

BAB IV

ANALISA DATA

Dalam proses perencanaan jembatan, setelah dilakukan pengumpulan data primer maupun sekunder, dilanjutkan dengan pengolahan/analisa data untuk penentuan tipe, bentang, maupun kelas jembatan dan lain-lain serta melakukan perhitungan detail jembatan. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi :

1. Pemilihan lokasi jembatan
2. Analisa lalu lintas
3. Analisa hidrologi
4. Analisa tanah
5. Pemilihan tipe struktur jembatan
6. Spesifikasi jembatan

4.1 PEMILIHAN LOKASI JEMBATAN

Agar pembangunan jembatan seekonomis mungkin, pemilihan lokasi jembatan disesuaikan dengan keadaan topografi.

a. Kondisi Topografi Jalan

Berdasarkan peta topografi, lokasi jalan pada jembatan secara umum memiliki tipe medan datar ($< 9,9\%$).

b. Kondisi Sungai

Jembatan berada pada posisi sungai yang relatif lurus pada hulu maupun hilir, dengan dasar sungai berupa pasir dan koral, serta penampang sungai mempunyai lebar 30 m.

c. Alinyemen

Jembatan terletak pada posisi jalan yang lurus pada arah timur (arah kendal) dengan kemiringan oprit datar $+0\%$ dan jalan yang menikung pada arah barat laut (arah Sukorejo) dengan kemiringan oprit datar $+0\%$.

4.1. Gambar Situasi Eksisting

Karena perencanaan Jembatan Sungai Damar ada 2 alternatif, maka harus dibuat scoring untuk pemilihan jembatan yang baik sesuai dengan peraturan perencanaan jembatan.

NO		ALT. 1 55 m	ALT. 2 60 m
1	Keamanan / kenyamanan	550	750
2	Posisi abutment terhadap sungai	750	600
3	Pelaksanaan dan pemeliharaan	750	750
4	lama pelaksanaan	650	600
5	Keindahan / estetika	750	750
6	biaya	700	550
Jumlah nilai		4150	4000

Sehingga dari hasil scoring diatas maka bisa diambil kesimpulan bahwa alternatif 1 lebih baik.

4.2 ANALISA DATA LALU LINTAS

4.2.1 Data Lalu Lintas

Analisa data lalu lintas diperhitungkan dengan mengikuti rencana umur jembatan 20 tahun, sehingga dalam 20 tahun kedepan setelah jembatan & jalan dibangun, masih dapat melayani lalu-lintas dengan lancar. Dari data LHR yang diperoleh dari Dinas Bina Marga Propinsi Jawa Tengah tahun 2006 tersebut dalam tabel di bawah ini :

Tabel 4.1. Data lalu lintas (LHR) ruas jalan Weluri – Parakan

No.	Gol	Keterangan	2002	2003	2004	2005	2006
1	1	Sepeda Motor, Sekuter & Kend. Roda Tiga	1.218,54	1.298,58	1.358,54	1.438,83	1.458,54
2	2	Sedan, Jeep & Station Wagon	919,52	959,52	977,52	672,30	1.019,52
3	3	Opelet, Pick-Up & Mini Bus	451,92	471,92	501,92	522,72	592,92
4	4	Pick-Up, Mickro Truck & Mobil Hantaran	482,06	482,06	502,06	660,96	642,06
5	5a	Bus Kecil	510,20	534,20	594,20	584,55	664,20
6	5b	Bus Besar	119,50	129,50	179,50	194,40	202,50
7	6a	Truck Ringan 2 Sumbu	1.117,90	1.147,90	1.187,90	1.480,95	1.287,90
8	6b	Truck Sedang 2 Sumbu	54,70	54,70	60,70	124,20	62,10
9	7a	Truck 3 Sumbu	10,06	15,60	20,06	17,82	21,06
10	7b	Truck Gandengan	-	-	-	-	-
11	7c	Truck Semi Trailer	-	-	-	-	-
12	8	Kendaraan Tidak bermotor	152,27	157,27	177,27	294,84	185,22
Total LHR (smp)			5.036,67	5.250,67	5.561,67	5.992	6.136

Tabel 4.2. Data Lalu Lintas (LHR) ruas jalan Kendal - Weluri

No.	Gol	Keterangan	2002	2003	2004	2005	2006
1	1	Sepeda Motor, Sekuter & Kend. Roda Tiga	5916.3	6194.8	6254.1	6369.3	6487.4
2	2	Sedan, Jeep & Station Wagon	6885.5	7169.2	7228.2	7233.1	7247.2
3	3	Opelet, Pick-Up & Mini Bus	2053.3	2229.2	2334.2	2441.2	2456.3
4	4	Pick-Up, Mickro Truck & Mobil Hantaran	2865.6	3119.2	3135.5	3248.6	3255.0
5	5a	Bus Kecil	896.5	1085.1	1155.1	1229.1	1235.5
6	5b	Bus Besar	1053.7	1213.2	1240.6	1457.2	1489.6
7	6a	Truck Ringan 2 Sumbu	1986.4	2136.1	2197.9	2127.6	2153.9
8	6b	Truck Sedang 2 Sumbu	2026.8	2185.0	2243.2	2249.4	2268.3
9	7a	Truck 3 Sumbu	1118.4	1368.8	1417.2	1423.1	1425.2
10	7b	Truck Gandengan	80.2	82.3	92.1	99.1	106.2
11	7c	Truck Semi Trailer	-	-	-	-	-
12	8	Kendaraan Tidak bermotor	1659.7	1791.3	1859.3	1889.4	1894.6
Total LHR (smp)			26542.3	28574.1	29157.4	29767.2	30019.2

