

BAB IV

ANALISA DATA

Dalam proses perencanaan jembatan, dilakukan proses pengumpulan data, evaluasi data, kemudian dilanjutkan dengan analisa data. Analisa data dilakukan untuk menentukan tipe, bentang, lebar jembatan dan bangunan penunjang lain. Analisa data yang dilakukan meliputi :

1. Analisa topografi
2. Analisa lalu lintas
3. Analisa Hidrologi
4. Analisa tanah
5. Pemilihan / penetapan alternatif tipe jembatan.
6. Spesifikasi jembatan.

4.1 ANALISA ASPEK TEKNIS

Analisa aspek teknis berupa kajian terhadap data-data dari hasil pengukuran yang meliputi :

4.1.1 Analisa Topografi

Topografi adalah ketinggian suatu tempat yang dihitung dari permukaan air laut. Dari peta topografi untuk wilayah Kabupaten Dati II Kendal terlihat bahwa lokasi jembatan Kali kuto berada pada jalan lingkar utara Kota Weleri terletak pada daerah yang mempunyai terrain datar yang berjarak ± 3 km dari garis pantai utara laut jawa, Dengan Elevasi ± 150 meter diatas permukaan air laut. Dari Peta Topografi ini juga dapat ditentukan lokasi jembatan Kali Kuto baru, yang direncanakan berdampingan dengan Jembatan Kali Kuto Lama, mengikuti ruas jalan yang ada, dengan tetap memperhatikan faktor lingkungan, teknis, biaya dan ekonomis. Kemudian dapat pula ditentukan luas DAS (Daerah Aliran Sungai) yang berguna didalam analisa hidrologi untuk menentukan debit rencana dan tinggi muka air banjir.

4.1.2 Analisa Data Lalu Lintas

A. Data Lalu Lintas

Untuk memperkirakan besaran lalu lintas yang terjadi pada akhir umur rencana jalan maupun jembatan, perlu diketahui tingkat pertumbuhan lalu lintas pada ruas jalan yang bersangkutan. Jembatan kali kuto ini dibangun pada akhir tahun 2005, berada di jalur lingkaran utara kota Weleri kabupaten Kendal, berdampingan dengan jembatan kali kuto lama.

B. Pertumbuhan Arus Lalu Lintas Rencana

Pertumbuhan lalu lintas jalan Weleri – Batang dapat diketahui dari data survei jumlah kendaraan lima tahun terakhir dari tahun 1999-2004. Dari data tersebut dapat ditentukan jumlah LHR (Lalu Lintas Harian Rata-Rata) atau ADT-nya (*Average Daily Traffic*). Jumlah LHR dari data yang diperoleh dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.1 Data LHR Ruas Jalan Weleri - Batang

Tahun	LHR (smp/hari)
1999	17.706
2000	17.864
2001	19.234
2002	20.219
2003	29.363
2004	27.253

Sumber : Dinas Bina Marga Propinsi Jawa Tengah

Berdasarkan Tabel 4.1 diatas dapat diketahui nilai pertumbuhan lalu lintas menggunakan metode Regresi Linier.

Tabel 4.2 Perhitungan Regresi Linier

Tahun	LHR (smp) y	x	Y = (y - \bar{y})	X = (x - \bar{x})	XY	X ²
1999	17706	0	-4233.834	-2,5	10584.58	0
2000	17864	1	-4075.834	-1,5	6113.75	1
2001	19234	2	-2705.834	-0,5	1352.91	4
2002	20219	3	-1720.834	0,5	- 860.417	9
2003	29363	4	7423.166	1,5	11134.74	16
2004	27253	5	5313.166	2,5	13282.91	25
Σ	131639	15			41608.47	55

$$\bar{x} = \frac{\sum x}{n} = \frac{15}{6} = 2,5$$

$$\bar{y} = \frac{\sum y}{n} = \frac{131639}{6} = 21939,834$$

$$b = \frac{\sum xy}{\sum x^2} = \frac{41608,47}{55} = 756,517$$

$$Y = a + b x$$

$$a = Y - b x$$

$$= 21939,834 - 756,517 (0)$$

$$= 21939,834$$

Diperoleh Persamaan Regresi Linear : $Y = 21939,834 + 756,517x$

Prosentase pertumbuhan lalu lintas pertahunnya adalah :

$$i = (b/a) * 100\%$$

$$= (756,517/21939,834) * 100\%$$

$$= 3.48\%$$

C. Penentuan LHR Tahun Rencana

Berdasarkan persamaan $Y = 21939,834 + 756,517(x)$, Tiap harga X disubstitusikan pada persamaan tersebut, sehingga didapat nilai-nilai ADT pada tahun yang direncanakan. Dengan pertimbangan faktor biaya maka perhitungan diambil 20 tahun kedepan, sampai dengan umur rencana 2026.

