jam
7. Truk 3 sumbu	= 23 x 0,11 x 2,5	= 6,33	smp/jam
	ΣQ	= 2838	smp/jam

$$\begin{aligned} \text{DJ tahun 2023} &= Q / C \\ &= 2838 / 2263 = 1,25 \end{aligned}$$

b) Derajat Kejenuhan pada tahun 2043

1. MC	= 26544 x (1 + 0,035) ²⁰ x 0,11 x 0,5	= 2905	smp/jam
2. MP	= 8819 x (1 + 0,035) ²⁰ x 0,11 x 1,3	= 2509	smp/jam
3. Bus Kecil	= 30 x (1 + 0,035) ²⁰ x 0,11 x 1,3	= 8,54	smp/jam
4. Bus Besar	= 2 x (1 + 0,035) ²⁰ x 0,11 x 1,5	= 0,66	smp/jam
5. Truk Ringan 2 sumbu	= 207 x (1 + 0,035) ²⁰ x 0,11 x 2,5	= 113	smp/jam
6. Truk Sedang 2 Sumbu	= 178 x (1 + 0,035) ²⁰ x 0,11 x 2,5	= 98	smp/jam
7. Truk 3 sumbu	= 23 x (1 + 0,035) ²⁰ x 0,11 x 2,5	= 13	smp/jam
	ΣQ	= 5647	smp/jam

$$\begin{aligned} \text{DJ tahun 2043} &= Q / C \\ &= 5647 / 2263 = 2,50 \end{aligned}$$

c) Derajat Kejenuhan pada tahun 2063

1. MC	= 26544 x (1 + 0,035) ⁴⁰ x 0,11 x 0,5	= 5780	smp/jam
2. MP	= 8819 x (1 + 0,035) ⁴⁰ x 0,11 x 1,3	= 4993	smp/jam
3. Bus Kecil	= 30 x (1 + 0,035) ⁴⁰ x 0,11 x 1,3	= 17	smp/jam
4. Bus Besar	= 2 x (1 + 0,035) ⁴⁰ x 0,11 x 1,5	= 1,31	smp/jam
5. Truk Ringan 2 sumbu	= 207 x (1 + 0,035) ⁴⁰ x 0,11 x 2,5	= 225	smp/jam

$$\begin{aligned}
 6. \text{ Truk Sedang 2 Sumbu} &= 178 \times (1 + 0,035)^{40} \times 0,11 \times 2,5 = 194 \text{ smp/jam} \\
 7. \text{ Truk 3 sumbu} &= 23 \times (1 + 0,035)^{40} \times 0,11 \times 2,5 = 25 \text{ smp/jam} \\
 \Sigma Q &= 11235 \text{ smp/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{DJ tahun 2063} &= Q / C \\
 &= 11235 / 2263 = 4,97
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 11 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) Pada Tahun 2023

No	Jenis Kendaraan	LHR 2 Arah	EMP	K	Q (Smp/Jam)	C	DJ	Keterangan
1	MC	26544	0,5	0,11	1460	2263	1,25	DJ > 0,85 Membutuhkan Pelebaran Jalan
2	MP	8819	1,3		1261			
3	Bus Kecil	30	1,3		4,29			
4	Bus Besar	2	1,5		0,33			
5	Truk Ringan 2 Sumbu	207	2,5		57			
6	Truk Sedang 2 Sumbu	178	2,5		49			
7	Truk 3 Sumbu	23	2,5		6,33			
Jumlah					2838			

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) Pada Tahun 2043

No	Jenis Kendaraan	LHR 2 Arah	EMP	K	Q (Smp/Jam)	C	DJ	Keterangan
1	MC	26544	0,5	0,11	2905	2263	2,50	DJ > 0,85 Membutuhkan Pelebaran Jalan
2	MP	8819	1,3		2509			
3	Bus Kecil	30	1,3		8,54			
4	Bus Besar	2	1,5		0,66			
5	Truk Ringan 2 Sumbu	207	2,5		113			
6	Truk Sedang 2 Sumbu	178	2,5		98			
7	Truk 3 Sumbu	23	2,5		13			
Jumlah					5647			

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4. 13 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) Pada Tahun 2063

No	Jenis Kendaraan	LHR 2 Arah	EMP	K	Q (Smp/Jam)	C	DJ	Keterangan
1	MC	26544	0,5	0,11	5780	2263	4,97	DJ > 0,85 Membutuhkan Pelebaran Jalan
2	MP	8819	1,3		4993			
3	Bus Kecil	30	1,3		17			
4	Bus Besar	2	1,5		1,31			
5	Truk Ringan 2 Sumbu	207	2,5		225			
6	Truk Sedang 2 Sumbu	178	2,5		194			
7	Truk 3 Sumbu	23	2,5		25			
Jumlah					11235			

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Pelebaran jalan Jalan Raya Lontar Kota Surabaya diperlukan karena tidak memenuhi kapasitas jalan dan dianggap tidak layak untuk menangani arus lalu lintas hingga umur rencana, sebagaimana hasil perhitungan di atas yang menunjukkan bahwa jalan tersebut menggunakan tipe jalan 2/2 TT dari nilai derajat kejenuhan (DJ) dari tahun 2023 - 2063 (40 tahun) berada pada nilai > 0,85.