Sumber : Data Survey Dinas Bina Marga Propinsi Jawa Tengah

4.2.2 Analisa Persentase Arus Terserap

Untuk dapat memperkirakan arus yang akan terserap pada jalan alternatif maka perlu dilakukan analisa terhadap waktu tempuh normal pada jalan eksisting dan pada jalan alternatif. Dimana hasil waktu tempuh tersebut nantinya akan diperhitungkan sebagai *rasio waktu tempuh*.

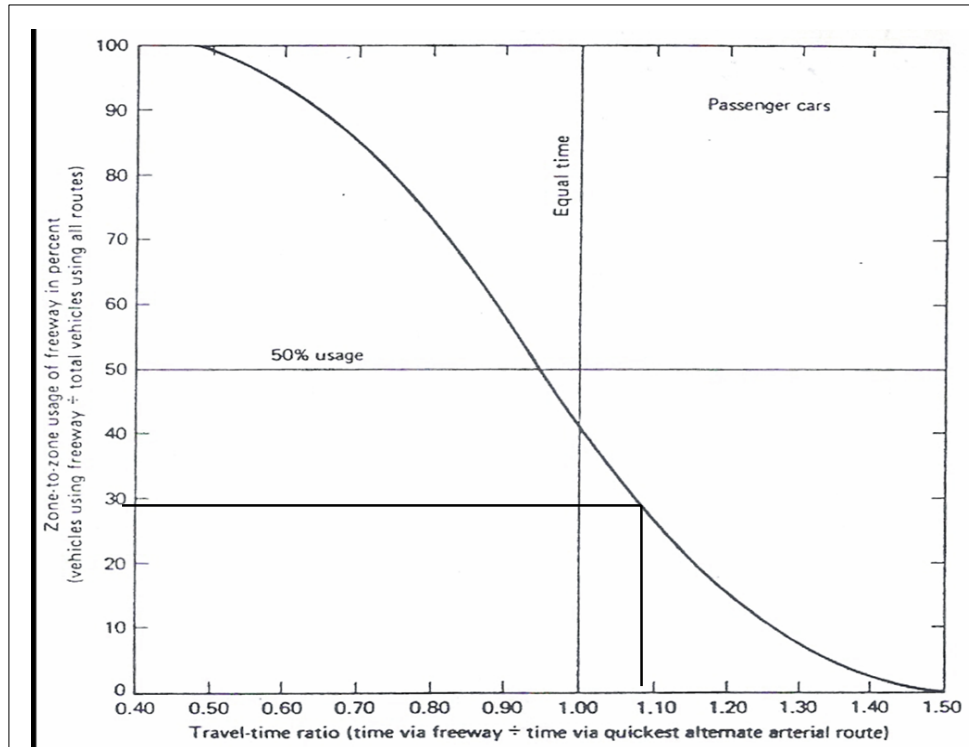
1. Ruas Jalan Eksisting

Pada ruas jalan ini, dihitung panjang ruas jalan totalnya dari titik pertigaan jalan menuju Gemuh sampai titik pertemuan akhir rencana jalan dengan jalan menuju Sukorejo. Perhitungan dengan menggunakan Tripmeter mendapatkan angka pembulatan sebesar 2,125 km. pada ruas jalan ini digunakan kecepatan rata – rata sebesar 60 km/jam, sehingga didapat perkiraan waktu tempuh sebesar = 2.13 menit.

2. Ruas Jalan Alternatif

Pada ruas jalan ini, dihitung panjang ruas jalan totalnya dari titik awal proyek sampai akhir proyek. Perhitungan dengan menggunakan Tripmeter mendapatkan angka pembulatan sebesar 2,286 km. pada ruas jalan ini digunakan kecepatan rata – rata sebesar 60 km/jam, sehingga didapat perkiraan waktu tempuh sebesar = 2.29 menit.

Dari kedua waktu tempuh tadi, akan diperbandingkan dengan cara waktu tempuh jalan alternatif dibagi dengan waktu tempuh jalan eksisting tercepat. Dari hasil ini akan didapat nilai koefisien *Travel – Time Ratio* sebesar 1,075. Kemudian dengan menggunakan grafik akan didapat nilai rasionya.



Gambar Grafik 4.2. Grafik Rasio Travel-Time

Dari grafik di atas, dengan menarik garis tegak lurus pada angka 1,075 di sumbu x hingga menyinggung kurva kemudian menarik garis tegak lurus ke kiri akan didapatkan angka mendekati 30%. Berarti besarnya arus lalu lintas yang akan terserap ke dalam jalan alternatif ini diperkirakan sebesar 30% dari total arus yang melewati ruas jalan tersebut.