Tabel 4.3 Nilai LHR Tahun Rencana

Tahun	Unit Tahun	LHR	Tahun	Unit Tahun	LHR
2006	6	26,478.94	2017	17	34,800.62
2007	7	27,235.45	2018	18	35,557.14
2008	8	27,991.97	2019	19	36,313.66
2009	9	28,748.49	2020	20	37,070.17
2010	10	29,505.00	2021	21	37,826.69
2011	11	30,261.52	2022	22	38,583.21
2012	12	31,018.04	2023	23	39,339.73
2013	13	31,774.56	2024	24	40,096.24
2014	14	32,531.07	2025	25	40,852.76
2015	15	33,287.59	2026	26	41,609.28
2016	16	34,044.11			

Jadi pada tahun yang direncanakan, yaitu tahun 2026, LHR yang melintasi jalur lingkaran utara kota Weleri kabupaten Kendal adalah sebesar 41,609.28 smp/hari.

D. Kelas Jalan

Dari data-data yang diperoleh dari Dinas Bina Marga Propinsi Jawa Tengah menunjukkan bahwa LHR pada ruas jalur lingkaran utara kota Weleri kabupaten Kendal > 25.000 smp/hari, jadi digolongkan dalam kelas jalan Arteri Kelas I.

E. Kapasitas Jalan

Perhitungan kapasitas jalan didasarkan pada rumus :

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

Dimana :

C = kapasitas (smp/jam)

C_o = kapasitas dasar (smp/jam/lajur)

(MKJI 1997 tabel C-1:1 dan C-1:2 hal 6-65)

= 1900 (untuk 2 lajur – terbagi – 2 arah)

FC_W = faktor penyesuaian akibat lebar lalu lintas

(MKJI 1997 tabel C-2:1 hal 6-66)

= 1 (untuk 4 lajur – terbagi – 2 arah dengan lebar lajur = 3,50 meter)

FC_{SP} = faktor penyesuaian akibat pemisahan arah

(MKJI 1997 tabel C-3:1 hal 6-67)

= 1 (masing – masing arah mempunyai bobot sama 50-50)

FC_{SF} = faktor penyesuaian akibat hambatan samping

(MKJI 1997 tabel C-3:1 hal 6-68)

= 0,95 (untuk lebar bahu jalan L = 1 meter)

$$\begin{aligned} C &= C_o \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \\ &= 1900 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,95 \\ &= 1805 \text{ smp/jam/lajur} \end{aligned}$$

F. Menentukan Lajur

Dalam menentukan jumlah lajur digunakan rentang arus lalu lintas seperti pada tabel “Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota” tahun 1997, Direktorat Jendral Bina Marga Departemen Pekerjaan Umum. Penentuan lebar jalur dan bahu jalan adalah sebagai berikut :

Tabel 4.4 Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan

VLHR smp/ jam	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)										
<3000	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,5	4,5	1,0	6,0	1,0	4,0	1,0
3000- 10000	7,0	2,0	6,0	1,0	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	5,0	1,0
10001- 25000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	**	**	-	-	-	-
>2500 0	2x3,5 *	2,5	2x2,0 *	2,0	2x3,5 *	2,0	**	**	-	-	-	-

Sumber : TCPGJAK Tahun 1997, hal 16

Keterangan :

** = mengacu pada persyaratan ideal

* = 2 lajur terbagi, masing-masing $n \times 3,5$ m, dimana n = jumlah lajur/jalur

- = tidak ditentukan

Jembatan kali kuto yang baru berfungsi sama dengan jembatan kali kuto lama, dengan menambah jembatan baru disamping jembatan lama diharapkan mampu untuk menampung arus lalu lintas lalu lintas yang lewat selama umur rencana. Perhitungan kapasitas jalan Weleri – Batang sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 C &= C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \\
 &= (2 \times 1900) \times 1,00 \times 1,00 \times 0,95 \\
 &= 3610 \text{ smp / jam}
 \end{aligned}$$

G. Derajat Kejenuhan

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai LHR pada tahun 2026 yaitu 41,609.28 smp/hari, maka dengan nilai $k = 0,06$ dan faktor $F = 1$, sehingga

$$\text{diperoleh } VJP = LHR \times \frac{K}{F} = 41609.28 \times \frac{0,06}{1} = 2496.556$$

$$DS = \frac{Q}{C} = \frac{2496.28}{3610} = 0,692$$

DS > 0,75 menunjukkan bahwa untuk umur rencana tahun 2026, jalan masih mampu untuk menampung arus yang lewat, Tingkat kinerja Jalan Weleri - Batang dari umur rencana 2006 - 2026 dapat dilihat sebagai berikut :