4.2.2 Analisa Rencana Pelebaran Jalan

Untuk mendapatkan kapasitas jalan sesuai umur rencana dan dianggap layak untuk menampung arus lalu lintas maka Jalan Raya Lontar Kota Surabaya diperlukan rencana pelebaran jalan 3,50 meter 4/2 TT dengan spesifikasinya sebagai berikut :

- Kapasitas dasar jalan jika kapasitas pada jalan adalah 4 lajur maka dapat ditentukan kapasitas per jalur dan arus dipisahkan per arah maka nilai kapasitas dasar melihat tipe alinemen Datar pada daerah ini menggunakan 4/2 TT dengan kapasitas pada jalan dasar (CO) datar = $1900 \times 4 = 7600$ smp/jam. **(Tabel. 2.12)**
- Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah (FCPA) 50% - 50% = 1,00 **(Tabel 2.13)**
- Tipe jalan 4/2 TT dengan lebar efektif sebesar 3,50 meter / lajur (FCLJ) = 1,00 **(Tabel 2.14)**
- Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Hambatan Samping Tinggi (FCHS) = 0,88 **(Tabel 2.16)**

e. Menentukan Nilai Kapasitas (C)

$$C = C_o \times F_{CPA} \times F_{CIJ} \times F_{CHS}$$

Data :

1. Sesuai nilai $C_o = 1900$ smp/jam
2. Sesuai nilai $F_{CPA} = 1,00$
3. Sesuai nilai $F_{CIJ} = 1,00$
4. Sesuai nilai $F_{CHS} = 0,88$

$$C = 1900 \text{ smp/jam} \times 1,00 \times 1,00 \times 0,88$$

$$C = 6688 \text{ smp/jam}$$

Tabel berikut ini memberikan informasi mengenai derajat kejenuhan (DJ) pada kondisi jalan setelah dilakukan perencanaan pelebaran jalan berdasarkan data-data tersebut di atas:

Tabel 4. 14 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) pada tahun 2023

No	Jenis Kendaraan	LHR 2 Arah	EMP	K	Q (Smp/Jam)	C	DJ	Keterangan
1	MC	26544	0,5	0,11	1460	6688	0,42	DJ < 0,85 Tidak Membutuhkan Pelebaran Jalan
2	MP	8819	1,3		1261			
3	Bus Kecil	30	1,3		4,29			
4	Bus Besar	2	1,5		0,33			
5	Truk Ringan 2 Sumbu	207	2,5		57			
6	Truk Sedang 2 Sumbu	178	2,5		49			
7	Truk 3 Sumbu	23	2,5		6,33			
Jumlah					2838			

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4. 15 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) pada tahun 2043

No	Jenis Kendaraan	LHR 2 Arah	EMP	K	Q (Smp/Jam)	C	DJ	Keterangan
1	MC	26544	0,5	0,11	2905	6688	0,84	DJ < 0,85 Tidak Membutuhkan Pelebaran Jalan
2	MP	8819	1,3		2509			
3	Bus Kecil	30	1,3		8,54			
4	Bus Besar	2	1,5		0,66			
5	Truk Ringan 2 Sumbu	207	2,5		113			

Tabel 4.15 : Lanjutan

No	Jenis Kendaraan	LHR 2 Arah	EMP	K	Q (Smp/Jam)	C	DJ	Keterangan
6	Truk Sedang 2 Sumbu	178	2,5		98			
7	Truk 3 Sumbu	23	2,5		13			
Jumlah					5647			

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4. 16 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) pada tahun 2063

No	Jenis Kendaraan	LHR 2 Arah	EMP	K	Q (Smp/Jam)	C	DJ	Keterangan
1	MC	26544	0,5	0,11	5780	6688	1,68	DJ > 0,85 Membutuhkan Pelebaran Jalan
2	MP	8819	1,3		4993			
3	Bus Kecil	30	1,3		17			
4	Bus Besar	2	1,5		1,31			
5	Truk Ringan 2 Sumbu	207	2,5		226			
6	Truk Sedang 2 Sumbu	178	2,5		194			
7	Truk 3 Sumbu	23	2,5		25			
Jumlah					11235			

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4.17 sampai 4.22 memberikan nilai rekapitulasi derajat kejenuhan (DJ) setiap tahunnya:

Tabel 4. 17 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) Pada Tahun 2023 - 2029

Jenis Kendaraan	Tahun						
	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
MC	1460	1511	1564	1619	1675	1734	1795
MP	1261	1305	1351	1398	1447	1498	1550
Bus Kecil	4,29	4,44	4,60	4,76	4,92	5,10	5,27
Bus Besar	0,33	0,34	0,35	0,37	0,38	0,39	0,41
Truk Ringan 2 Sumbu	57	59	61	63	65	68	70
Truk Sedang 2 Sumbu	49	51	53	54	56	58	60
Truk 3 Sumbu	6,33	6,55	6,78	7,02	7,26	7,52	7,78
Σ Q	2838	2926	3029	3134	3243	3358	3475
DJ	0,42	0,44	0,45	0,47	0,49	0,50	0,52

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4. 18 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) Pada Tahun 2030 – 2036

Jenis Kendaraan	Tahun						
	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
MC	1858	1923	1990	2060	2132	2206	2283
MP	1604	1661	1719	1779	1841	1906	1972
Bus Kecil	5,46	5,65	5,85	6,05	6,26	6,48	6,71
Bus Besar	0,42	0,44	0,45	0,47	0,48	0,50	0,52
Truk Ringan 2 Sumbu	73	75	78	80	83	86	89
Truk Sedang 2 Sumbu	62	65	67	69	72	74	77
Truk 3 Sumbu	8,05	8,33	8,63	8,93	9,24	9,57	9,90
∑ Q	3597	3724	3854	3988	4128	4272	4421
DJ	0,53	0,56	0,58	0,60	0,62	0,64	0,66

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4. 19 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) Pada Tahun 2037 – 2043