Dengan menggunakan data perhitungan pertumbuhan lalu lintas pada tahun 2007 – tahun 2026, maka didapatkan persentase kendaraan pada jalur alternatif adalah

Tabel 4.3. Data LHR Rata-rata dan 30%

No.	Tahun	LHR WELERI- PARAKAN (smp)	LHR KENDAL- WELERI (smp)	LHR rata- rata	LHR 30 % (smp)
1	2002	5,036	26,542	15,789	4,737
2	2003	5,251	28,574	16,913	5,074
3	2004	5,562	29,157	17,360	5,208
4	2005	5,992	29,767	17,880	5,364
5	2006	6,136	30,019	18,078	5,423

4.2.3 Analisis Pertumbuhan Lalu-Lintas

Perkiraan pertumbuhan lalu-lintas dapat dihitung dengan menggunakan metode eksponensial. Perhitungan pertumbuhan lalu-lintas dengan metode eksponensial dihitung berdasarkan LHRT, LHRo, serta umur rencana (n).

Rumus yang digunakan adalah :

$$\text{LHRT} = \text{LHRo} (1+i)^n$$

Keterangan :

LHRT : LHR akhir umur rencana

LHRo : LHR awal umur rencana (smp/hari)

n : umur rencana (tahun)

i : angka pertumbuhan (%)

Pertumbuhan arus lalu-lintas ruas jalan Weleri - Parakan dapat diketahui dari data survey jumlah kendaraan sepuluh tahun terakhir dari tahun 2002 - 2006. Dari data-data LHR / AADT tersebut dapat ditentukan LHRT yang direncanakan. Jumlah LHR dari data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.4. Data LHR Ruas Jalan Alternatif selama 5 tahun

No.	Tahun	LHR (smp)
1	2002	4,737
2	2003	5,074
3	2004	5,208
4	2005	5,364
5	2006	5,423

Sumber : Data Survey Dinas Bina Marga Propinsi Jawa Tengah

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui nilai pertumbuhan lalu-lintas menggunakan metode “Regresi Linier“ yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.5. Perhitungan Regresi Linier

Tahun	Tahun ke- (x)	LHR (Y)	XY	X ²	Y ²
2002	1	4,737	4,737	1	22439169
2003	2	5,074	10148	4	25745476
2004	3	5,208	15624	9	27123264
2005	4	5,364	21456	16	28772496
2006	5	5,423	27115	25	29408929

Keterangan :

Y = Data berkala (time series data)

a dan b = Konstanta awal regresi

X = Waktu (tahun)

n = Jumlah data

Y = a + b (X)

b = $\{ (n \cdot \Sigma XY) - (\Sigma X \cdot \Sigma Y) \} / \{ n \cdot (\Sigma X^2) - (\Sigma X)^2 \}$

$$= \{ (5 \cdot 79080) - (15 \cdot 25806) \} / \{ (5 \cdot 55) - 15 \}$$

$$= 183.02 \Rightarrow 183$$

$$a = \{ \Sigma Y - (b \cdot \Sigma X) \} / n$$

$$= \{ 25806 - (183 \cdot 15) \} / 5 = 5065.2 \Rightarrow 5065$$

Kemiringan regresi (i) = $b / a \times 100\%$

$$= (183 / 5065) \cdot 100\% = 3.33\%$$

Dari hasil perhitungan dengan metode regresi linear diperoleh angka pertumbuhan sebesar 3.33 %.

Berdasarkan persamaan $Y = a + b(X)$,

maka persamaan tersebut menjadi :

$$Y = 5065 + 183(X)$$

Tiap harga X disubstitusikan pada persamaan tersebut, sehingga didapat nilai-nilai LHR pada tahun yang direncanakan, yaitu 20 tahun kedepan (tahun 2026) seperti tabel dibawah ini :

Tabel 4.6. Nilai LHR Tahun Rencana

Tahun	Unit Tahun	LHR
2007	6	6163
2008	7	6346
2009	8	6529
2010	9	6712
2011	10	6895
2012	11	7078
2013	12	7261
2014	13	7444
2015	14	7627
2016	15	7810
2017	16	7993

2018	17	8176
2019	18	8359
2020	19	8542
2021	20	8725
2022	21	8908
2023	22	9091
2024	23	9274
2025	24	9457
2026	25	9640

Jadi pada tahun yang direncanakan, yaitu tahun 2026, LHR yang melintasi ruas jalan Weleri - Parakan adalah $LHRT = 5065 + 183 (25) = 9640$ kendaraan per hari.

4.2.4 Kelas Jalan

Dari data yang diperoleh dari Dinas Bina Marga Propinsi Jawa Tengah menunjukkan bahwa kendaraan yang lewat pada ruas jalan Weleri - Parakan dari berbagai jenis kendaraan dengan beban gandar (MST) bervariasi sampai dengan 10 ton, berdasarkan tabel (Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, No.038/T/BM/1997), termasuk jalan arteri Kelas II B

4.2.5. Kinerja Jalan

4.2.5.1 Kapasitas Jalan

$$C = C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF}$$

Dimana :

C = Kapasitas (smp/jam)

C₀ = Kapasitas dasar (smp/jam)

Tipe jalan 2-lajur 2-arah tak terbagi (2/2 UD) dengan alinyemen jalan datar,

maka kapasitas dasar total 2 arah = 3100 smp/jam (MKJI'97 tabel C-1:2 hal 6-65)