Tabel 4.5 Nilai nilai Parameter Kinerja Jalan

No	Umur Rencana	Tahun Rencana	LHRT (smp/hari)	QDH (smp/hari)	Nilai Parameter		
					C	Q/C	Ket
1	0	2006	26,478.94	1588.736	3610	0.440	Layak
2	1	2007	27,235.45	1634.127	3610	0.453	Layak
3	2	2008	27,991.97	1679.518	3610	0.465	Layak
4	3	2009	28,748.49	1724.909	3610	0.478	Layak
5	4	2010	29,505.00	1770.300	3610	0.490	Layak
6	5	2011	30,261.52	1815.691	3610	0.503	Layak
7	6	2012	31,018.04	1861.082	3610	0.516	Layak
8	7	2013	31,774.56	1906.474	3610	0.528	Layak
9	8	2014	32,531.07	1951.864	3610	0.541	Layak
10	9	2015	33,287.59	1997.255	3610	0.553	Layak
11	10	2016	34,044.11	2042.647	3610	0.566	Layak
12	11	2017	34,800.62	2088.037	3610	0.578	Layak
13	12	2018	35,557.14	2133.428	3610	0.591	Layak
14	13	2019	36,313.66	2178.820	3610	0.604	Layak
15	14	2020	37,070.17	2224.210	3610	0.616	Layak
16	15	2021	37,826.69	2269.601	3610	0.629	Layak
17	16	2022	38,583.21	2314.993	3610	0.641	Layak
18	17	2023	39,339.73	2360.384	3610	0.654	Layak
19	18	2024	40,096.24	2405.774	3610	0.666	Layak
20	19	2025	40,852.76	2451.166	3610	0.679	Layak
21	20	2026	41,609.28	2496.557	3610	0.692	Layak

Jadi untuk sampai umur rencana 2026 arus lalu lintas yang melewati ruas jalan Weleri - Batang pada jam-jam sibuk, dianggap masih mampu untuk menampung arus lalu lintas yang lewat.

Sesuai dengan Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Luar Kota 1997, untuk $V_{LHR} > 25.000$, maka untuk jembatan Kali Kuto yang baru direncanakan

dengan masing – masing lebar lajur 3,5 meter, kemudian dipakai untuk menentukan lebar jembatan :

$$\begin{aligned} L &= \text{lebar lajur} + \text{lebar trotoar} + \text{drainase} \\ &= 2 \times 3,5 + 2 \times 1 \\ &= 9 \text{ meter} \end{aligned}$$

4.1.3 Analisa Aspek Hidrologi

Analisa dari data hidrologi diperlukan untuk mencari besarnya nilai debit banjir rencana, elevasi banjir tertinggi, kedalaman penggerusan yang nantinya digunakan untuk menentukan *clearence* jembatan dari muka air tertinggi.

A. Analisa Frekuensi Curah Hujan

Dari data yang diperoleh dari Badan Meteorologi dan Geofisika (BMG) Stasiun Klimatologi Semarang, curah hujan rata-rata dalam setahun diambil dari data sepuluh tahun yaitu mulai tahun 1995-2005 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.6 Data Curah Hujan Bulanan (mm)

Thn	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Jan	338	212	883	202	307	252	128	287	187	264	118
Feb	344	23	175	149	0	188	220	694	630	259	167
Mar	434	-	137	103	159	97	234	66	139	316	97
Apr	138	69	339	404	144	28	105	252	142	222	86
Mei	204	55	83	113	73	141	37	77	99	191	121
Jun	245	19	0	238	74	22	107	23	14	0	79
Jul	48	21	0	183	0	53	37	0	0	15	42
Agst	0	164	0	86	0	0	0	0	0	0	39
Sept	16	19	0	86	36	41	60	0	0	0	35
Okt	196	423	36	297	169	72	170	0	63	28	43
Nov	258	238	91	157	228	252	70	91	173	55	209
Des	351	399	195	217	408	83	110	141	506	95	126
Rata rata	214.3 3	136.83	161.5 8	186.2 5	133.1 7	102.4 2	106.5 0	135.9 2	162.7 5	120.4 2	96.83

Sumber : Badan Meteorologi dan Geofisika Stasiun Klimatologi Semarang

Analisa frekuensi curah hujan dilakukan dengan menggunakan metode *Gumbel*, yaitu sebagai berikut :