Jenis Kendaraan	Tahun						
	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043
MC	2363	2446	2532	2620	2712	2807	2905
MP	2041	2113	2187	2263	2342	2424	2509
Bus Kecil	6,94	7,19	7,44	7,70	7,97	8,25	8,54
Bus Besar	0,53	0,55	0,57	0,59	0,61	0,63	0,66
Truk Ringan 2 Sumbu	92	96	99	102	106	110	113
Truk Sedang 2 Sumbu	79	82	85	88	91	94	98
Truk 3 Sumbu	10,25	10,61	10,98	11,36	11,76	12,17	12,60
∑ Q	4575	4737	4903	5073	5251	5435	5625
DJ	0,68	0,71	0,73	0,76	0,79	0,81	0,84

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4. 20 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) Pada Tahun 2044 – 2050

Jenis Kendaraan	Tahun						
	2044	2045	2046	2047	2048	2049	2050
MC	3007	3112	3221	3334	3450	3571	3696
MP	2597	2688	2782	2879	2980	3084	3192
Bus Kecil	8,84	9,14	9,46	9,80	10,14	10,49	10,86
Bus Besar	0,68	0,70	0,73	0,75	0,78	0,81	0,84
Truk Ringan 2 Sumbu	117	122	126	130	135	139	144
Truk Sedang 2 Sumbu	101	104	108	112	116	120	124
Truk 3 Sumbu	13,04	13,49	13,97	14,45	14,96	15,48	14,03
∑ Q	5822	6026	6237	6455	6681	6914	7156
DJ	0,87	0,90	0,93	0,97	1,00	1,03	1,07

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4. 21 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) Pada Tahun 2051 - 2057

Jenis Kendaraan	Tahun						
	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057
MC	3826	3959	4098	4241	4390	4543	4703
9MP	3304	3420	3539	3663	3792	3924	4062
Bus Kecil	11,24	11,63	12,04	12,46	12,90	13,35	13,82
Bus Besar	0,87	0,90	0,93	0,96	0,99	1,03	1,06
Truk Ringan 2 Sumbu	149	155	160	166	171	177	184
Truk Sedang 2 Sumbu	128	133	138	142	147	153	158
Truk 3 Sumbu	16,59	17,17	17,77	18,39	19,03	19,70	20,39
ΣQ	7407	7667	7935	8212	8513	8831	9142
DJ	1,12	1,15	1,19	1,23	1,27	1,32	1,36

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4. 22 Hasil Perhitungan Derajat Kejenuhan (DJ) Pada Tahun 2058 – 2063

Jenis Kendaraan	Tahun					
	2058	2059	2060	2061	2062	2063
MC	4867	5037	5214	5396	5585	5780
MP	4204	4351	4503	4661	4824	4993
Bus Kecil	14,30	14,80	15,32	15,86	16,41	16,99
Bus Besar	1,10	1,14	1,18	1,22	1,26	1,31
Truk Ringan 2 Sumbu	190	197	204	211	218	226
Truk Sedang 2 Sumbu	163	169	175	181	187	194
Truk 3 Sumbu	21,10	21,84	22,61	23,40	24,22	25,06
ΣQ	9460	9792	10135	10489	10855	11235
DJ	1,41	1,46	1,51	1,56	1,62	1,68

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Tabel 4. 23 Analisa kinerja Jalan

No	Umur Rencana	Tahun Rencana	Q (smp/hari)	Nilai Parameter		LOS	Keterangan
				C	DJ		
				(smp/hari)	(Q/C)		
1	0	2023	2838	6688	0,42	B	Arus stabil, kecepatan sedikit terbatas
2	10	2033	3988	6688	0,60	C	Arus stabil, kecepatan makin terbatas
3	20	2043	5625	6688	0,84	D	Kecepatan rendah dan berbeda-beda volume mendekati kapasitas

Tabel 4.23 : Lanjutan

No	Umur Rencana	Tahun Rencana	Q (smp/hari)	Nilai Parameter		LOS	Keterangan
				C	DJ		
				(smp/hari)	(Q/C)		
4	30	2053	7935	6688	1,19	F	Arus terhambat, kecepatan rendah, sering berhenti
5	40	2063	11193	6688	1,67	F	Arus terhambat, kecepatan rendah, sering berhenti

Sumber : Analisa dan Perhitungan

Diperoleh hasil bahwa Jalan Raya Lontar Kota Surabaya memenuhi kapasitas jalan dan dianggap layak untuk menampung arus lalu lintas hingga 20 tahun mendatang berdasarkan perencanaan pelebaran jalan dari hasil perhitungan pada tabel 4.23. Diketahui nilai derajat kejenuhan (DJ) dari tahun 2023-2043 (20 tahun) berada pada nilai $< 0,85$ dan dalam kategori Level Of Service berada pada kelas B - D dan dari tahun 2044-2063 berada pada nilai $> 0,85$ dan berada pada kelas F.