FC_w = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas jalan 2-lajur tak terbagi, dengan lebar efektif jalur total 2 arah = 6 m ,
maka factor $FC_w = 0,87$ (MKJI'97 tabel C-2:1 hal 6-66)

FC_{SP} = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah
Faktor pemisah arah SP 50% - 50%, dengan tipe jalan dua lajur 2/2,
maka factor $FC_{sp} = 1,00$ (MKJI'97 tabel C-3:1 hal 6-67)

FC_{SF} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping
Tipe jalan 2/2 UD dengan hambatan samping rendah (L) dan dengan lebar bahu efektif 1 m, maka factor $FC_{sf} = 0,92$ (MKJI'97 tabel C-3:1 hal 6-68)

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{SP} \times FC_{SF}$$
$$= 3100 \times 0,87 \times 1,00 \times 0,92 = 2481 \text{ SMP/jam}$$

4.2.5.2 Derajat Kejenuhan

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai LHRT pada tahun 2026 yaitu 9640 smp, maka dengan nilai faktor pengubah LHR ke lalu lintas puncak (k) = 0,08 diperoleh $Q = VJP = 0,08 * 9640 = 771,2$

Dengan demikian maka nilai DS :

$$DS = Q/C = 771,2 / 2481 = 0,3108$$

$Ds < 0,75$ menunjukkan bahwa jalan tersebut lancar.

Untuk mengetahui tingkat kinerja jalan pada ruas jalan alternatif pada tiap tahun mulai tahun 2007 sampai umur rencana tahun 2026 maka diperhitungkan sebagai berikut :

Tabel 4.7. Nilai-nilai Parameter Kinerja Jalan

No	Umur Rencana	Tahun	LHRT	QDH	Nilai Parameter		
			Kendal - Weleri		C	DS=Q/C	Ket
1	6	2007	6163	493.04	2481	0.20	Layak
2	7	2008	6346	507.68	2481	0.20	Layak
3	8	2009	6529	522.32	2481	0.21	Layak
4	9	2010	6712	536.96	2481	0.22	Layak
5	10	2011	6895	551.6	2481	0.22	Layak
6	11	2012	7078	566.24	2481	0.23	Layak
7	12	2013	7261	580.88	2481	0.23	Layak
8	13	2014	7444	595.52	2481	0.24	Layak
9	14	2015	7627	610.16	2481	0.25	Layak
10	15	2016	7810	624.8	2481	0.25	Layak
11	16	2017	7993	639.44	2481	0.26	Layak
12	17	2018	8176	654.08	2481	0.26	Layak
13	18	2019	8359	668.72	2481	0.27	Layak
14	19	2020	8542	683.36	2481	0.28	Layak
15	20	2021	8725	698	2481	0.28	Layak
16	21	2022	8908	712.64	2481	0.29	Layak
17	22	2023	9091	727.28	2481	0.29	Layak
18	23	2024	9274	741.92	2481	0.30	Layak
19	24	2025	9457	756.56	2481	0.30	Layak
20	25	2026	9640	771.2	2481	0.31	Layak

4.2.5.3 Jumlah Lajur

Untuk menentukan jumlah lajur lalu lintas menggunakan metode Indonesian Highway Capacity Manual (IHCM), dengan rumus :

$$\bullet N = \frac{SF}{(MSF \cdot fw \cdot fc \cdot fhv \cdot fp)}$$

Dimana : N = Jumlah Lajur lalu lintas

SF = Service flow rate

MSF = Maximum service flow rate

fw = Faktor jalur atau batas kebebasan sampling

f_{hv} = Faktor prosentase beban kendaraan pada lajur lalu lintas

f_c = Faktor perkembangan lingkungan dan tipe jalan raya

f_p = Faktor jumlah pengendara

V = Volume kendaraan 1 jam dalam kend/jam

- PHF = Faktor jam puncak

Jika digunakan periode 15 menit maka : $PHF = V / (4 \times 15)$

PHF secara umum besarnya berkisar antara 0.80 – 0.98

Untuk Rural Multilane Highways = 0,85

- $MSF = C_j * (v/c)^i$

Dimana :

C_j = Kapasitas pelaju dari jalan raya dengan kecepatan rencana j , untuk masing-masing kecepatan rencana dengan service flow rate $los E$ adalah :

Kec. rencana 60 mph $\rightarrow c = 2.200$ pcphpl

Kec. rencana 45 mph $\rightarrow c = 1.900$ pcphpl

v/c = Maksimum perbandingan volume dan kapasitas yang diijinkan saat umur rencana, dengan karakteristik yang diperlihatkan dari $los i$ yang diharapkan adalah $los E$ yaitu kapasitas dan volume kendaraan selama 1 jam diambil dari jam puncak terbesar dari perhitungan lalu-lintas jam puncak