4.2.3 Analisa Data CBR

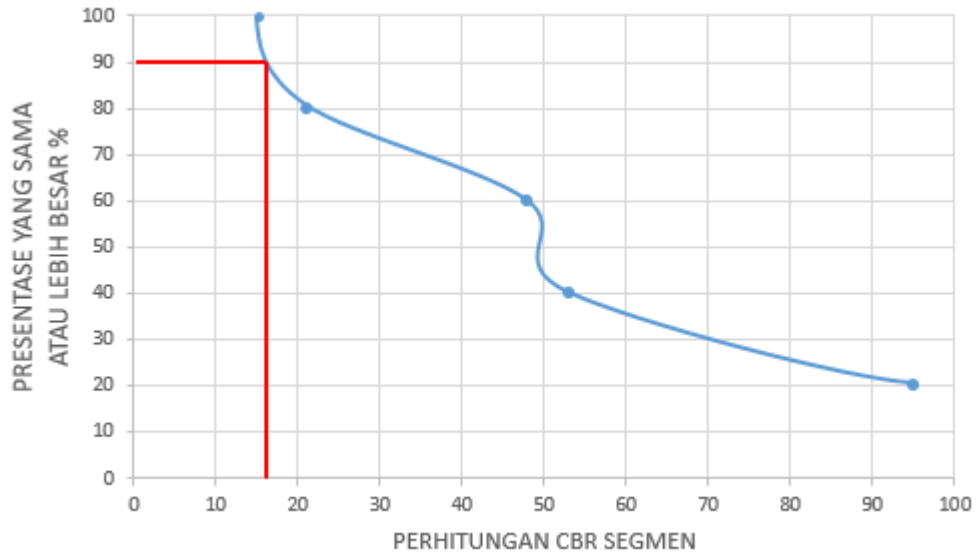
Karena kualitas dan daya tahan konstruksi perkerasan jalan sangat erat kaitannya dengan karakteristik tanah dasar, maka diperlukan analisis data CBR untuk memastikan daya dukung tanah dasar. 90% dari teknik dalam desain ini bersifat grafis dan analitis.

a. Perhitungan CBR segmen dengan cara grafis

Tabel 4. 24 Perhitungan CBR Dengan Cara Grafis

No	CBR	Nilai CBR Setelah Diurutkan	Jumlah yang sama atau lebih besar	Persentase yang sama atau lebih besar %
	(1)	(2)	(3)	(4)=(3)/n x 100%
1	53,36	95,36	5	100
2	21,25	53,36	4	80
3	15,07	47,83	3	60
4	47,83	21,25	2	40
5	95,36	15,36	1	20

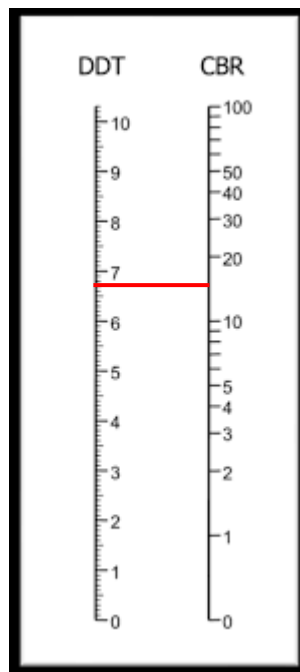
Sumber : Analisa dan Perhitungan



Gambar 4. 1 CBR Desain Tanah Dasar

16% adalah nilai CBR 90% menurut data grafis.

Selanjutnya, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4.2, adalah nilai daya dukung tanah.



Gambar 4. 2 Mencari Nilai DDT dari Nilai CBR 90%

Didapatkan nilai DDT = 6,7

b. Perhitungan CBR dengan cara analitis

Diketahui data CBR dapat dilihat pada Tabel 4.10 :

$$\begin{aligned} \text{CBR Rata-Rata} &= \frac{53,36+21,25+15,07+47,83+95,36}{5} \\ &= 46,57 \\ \text{CBR Max} &= 95,36 \\ \text{CBR Min} &= 15,07 \end{aligned}$$

Seberapa banyak data yang masuk ke dalam satu segmen menentukan nilai R. Berikut ini adalah nilai R seperti yang ditampilkan pada Tabel 4.25:

Tabel 4. 25 Nilai R untuk Perhitungan CBR Segmen

Jumlah Titik Pengujian CBR	Nilai R
2	1,41
3	1,91
4	2,24
5	2,48
6	2,67
7	2,83
8	2,96
9	3,08
>10	3,18

Sumber : Silvia Sukirman

$$\begin{aligned} \text{CBR segmen} &= \text{CBR rata-rata} - \frac{\text{CBR Max} - \text{CBR Min}}{R} \\ &= 46,57 - \frac{95,36 - 15,07}{2,48} \\ &= 14,20 \\ \text{DDT} &= 4,3 \log \text{CBR} + 1,7 \\ &= 4,3 \log 14,20 + 1,7 \\ &= 6,7 \end{aligned}$$

4.3 Perencanaan Desain Perkerasan Menggunakan AASHTO 1993

Pendekatan AASHTO 1993 digunakan dalam pengembangan desain perkerasan Jalan Raya Lontar Kota Surabaya, yang membutuhkan perkerasan kaku. Perkembangan lalu lintas

1. Perkembangan lalu lintas per tahun dipulau Jawa = 3,5% (Pulau Jawa)
2. Lebar jalan sekarang = 7 m
3. Lebar jalan direncanakan = 3,5 m / jalur
4. Lebar bahu efektif = 50 cm
5. Tipe jalan sekarang = Jalan 2 jalur 2 arah tak terbagi (2/2 TT)
6. Tipe jalan rencana = Jalan 4 jalur 2 arah tak terbagi (4/2 TT)
7. Umur rencana = 40 tahun
8. Fungsi jalan = Kolektor
9. Tipe medan = Datar
10. Nilai CBR = 16 %

4.4 Faktor Distribusi Jalur

Dalam beberapa peraturan perencanaan, faktor distribusi arah DD biasanya diambil sebesar 0,5, namun dapat berkisar antara 0,3 sampai 0,7 (atau 30 sampai 70%). Menurut tabel (AASHTO 1993), perkerasan kaku memiliki faktor distribusi lajur (DL) sebagai berikut:

Tabel 4. 26 Faktor Distribusi Lajur (DL) untuk Perancangan Perkerasan

Jumlah lajur per arah	AASHTO (1993) Persen ESAL dalam lajur rencana (%)
1	100
2	80 – 100
3	60 – 80
4	50 – 75

Sumber : AASHTO (1993)

Nilai distribusi lajur (DL) dengan dua lajur pada masing-masing arah adalah 90%; tabel 4.26 memberikan nilai ini.