- $f_w = 1$ (Faktor jalur atau kebebasan samping dengan hambatan dua sisi)
- $f_c = 0,9$ (Faktor perkembangan lingkungan dan tipe jalan raya)
- $f_p = 1$ (Faktor jumlah pengendara atau penyesuaian populasi pengemudi pada hari kerja)

$$\bullet f_{hv} = \frac{1}{(1 + P_t(E_t - 1) + P_r(E_r - 1) + P_b(E_b - 1))}$$

Dari data LHR 2006 :

$$P_t = \{ (1287,9 + 62,1 + 21,06) / 10071 \} * 80 \% = 10,89 \%$$

$$P_r = \{ (1458,54 + 1019,52 + 592,92 + 642,06) / 10071 \} * 80 \% = 29,49 \%$$

$$P_b = \{ (664,2 + 202,5) / 10071 \} * 80 \% = 6,88 \%$$

Pt, Pr dan Pb adalah prosentase kendaraan truk, mobil penumpang dan bus dalam 1 jam

Et = 2,0 Faktor beban kendaraan Truck untuk medan datar

Er = 1,6 Faktor beban kendaraan Penumpang untuk medan datar

Eb = 1,6 Faktor beban kendaraan Bus untuk medan datar

Et, Er dan Eb adalah faktor beban kendaraan untuk medan datar

$$f_{hv} = \frac{1}{(1 + 0,1089(2,0 - 1) + 0,2949(1,6 - 1) + 0,0688(1,6 - 1)}$$

$$f_{hv} = 1 / (1,32712) = 0,7535$$

AADT 2026 = 10071 kendaraan

- DDHV = Directional Design Hour Volume
= AADT * K * D

K = 0,15 Facility Enviroment (Rural)

D = 0,65 Facility Enviroment (Rural)

$$\begin{aligned} DDHV &= 10071 * 0,15 * 0,65 \\ &= 981,92 \end{aligned}$$

- SF = DDHV * PHF
= 981,92 * 0,85 = 834,632

- MSF = Cj * v/c
= 2200 * 1 = 2200 pcphpl

maka jumlah lajur lalu lintasnya adalah :

$$\begin{aligned} \bullet N &= \frac{834,632}{(2200 * 1,0 * 0,9 * 0,7535 * 1,0)} \\ &= 0,57 \rightarrow \text{diambil 2 lajur} \end{aligned}$$

4.2.5.4 Lebar Jembatan

Jembatan direncanakan menggunakan konstruksi baja, maka struktur Jembatan Damar memiliki spesifikasi sebagai berikut :

Jumlah lajur = 2 lajur

Lebar tiap lajur = 3 m

Lebar trotoir = 0,5 m

Lebar jembatan total = $(2 \times 3 \text{ m}) + (2 \times 0,5 \text{ m}) = 7 \text{ m}$

Umur rencana = 20 tahun

4.2.5.5 Kelas Jembatan

Berdasarkan jumlah maupun berat lalu-lintas yang lewat menurut Bina Marga termasuk Jembatan Kelas II B : Muatan 80 % pembebanan Bina Marga.

Ditinjau dari segi lebar jembatan menurut Pedoman Perencanaan Pembangunan Jembatan SKBI 1.3.28.1987 untuk 1 jalur lebar min. 2,75 m & lebar maks. 3,75 m ; untuk 2 jalur lebar min. 5,5 m & lebar maks. 8,25 m ; lebar trotoir 0,5 m sampai 1 m.

Pada Jembatan Damar ini, jembatan merupakan jembatan Kelas II B sehingga lebar jembatan (0,5 m + 6 m + 0,5 m) karena MST yang lewat 8 T.

4.3 ANALISA ASPEK HIDROLOGI

Dari data yang diperoleh dari Dinas Pekerjaan Umum PSDA, curah hujan rata – rata dalam setahun diambil dari data lima tahun yaitu dari tahun 2002 – 2006 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.8. Data Curah Hujan

Bulan	2002	2003	2004	2005	2006
Januari	153	211	0	0	617
Februari	874	630	0	167	172
Maret	148	139	0	97	139
April	92	135	0	86	95
Mei	131	99	0	121	44
Juni	6	14	33	79	0
Juli	49	0	0	42	0
Agustus	0	0	0	39	0

September	0	0	0	35	0
Oktober	0	63	0	43	0
November	156	173	55	219	293
Desember	165	487	95	126	207
	2074	1951	183	1054	1567

4.3.1 Menentukan Curah Hujan Rata – Rata (Dengan Metode Gumbel)

Perhitungan ini dipergunakan untuk memprediksi debit banjir pada periode ulang 50 tahunan dengan menggunakan data curah hujan selama 10 tahun.

Tabel 4.9. Curah Hujan Selama 5 Tahun

Tahun	X_i	$X_i - X_r$	$(X_i - X_r)^2$
2002	172.83	59.016	3482.888
2003	162.58	48.766	2,378
2004	15.25	-98.564	9714.862
2005	87.83	-25.984	675
2006	130.58	16.766	281
Jumlah	569.07		16532.138

$$x_r = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{569,07}{5} = 113,814$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_r)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{16532,138}{4}} = 64,289$$

Faktor frekuensi Gumbel :

$$\begin{aligned} K_r &= 0,78 \{ -\ln (-\ln (1 - 1/Tr)) \} - 0,45 \\ &= 0,78 \{ -\ln (-\ln (1 - 1/50)) \} - 0,45 \\ &= 2,594 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X_{tr} &= R = x_r + (K_r \times S_x) \\
 &= 113,814 + (2,594 \times 64,276) \\
 &= 113,814 + 166.860 = 280,545 \approx 281 \text{ mm/hari}
 \end{aligned}$$