4.5 Menghitung Nilai ESAL (*Equivalent Single Axle Load*)

Persamaan berikut ini menunjukkan beban sumbu standar kumulatif, yang juga dikenal sebagai beban sumbu tunggal ekuivalen (*equivalent single axle load/ESAL*), yang merupakan jumlah total beban sumbu lalu lintas desain pada lajur desain selama umur rencana:

$$W_{18} = \sum_{N1}^{Nn} LHR_j \times DF_j \times D_D \times D_L \times 365$$

4.5.1 Menghitung Beban Sumbu Kendaraan

a. LV 1.1 (Berat 2 ton)

Roda Depan (STRG) $2 \times \frac{50}{100} = 1$ $\left(\frac{1}{8,4}\right)^4 = 0,001176$ Total Esal = 0,002352	Roda Belakang (STRG) $2 \times \frac{50}{100} = 1$ $\left(\frac{1}{8,4}\right)^4 = 0,001176$
--	---

b. Pickup 1.1 (Berat 7 ton)

Roda Depan (STRT) $7 \times \frac{34}{100} = 2,38$ $\left(\frac{2,38}{8,4}\right)^4 = 0,0377$ Total Esal = 0,5735	Roda Belakang (STRT) $2 \times \frac{66}{100} = 4,62$ $\left(\frac{4,62}{8,4}\right)^4 =$ 0,5358
--	--

c. Bus 1.1 (Berat 9 ton)

Roda Depan (STRT) $9 \times \frac{34}{100} = 3,06$ $\left(\frac{3,06}{5,4}\right)^4 = 0,1031$ Total Esal = 0,3839	Roda Belakang (STRG) $9 \times \frac{66}{100} = 5,94$ $\left(\frac{5,94}{8,16}\right)^4 =$ 0,2808
--	---

d. Truk 1.2 H (Berat 18,2 ton)

Roda Depan (STRT) $18,2 \times \frac{34}{100} = 6,188$ $\left(\frac{6,188}{5,4}\right)^4 = 1,7244$ Total Esal = 6,4021	Roda Belakang (STRG) $18,2 \times \frac{66}{100} = 12,0120$ $\left(\frac{1}{8,4}\right)^4 = 4,6957$
---	--

e. **Truk 1.22 (Berat 25 ton)**

Roda Depan (STRT)	Roda Belakang (SDRG)
$25 \times \frac{25}{100} = 6,25$ $\left(\frac{6,25}{5,4}\right)^4 = 1,7945$	$25 \times \frac{75}{100} = 18,75$ $\left(\frac{18,75}{13,76}\right)^4 = 3,4477$
Total Esal = 5,2422	

Tabel 4. 27 Perhitungan ESAL

No	Jenis Kendaraan	LHR	Berat Kendaraan (ton)	VDF	DD	DL	W18 (ESAL)
		A		B	C	D	a x b x c x d 365
1	Mobil	8819	2	0,5735	0,5	1	923029,61
2	Bus	32	9	0,3839	0,5	1	2241,98
3	Truk 2 Sumbu	385	18,2	6,4201	0,5	1	451092,28
4	Truk 3 Sumbu	23	25	5,2422	0,5	1	22004,14
Total 18 ESAL							1398367,71

Sumber : Analisa Perhitungan

$$\begin{aligned}
 Wt &= W18 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \\
 &= 1398367,71 \times \frac{\left(1 + \frac{3,5}{100}\right)^{40} - 1}{\frac{3,5}{100}} \\
 &= 118232378,27 \text{ ESAL}
 \end{aligned}$$

4.6 Tebal Minimum Lapis Perkerasan

Tabel 4.28 memberikan ketebalan minimum untuk setiap lapisan perkerasan dengan cara berikut:

Tabel 4. 28 Minimum Lapis *Base* Perkerasan

<i>Trafic ESAL</i>	<i>Aggregate Base</i>
< 50.000	4,0 inch
50.001 – 150.000	4,0 inch
150.001- 500.000	4,0 inch
500.001 – 2.000.000	6,0 inch
2.000.001 – 7.000.000	6,0 inch
> 7.000.000	6,0 inch

Sumber : AASHTO 1993

4.7 Parameter Desain Perhitungan Tebal Perkerasan

Perhitungan ESAL di atas menghasilkan kesimpulan mengenai tebal perkerasan kaku seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4.29:

Tabel 4. 29 Tebal Perkerasan berdasarkan Parameter Desain

No	Traffic Desain (ESAL)	Tebal Plat Beton (cm)
1	30.000.000	25
2	40.000.000	26
3	50.000.000	27
4	60.000.000	28
5	70.000.000	29
6	80.000.000	29
7	90.000.000	30
8	100.000.000	30
9	110.000.000	31
10	120.000.000	31
11	130.000.000	32
12	140.000.000	32
13	150.000.000	32
14	160.000.000	32

Sumber : Perkerasan Jalan Beton Semen Portland Ari suryawan(2009)

4.8 Reliability

Angka 85% dipilih karena nilai ketergantungan (R) antara 80% dan 95%, yang sesuai dengan klasifikasi jalan kolektor di persimpangan Seturan pada Tabel 2.5.