Keterangan :

X_{tr} = Besarnya curah hujan periode ulang 50 tahun (mm)

T_r = Periode ulang (tahun)

X_r = Curah hujan maksimum rata-rata selama tahun pengamatan (mm)

S_x = Standart deviasi

K_r = Faktor frekuensi

Data dari Inventarisasi Sungai Induk di Jawa Tengah :

Luas DAS (A) = 2,211 km²

Panjang aliran sungai (L) = 2,806 km

Perbedaan ketinggian = 98 m

Kemiringan dasar saluran = 0.03

Waktu Konsentrasi (t_c) = $L / (72 \times i^{0,6})$

dimana :

L = panjang aliran (m)

i = kemiringan medan

t_c = waktu pengaliran (jam)

$$\begin{aligned}
 t_c &= (2806 / (72 \times 0.03^{0,6})) / 3600 \\
 &= 0,0888 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Intensitas Hujan (I)

$$I = (R/24) \times (24/t_c)^{0,67}$$

Dimana :

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

R = Curah hujan (mm)

t_c = Waktu penakaran (jam)

$$\begin{aligned}
 I &= (234 / 24) \times (24 / 0.0888)^{0,67} \\
 &= 415,25 \text{ mm/jam}
 \end{aligned}$$

4.3.2 Perhitungan Debit Banjir (Q)

Tujuan dari perhitungan debit ini adalah untuk mengetahui besarnya debit air yang melewati sungai Damar untuk suatu periode ulang tertentu, sehubungan dengan perencanaan ini periode debit banjir yang direncanakan adalah periode ulang 50 tahunan ($Q_{tr} = Q^{50}$).

Formula Relation Mononobe :

$$Q = 0,278.C.I.A$$

Dimana :

Q = Debit banjir (m^3/det)

C = Koefisien run off = 0,6

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas DAS (km^2)

(0,278 = konversi satuan)

$$\begin{aligned} Q &= 0,278 \times 0,6 \times 415,25 \times 2,211 \\ &= 153,142 \text{ m}^3/det \end{aligned}$$

4.3.3 Perhitungan Tinggi Muka Air Banjir

Penampang sungai direncanakan sesuai dengan bentuk sungai Damar yaitu berupa trapesium dengan ketentuan sebagai berikut :

$$Q_r = 153,142 \text{ m}^3/det$$

$$\text{Kemiringan dasar (I)} = 0,03$$

$$\text{Kemiringan dinding m1,m2} = 1:1$$

$$\text{Koefisien Manning (n)} = 0,04$$

$$\text{Panjang Aliran Sungai (L)} = 2,806 \text{ km}$$

$$\text{Beda elevasi (H)} = 98 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Sungai (B)} = 26,35 \text{ m}$$

Rumus kecepatan aliran :

$$V = 72,4 \left(\frac{H}{L} \right)^{0,67} = 72,4 \left(\frac{98}{2806} \right)^{0,67}$$

$$= 7,06 \text{ m/det}$$

Luas kebutuhan :

$$A = \frac{Q_r}{V} = \frac{153,142}{7,06} = 21,69 \text{ m}^2$$

$$A = (B + mh) \cdot h$$

$$21,69 = (26,35 + 1 \cdot h) \cdot h$$

$$h^2 + 26,35h - 21,69 = 0$$

$$h_1 = \frac{-b + \sqrt{(b^2 - 4ac)}}{2a}$$

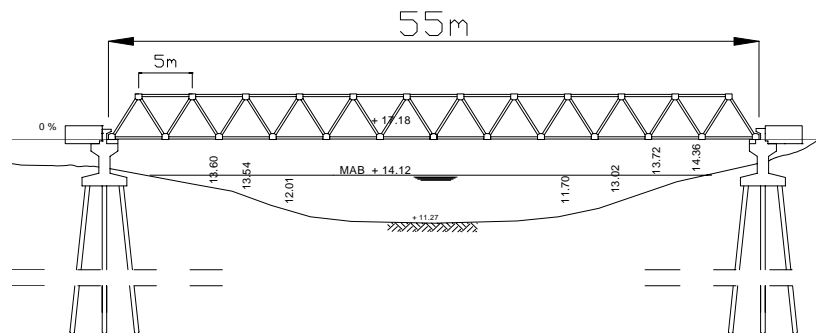
$$h_2 = \frac{-b - \sqrt{(b^2 - 4ac)}}{2a}$$

$$h_1 = 2,85 \text{ m}$$

$$h_2 = -0,71 \text{ m}$$

Didapat H banjir = 2,85 m

Jadi tinggi muka air banjir (MAB) adalah 2,85 meter dari dasar sungai.



Gambar 4.3. Penampang Melintang Sungai

4.3.4 Tinggi Bebas

Menurut Peraturan Perencanaan Pembebanan Jembatan dan Jalan Raya, bahwa tinggi bebas yang disyaratkan untuk jembatan minimal 1,00 m diatas

muka air banjir 50 tahunan. Maka untuk tinggi bebas jembatan Sungai Damar ini direncanakan 2 meter.