Tabel 4. 30 Standard Normal Deviation (Z_R)

R (%)	Z _R		R (%)	Z _R
50	0		93	-1,476
60	-0,253		94	-1,555
75	-0,674		95	-1,751
80	-0,841		96	-1,881
85	-1,037		97	-2,054
90	-1,282		98	-2,327
91	-1,34		99,9	-3,09
92	-1,405		99,99	-3,75

Sumber : AASHTO 1993

Untuk nilai *standard normal deviation* (Z_R) didapatkan Nilai -1,037 yang tertera pada tabel 4.30 dan *Standard Deviation* untuk *Rigid Pavement* So = 0,30 diasumsikan (AASHTO1993)

4.9 *Serviceability*

AASHTO 1993 disebut dalam indeks kemampuan pelayanan terminal (pt). Menurut AASHTO (1993), kemampuan pelayanan awal perkerasan kaku adalah $p_o = 4,5$. Tidak ada kesesuaian sama sekali:

$$\Delta \text{PSI} = P_o - P_t$$

- *Initial serviceability* : (P_o) = 4,5
- *Terminal serviceability index* jalur utama (*major highways*) (pt) = 2,5
- *Serviceability loss* (ΔPSI) = $\Delta \text{PSI} = P_o - P_t$ = 2,0

4.10 **Modulus Reaksi Tanas Dasar**

Modulus reaksi tanah dasar (k) dipastikan dengan menggunakan perpaduan rumus dan grafik untuk memastikan modulus reaksi tanah dasar sesuai dengan spesifikasi CBR tanah dasar. Nilai

$$\begin{aligned} M_R &= 1500 \times \text{CBR} \\ &= 1500 \times 16 \\ &= 24000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} K &= M_R / 19,4 \\ &= 24000 / 19,4 \\ &= 1237 \text{ pci} \end{aligned}$$

4.11 **Modulus Elastisitas Beton (E_c) Dan *Flextural Strength* (Sc')**

350 kg/cm adalah kualitas beton yang sesuai dengan K-350. Setelah mengkonversi nilai kuat tekan beton menjadi kuat tekan benda uji silinder, hasilnya perlu dikalikan dengan 0,83.

$$1 \text{ kg/cm}^2 = 14,22 \text{ psi}$$

$$F_c' = 350 \text{ kg/cm}^2 \times 14,22 = 4977 \text{ psi}$$

Dengan menggunakan rumus berikut, kita dapat menentukan modulus elastisitas beton (E_c):

$$\begin{aligned} E_c &= 57000 \sqrt{(f_c')} \\ &= 57000 \sqrt{4977} \\ &= 4021227,80 \text{ psi} = 4021228 \text{ psi} \end{aligned}$$

Rumus ini dapat digunakan untuk menentukan nilai kuat lentur beton (Sc').

$$\begin{aligned} Sc' &= 7,55 \sqrt{(f_c')} \\ &= 7,55 \sqrt{4977} = 529,91 \text{ psi} = 530 \text{ psi} \end{aligned}$$

4.12 Koefisien Pelimpahan Beban (J)

Mengacu pada tabel 4.31, dengan beban 2,5 - 3,1 diperoleh koefisien luapan beban 2,55, yang digunakan untuk menentukan koefisien transfer beban (J).

Tabel 4. 31 Koefisien Pelimpahan Beban (J)

Type Perkerasan	Nilai J	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
<i>Plain Jointed & Jointed Reinforced</i>	2,5 - 3,1										
<i>Overlay Design</i>	2,2 - 2,6										
Nilai J terpilih	2,5 - 2,6										
J yang mewakili	2,55				2,55						

Sumber : (AASHTO 1993)

4.13 Persamaan Penentuan Tebal Plat (D)

$$\text{Log}_{10}W_{18} = Z_R S_o + 7,35 \text{Log}_{10}(D + 1) - 0,06 + \frac{\text{Log}_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,5 - 1,5} \right]}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D + 1)^{8,46}}} +$$

$$(4,22 - 0,32p_t) \times \text{Log}_{10} \frac{S'_c C_d \times [D^{0,75} - 1,132]}{215,63 \times J \times \left[D^{0,75} - \frac{18,42}{(E_c : k)^{0,25}} \right]}$$

$$\text{Log}118232378,27 = -1,037 \times 0,3 + 7,35 \text{Log}10 (11,95 + 1) - 0,06 + \frac{\log \left\{ \frac{2}{4,5-1,5} \right\}}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(11,95+1)^{8,46}}} +$$

$$(4,22 - 0,32 \times 0,25) \log_{10} \frac{530 \times \{11,95^{0,75} - 1,132\}}{215,63 \times 2,55 \times \left\{ 11,95^{0,75} - \frac{18,42}{(4021228:1237)^{0,25}} \right\}}$$

$$8,07 = 8,07 \text{ (Sesuai)}$$

Dengan menggunakan perhitungan tersebut di atas untuk mendapatkan tebal pelat perkerasan (D), tebal pelat perkerasan adalah 11,95 in (30,35 cm = 31 cm).

AASHTO (1993) menetapkan lapisan perkerasan minimum 6 inci, atau 15,24 cm dibulatkan menjadi 16 cm, untuk lapisan pondasi bawah.