Panjang jembatan direncanakan 55 m, lebih panjang dari lebar sungai 30 m. Pertimbangan ini diambil karena mengikuti kondisi medan/topografi serta aliran sungai saat sedang banjir sehingga bangunan tidak menghambat aliran air.

4.4 ANALISA DATA TANAH

Analisa terhadap kondisi tanah dasar dimaksudkan untuk mengetahui sifat fisis dan sifat teknis dari tanah untuk menentukan jenis pondasi yang sesuai dengan keadaan tanah pada Jembatan Damar.

Penyelidikan Lapangan

Analisa terhadap kondisi tanah dasar dimaksudkan untuk mengetahui sifat fisis dan sifat teknis dari tanah untuk menentukan jenis pondasi yang sesuai dengan keadaan tanah pada jembatan Sungai Damar.

* Penyelidikan Lapangan

Pekerjaan Penyodiran :

- Titik Sondir SM.1

Nilai perlawanan ujung konus (conuss resistance) q_c sampai kedalaman – 19,80 m adalah $240,0 \text{ kg/cm}^2$

Jumlah hambatan pelekat (total friction) TF adalah $986,0 \text{ kg/cm}^2$

- Titik Sondir SM.2

Nilai perlawanan ujung konus (conuss resistance) q_c sampai kedalaman – 19,80 m adalah $240,0 \text{ kg/cm}^2$

Jumlah hambatan pelekat (total friction) JHP adalah $1036,0 \text{ kg/cm}^2$

Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa tanah keras terletak pada kedalaman $> 15 \text{ m}$ maka pondasi yang digunakan yaitu jenis pondasi dalam.

Pekerjaan Bor

- Titik Bor BH.1

Pada kedalaman -19,80 meter lapisan tanah berupa pasir campur sedikit koral warna coklat kehitaman dengan nilai N SPT > 60

4.5 PEMILIHAN TIPE STRUKTUR JEMBATAN

4.5.1. Bangunan Atas (Super Structure)

Perencanaan Jembatan menggunakan konstruksi rangka baja :

1. Kelebihan jembatan rangka baja mempunyai bentang lebih panjang (30 – 100 m) dibanding girder prestress (produksi Wika, bentang 25-52m).
2. Kelebihan lain jembatan rangka baja, pelaksanaannya dapat tidak menggunakan perancah, sehingga cocok dimedan pegunungan dengan abutment yang tinggi.
3. Kekurangannya biaya perawatan lebih tinggi karena harus mengecek kekencangan baut dan mengecat galvanis ulang pada waktu yang ditentukan.

Perencanaan Jembatan menggunakan beton prategang :

1. Kelebihan utama menggunakan balok prategang :
 - a. Pengendalian mutu yang baik dari pembuatan gelagar dimana gelagar dibuat di pabrik.
 - b. Pemeliharaan kecil.
 - c. Umur diharapkan panjang (lebih dari 50 tahun).
 - d. Tahap perencanaan dan pelaksanaan standar.
 - e. Penggunaan efisiensi dari beton dan bahan yang terdapat di Indonesia.
 - f. Penampilan yang fungsional.
2. Kekurangan atau pembatasan beton Pratekan, biasanya beton pratekan dibuat dipabrik balok pratekan khusus, dan berikutnya adalah pembatasan lainnya :
 - a. Balok adalah berat dan memerlukan pengangkutan khusus.
 - b. Crane diperlukan untuk menempatkan gelagar (pasca penegangan atau pra penegangan)

- c. Penegangan harus dilakukan oleh pegawai berpengalaman khusus.
- d. Balok hanya dapat diangkat ke lapangan dalam jarak cukup dekat dari pabrik pada jalan baik. Balok dapat diangkat oleh kapal bila perlu.
- e. Kabel baja pratekan dan alat penegangan harus di impor. (BMS6 – M31 – Panduan Teknik Jembatan – 26 November 1992, Tabel 3.5 – Konfigurasi Bangunan Atas Tipikal).
- f. Balok pratekan mempunyai kekurangan pada ukuran.
- g. Pembuatan pilar tengah sulit dilaksanakan dalam aliran utama, jadi pembuatan pilar harus dilaksanakan pada samping abutmen pada jarak tertentu.

Jadi untuk jembatan Damar, bangunan atas menggunakan konstruksi struktur baja karena bentang yang cukup panjang (55m).

4.5.2. Bangunan Bawah (Sub Structure)

- a. Abutment

Dalam perencanaan jembatan ini, abutment dapat diasumsikan sebagai dinding penahan tanah. Data tanah yang diperlukan untuk keperluan perencanaan abutment antara lain nilai kohesi tanah c , sudut geser tanah ϕ , berat jenis tanah γ dan data soil properties lainnya. Untuk abutment direncanakan menggunakan beton bertulang yang perhitungannya disesuaikan menurut SKSNI T 15 – 1991 – 03. Dalam hal ini, perlu juga ditinjau kestabilan terhadap sliding, guling dan bidang runtuh tanahnya, serta terhadap penurunan tanah (settlement).

4.5.3 Pondasi

Alternatif tipe pondasi yang dapat digunakan untuk perencanaan jembatan antara lain :

- Pondasi Telapak/ Langsung

Pondasi telapak diperlukan jika lapisan tanah keras (lapisan tanah yang dianggap baik mendukung beban) terletak tidak jauh (dangkal) dari muka tanah. Dalam perencanaan jembatan pada sungai yang masih aktif, pondasi telapak tidak dianjurkan mengingat untuk menjaga kemungkinan terjadinya pergeseran akibat gerusan.