4.14 Perkerasan Beton Bersambung Dengan Tulangan

Data perencanaan sebagai berikut :

- Tebal plat beton = 310 mm
- Koefisien gesekan (f) = 1,8
- Baja yang digunakan (BJ 37) $f_y = 240$ Mpa

1. Tulangan Memanjang

$$A_s = \frac{11,76 F L h}{f_s}$$

A_s min. Menurut SNI 1991 untuk segala keadaan = 0,14 % dari luas penampang

$$A_s = \frac{11,76 \times 1,8 \times 15 \times 310}{240} = 410,13 \text{ mm}^2/\text{m}$$

A_s min = 0,14 % x 310 x 1000 = 434 mm²/m (A_s min > A_s Perlu)

Dipergunakan Tulangan Diameter Ø 12 – 250 mm ($A_s = 452 \text{ mm}^2$)

2. Tulangan Melintang

$$A_s = \frac{11,76 F L h}{f_s}$$

A_s min. Menurut SNI 1991 untuk segala keadaan = 0,14 % dari luas penampang

$$A_s = \frac{11,76 \times 1,8 \times 10 \times 310}{240} = 273,42 \text{ mm}^2/\text{m}$$

A_s min = 0,14 % x 310 x 1000 = 434 mm²/m (A_s min > A_s Perlu)

Dipergunakan Tulangan Diameter Ø 12 – 250 mm ($A_s = 452 \text{ mm}^2$)

4.15 Dowel

Dowel adalah batang baja bertulang yang digunakan sebagai pengikat dan penghubung pada sambungan pelat beton perkerasan jalan. Tabel 4.32 memberikan informasi berikut mengenai ketebalan pelat 31 cm:

Tabel 4. 32 Ukuran dan Jarak Batang Dowel (Ruji) yang disarankan

Tebal Plat		Diameter		Panjang		Jarak	
Inci	Mm	Inci	Mm	Inci	Mm	Inci	Mm
6	150	³ / ₄	19	18	450	12	300
7	175	1	25	18	450	12	300
8	200	1	25	18	450	12	300
9	225	1 ¹ / ₄	32	18	450	12	300

Tabel 4.32 : *Lanjutan*

Tebal Plat		Diameter		Panjang		Jarak	
10	250	1 ^{1/4}	32	18	450	12	300
11	275	1 ^{1/4}	32	18	450	12	300
12	300	1 ^{1/2}	38	18	450	12	300
13	325	1^{1/2}	38	18	450	12	300
14	350	1 ^{1/2}	38	18	450	12	300

Sumber : *Principles of pavement design by Yoder & Witczak, 1975*

Berdasarkan hal ini, ukuran batang baja yang digunakan untuk mengukur kekerasan:

Diameter = Ø 38 mm

Panjang = 450 mm

Jarak = 300 mm

4.16 Perhitungan Batang Pengikat (*Tie Bars*)

Untuk mengamankan pelat dan mencegah pelat bergerak secara horizontal, batang pengikat dimasukkan ke dalam sambungan memanjang. Diameter dan jarak batang pengikat maksimum adalah 5/8 inci dan 1/2 inci.

Tabel 4. 33 Ukuran Tie-bar

No	Traffic Desain ESAL	Tebal Pelat Beton (cm)	Diameter (in)	Panjang min (cm)	Jarak max (cm)
1	30.000,00	25	0,5	65	80
2	40.000,00	26	0,5	65	80
3	50.000,00	27	0,5	65	70
4	60.000,00	28	0,5	65	70
5	70.000,00	29	0,5	65	70
6	80.000,00	29	0,5	65	70
7	90.000,00	30	0,5	65	60
8	100.000,00	30	0,5	65	60
9	110.000,00	31	0,5	65	60
10	120.000,00	31	0,5	65	60
11	130.000,00	32	0,5	65	60
12	140.000,00	32	0,5	65	60
13	150.000,00	32	0,5	65	60
14	160.000,00	32	0,5	65	60

Sumber : Perkerasan Jalan Beton Sement Portland Ari suryawan (2009)

Tulangan tie-bar pada Tabel 4.33 dengan ketebalan perkerasan 31 cm, atau 11,95 inci, terbuat dari baja tulangan ulir ½ inci. Ini berarti tulangan tersebut memiliki diameter 13 mm, panjang 650 mm, dan jarak 600 mm.

4.17 . Rencana Anggaran Biaya

4.17.1 Volume Pekerjaan

a. Pekerjaan persiapan

1. Pembersihan dan pembongkaran

$$\begin{aligned}\text{Lebar jalan} &= 14 \text{ m} \\ \text{Panjang jalan} &= 2,5 \text{ km} = 2500 \text{ m} \\ \text{Luas} &= 14 \text{ m} \times 2500 \text{ m} \\ &= 35000 \text{ m}^2\end{aligned}$$

b. Pekerjaan Tanah

1. Penggalian tanah dengan alat berat

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \times (\text{tebal perkerasan} + \text{lapis agregat}) \\ &= 2500 \times 14 \times (0,31 + 0,16) \\ &= 16765 \text{ m}^3\end{aligned}$$

2. Timbunan tanah dengan alat berat

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= \text{lebar} / 2 \times 1 \times \text{panjang jalan} \\ &= 14 / 2 \times 1 \times 2500 \text{ m} \\ &= 17500 \text{ m}^3\end{aligned}$$

c. Pekerjaan lapis perkerasan

1. Pekerjaan tebal plat beton K – 350

$$\begin{aligned}\text{Lebar Perkerasan} &= 14 \text{ m} \\ \text{Tebal Perkerasan} &= 0,31 \text{ m} \\ \text{Panjang Perkerasan} &= 2500 \text{ m} \\ \text{Volume} &= 10850 \text{ m}^3\end{aligned}$$

2. Pekerjaaa lapis *base*

$$\begin{aligned}\text{Lebar Perkerasan} &= 14 \text{ m} \\ \text{Tebal Perkerasan} &= 0,16 \text{ m} \\ \text{Panjang Perkerasan} &= 2500 \text{ m} \\ \text{Volume} &= 5600 \text{ m}^3\end{aligned}$$

d. Pekerjaan Tulangan

1. Pekerjaan Tulangan Memanjang

Diameter	= \emptyset 12 mm
Panjang	= 2500 m = 2500000 mm
Volume 1 tulangan	= $\frac{1}{4} \times \pi \times 12^2 \times 2500000$ mm
	= 282743000 mm
Jarak antar tulangan	= 250 mm
Kebutuhan tulangan	= 15000 mm / 250 mm = 60
Volume total	= Vol 1 Tulangan x Kebutuhan Tulangan
	= 282743000 x 60
	= 16964580000 mm ³ = 16,97 m ³
Berat jenis	= 7850 kg/m ³
Berat	= 7850 x 16,97 = 133215 kg