- Pondasi Sumuran

Pondasi sumuran digunakan untuk kedalaman tanah keras antara 2-5 m. Pondasi sumuran dibuat dengan cara menggali tanah berbentuk lingkaran berdiameter > 80 cm. Penggalian secara manual dan mudah dilaksanakan. Kemudian lubang galian diisi dengan beton siklop (1 pc : 2 ps : 3 kr) atau beton bertulang jika dianggap perlu. Pada ujung atas pondasi sumuran dipasang poer untuk menerima dan meneruskan beban ke pondasi secara merata.

- Pondasi Bored Pile

Pondasi bored pile merupakan jenis pondasi tiang yang dicor di tempat, yang sebelumnya dilakukan pengeboran dan penggalian. Sangat cocok digunakan pada tempat-tempat yang padat oleh bangunan-bangunan, karena tidak terlalu bising dan getarannya tidak menimbulkan dampak negatif terhadap bangunan di sekelilingnya.

- Pondasi Tiang Pancang

Pondasi tiang pancang, umumnya digunakan jika lapisan tanah keras / lapisan pendukung beban berada jauh dari dasar sungai dan kedalamannya $> 8,00$ m.

- Kesimpulan :

Berdasarkan pertimbangan – pertimbangan di atas dan mengingat pada daerah sekitar lokasi proyek tanah keras baru dijumpai pada kedalaman > 15 meter dari permukaan tanah asli (terletak pada lapisan tanah dalam) , maka pondasi jembatan direncanakan menggunakan pondasi tiang pancang.

Sedangkan Poer atau Pile Cap adalah sebagai kepala dari kumpulan tiang pancang , berfungsi untuk mengikat beberapa tiang pancang menjadi satu

kesatuan agar letak atau posisi dari tiang pancang tidak berubah dan beban dari struktur atas dapat disalurkan dengan sempurna ke lapisan tanah keras melalui pondasi tiang pancang tersebut sehingga struktur jembatan dapat berdiri dengan stabil dan kuat sesuai dengan umur rencana.

4.5.4 Dinding Penahan Tanah

Konstruksi dinding penahan tanah direncanakan untuk mencegah bahaya keruntuhan tanah yang curam ataupun lereng dan dibangun pada tempat-tempat yang stabilitas dan kemantapannya tidak dapat dijamin oleh lereng tersebut. Data tanah yang diperlukan untuk keperluan perencanaan dinding penahan tanah antara lain nilai kohesi tanah c , sudut geser tanah ϕ , berat jenis tanah γ dan data soil properties lainnya. Jenis dinding penahan tanah ini direncanakan dari bahan batu kali dengan mempertimbangkan pada segi ekonomis tanpa mengesampingkan mutu dan kekuatan dari bahan itu sendiri.

4.5.5 Oprit

Oprit dibangun dengan tujuan untuk memberikan keamanan dan kenyamanan pada saat peralihan dari ruas jalan ke jembatan. Untuk desain jalan baru, tebal oprit ditentukan berdasarkan nilai CBR, tanah dasar yang dipadatkan (Compacted Subgrade). Dan untuk keperluan perencanaan, digunakan nilai design CBR dengan memperhatikan faktor-faktor di bawah ini :

- Kadar air tanah.
- Berat isi kering pada saat tanah dipadatkan.

4.6. SPESIFIKASI JEMBATAN

4.6.1. Data Perencanaan

Berdasarkan hasil analisa diatas maka diperoleh perencanaan Jembatan Damar sebagai berikut :

- a. Bentang jembatan : 55 meter
- b. Lebar jembatan : 7 meter (6 m jalan + 2 x 0,5 m trotoir)
- c. Bangunan atas : Struktur baja
- d. Bangunan bawah : 2 buah abutment
- e. Tipe pondasi : Pondasi pancang

4.6.2. Penggunaan Bahan

Pada perencanaan Jembatan Damar bahan yang digunakan :

1. Konstruksi atas

- a. Rangka baja BJ 37 ($f_y = 240 \text{ Mpa}$)
- b. Mutu beton pelat lantai K-350 ($f'_c = 35 \text{ Mpa}$)
- c. Mutu tulangan
Untuk $d \leq 16 \text{ mm}$ digunakan $f_y = 240 \text{ Mpa}$
Untuk $d \geq 16 \text{ mm}$ digunakan $f_y = 400 \text{ Mpa}$

2. Bangunan bawah

a. Abutment

- Mutu beton : K-350 ($f'_c = 35 \text{ Mpa}$)
- Mutu tulangan
Untuk $d \leq 16 \text{ mm}$ digunakan $f_y = 240 \text{ Mpa}$
Untuk $d \geq 16 \text{ mm}$ digunakan $f_y = 400 \text{ Mpa}$

3. Pondasi

- Jenis : Tiang pancang beton pracetak
- Diameter : 30 cm
- Mutu beton : K- 500 ($f'_c = 50 \text{ Mpa}$)
- Mutu baja : BJ 40 ($f_y = 400 \text{ Mpa}$)