2. Pekerjaan Tulangan Melintang

Diameter	= \emptyset 12 mm
Panjang	= 14 m = 14000 mm
Volume 1 tulangan	= $\frac{1}{4} \times \pi \times 12^2 \times 14000$ mm
	= 1583000 mm
Jarak antar tulangan	= 250 mm
Kebutuhan tulangan	= 2500000 mm / 250 mm = 10000
Volume total	= Vol 1 Tulangan x Kebutuhan Tulangan
	= 1583000 x 10000
	= 15830000000 mm ³ = 15,83 m ³
Berat jenis	= 7850 kg/m ³
Berat	= 7850 x 15,83 = 124266 kg

3. Pekerjaan Pembesian Dowel

Diameter	= \emptyset 38 mm
Panjang	= 450 mm
Volume 1 dowel	= $\frac{1}{4} \times \pi \times 38^2 \times 450$ mm
	= 510093 mm

Jarak	= 300 mm
Kebutuhan dowel 1 <i>Cutting</i>	= 11000 mm / 300 mm = 36,6
Jumlah <i>cutting</i>	= $\frac{2500}{5,5} + 1 = 456$ buah
Total kebutuhan	= 456 x 36,6 = 16690 buah
Volume total	= Vol 1 Dowel x Kebutuhan Dowel = 510093 x 16690 = 8513452000 = 85,14 m ³
Berat jenis	= 7850 kg/m ³
Berat	= 7850 x 85,14 = 668349 kg

4. Pekerjaan Pembesian *Tiebars*

Diameter	= 13 mm
Panjang	= 650 mm
Volume 1 dowel	= $\frac{1}{4} \times \pi \times 13^2 \times 650$ mm = 86276 mm
Jarak	= 600 mm
Kebutuhan <i>tie bars</i>	= 2500000 mm / 600 mm = 4167 x 5,5 = 22919 buah
Volume total	= Vol 1 <i>Tiebars</i> x Kebutuhan <i>Tiebars</i> = 86276 x 22919 = 1977359000 mm ³ = 1,98 m ³
Berat jenis	= 7850 kg/m ³
Berat	= 7850 x 1,98 = 15543 kg

5. Pekerjaan bekisting

Volume	= ((2 x L) + (2 x P)) x h = ((2 x 14) + (2 x 2500)) x 0,31 = 1559 m ³
--------	--

6. Pekerjaan pelengkap jalan

Pekerjaan Marka Jalan

1. Garis utuh

$$\text{Panjang} = 2500 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 0,12 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah garis} = 2 \text{ buah}$$

$$\text{Luas} = 2 \times 2500 \times 0,12 = 600 \text{ m}^2$$

2. Garis putus-putus (tengah)

$$\text{Panjang} = 0,5 \times 2500 \text{ m} = 1250 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 1250 \times 0,12 \text{ m} = 150 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas total} = 600 \text{ m}^2 + 150 \text{ m}^2 = 750 \text{ m}^2$$

Tabel 4. 34 Rencana Anggaran Biaya Sta 00.000 – 2.500 Meter

No	Uraian Pekerjaan	Volume	SAT	Harga Satuan	Jumlah Harga
I	Pekerjaan PeSrsiapan				
1	Direksi Keet	32	m ²	Rp 1.046.955	Rp 33.502.560
2	Mobilisasi Peralatan	1	Is	Rp 2.000.000	Rp 2.000.000
3	Pengukuran Lapangan	1	Is	Rp 1.000.000	Rp 1.000.000
4	Pembersihan dan Pembongkaran	35000	m ²	Rp 4.232	Rp 148.120.000
II	Pekerjaan Tanah				
1	Penggalian Tanah dengan Alat Berat	16765	m ³	Rp 6.564	Rp 110.045.460
2	Timbunan Tanah dengan Alat Berat	17500	m ³	Rp 155.069	Rp 2.713.707.500
III	Pekerjaan Lapis Perkerasan				
1	Pekerjaan Beton K-350	10850	m ³	Rp 840.248	Rp 9.116.690.800
2	Pekerjaan Base	5600	m ³	Rp 356.805	Rp 1.998.108.000
IV	Pekerjaan Tulangan				
1	Pekerjaan Pembesian Tulangan Memanjang	133215	Kg	Rp 8.721	Rp 1.161.768.015
2	Pekerjaan Pembesian Tulangan Melintang	124266	Kg	Rp 8.721	Rp 1.083.723.786
3	Pekerjaan Pembesian Dowel	668349	Kg	Rp 8.721	Rp 5.828.671.629
4	Pekerjaan Pembesian Tiebars	15543	Kg	Rp 8.721	Rp 135.550.503
V	Pekerjaan Bekisting				
1	Pemasangan Bekisting	1559	Kg	Rp 433.910	Rp 676.465.690
VI	Pekerjaan Pelengkap Jalan				
1	Marka Jalan	750	m ²	Rp 203.483	Rp 152.612.250
	Jumlah				Rp 23.161.966.193
	PPn 11%				Rp 2.547.816.281
	Total Biaya				Rp 25.709.782.474
Dibulatkan					Rp 25.709.782.000

Sumber : Hasil Perhitungan