Tabel 4.7 Analisa Frekuensi Curah Hujan

Tahun	Xi	Xi - Xr	(Xi - Xr) ²
1995	214.33	58.63	3437.477
1996	136.83	-18.87	356.077
1997	161.58	5.88	34.574
1998	186.25	30.55	933.303
1999	133.17	-22.53	507.601
2000	102.42	-53.28	2838.758
2001	106.50	-49.2	2420.640
2002	135.92	-19.78	391.248
2003	162.75	7.05	49.703
2004	120.42	-35.28	1244.678
2005	96.83	-58.87	3465.677
Σ	1557.00		15679.736

$$X_{rata - rata} = \frac{\Sigma x_i}{n} = \frac{1557.00}{10} = 155.700$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} (X_i - X_{rata - rata})^2}{n - 1}} = \sqrt{\frac{15679.736}{9}} = 41.739$$

$$K_r = 0,78 \left\{ -\ln \left[1 - \frac{1}{T_r} \right] \right\} - 0,45 = 2,60 \Rightarrow T_r = 50$$

$$X_{tr} = X_{rata - rata} + (K_r * S_x) \Rightarrow X_{tr} = X_{50} = R$$

$$X_{50} = R = 155.7 + (2,60 \times 41.739) = 264.221 \text{ mm / hari}$$

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

a. Data dari Analisa Peta Topografi Daerah Pegaliran Sungai

Luas DAS	= 763,306 km ²
Panjang aliran sungai	= 366,570 km
Perbedaan ketinggian	= 1679 m
Kemiringan dasar sungai	= 0,0014

b. Waktu konsentrasi (tc)

$$t_c = L / (72 \times i^{0.6})$$

dimana :

L = panjang aliran (m)

i = kemiringan medan

t_c = waktu pengaliran (jam)

$$t_c = (366570 / (72 \times 0,0014^{0.6})) / 3600$$

$$= 25,713 \text{ jam}$$

c. Intensitas Hujan (I)

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left(\frac{24}{t_c} \right)^{2/3}$$

dimana :

I = intensitas hujan (mm/jam)

R = curah hujan (mm)

$$I = \frac{264.221}{24} \left(\frac{24}{25,713} \right)^{2/3} = 10,514 \text{ mm/jam}$$

B. Perhitungan Debit Banjir

Tujuan dari penghitungan debit banjir adalah untuk mengetahui besarnya debit air yang melewati Kali Kuto untuk suatu periode ulang tertentu. Sehubungan dengan perencanaan ini, periode ulang yang digunakan adalah periode ulang 50 tahunan (Q_{tr} = Q₅₀).

Formula *Relation Mononobe* :

$$Q = 0.278 \times C \times I \times A$$

$$Q = \text{debit banjir (m}^3 / \text{dt)}$$

$$C = \text{koefesien Run off} = 0.6$$

$$I = \text{Intensitas Hujan (mm/jam)}$$

$$A = \text{Luas DAS (km}^2\text{)}$$

$$\begin{aligned} Q &= 0,278 \times 0,6 \times 10,514 \times 763,306 \\ &= 1338,636 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

C. Perhitungan Tinggi Muka Air Banjir

Penampang sungai direncanakan dengan penampang sebagai berikut :

$$Q_r \text{ (Debit Rencana)} = 1338,636 \text{ m}^3/\text{dt}$$

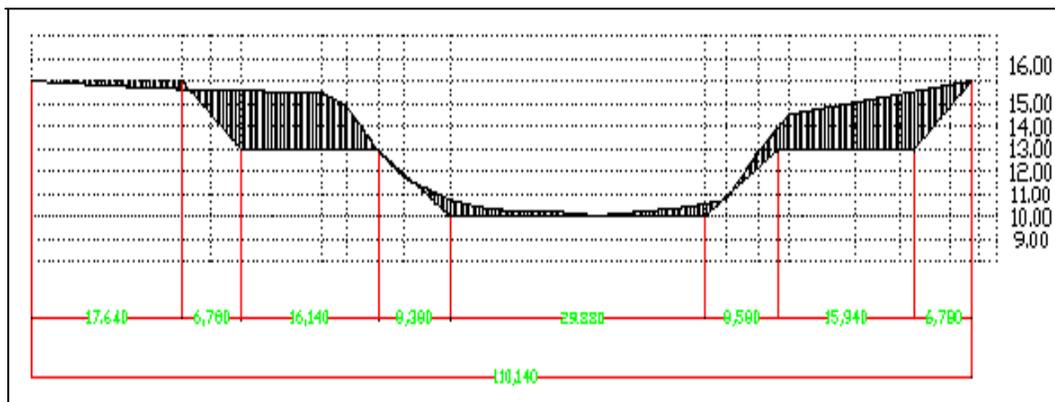
$$\text{Kemiringan dasar (I)} = 0,0014$$

$$\text{Kemiringan Dinding m1,m2} = 1 : 2$$

$$\text{Panjang aliran sungai} = 366,570 \text{ km}$$

$$\text{Beda elevasi (H)} = 1679 \text{ m}$$

Dari Peta Topografi / Site Kali Kuto 1 : 2000,



Gambar 4.1 Penampang Melintang Kali Kuto

$$\text{Lebar dasar (B1)} = 29,880 \text{ meter, diambil } 30 \text{ meter}$$

$$\text{Lebar dasar (B2)} = 16,140 \text{ meter, diambil } 16 \text{ meter}$$

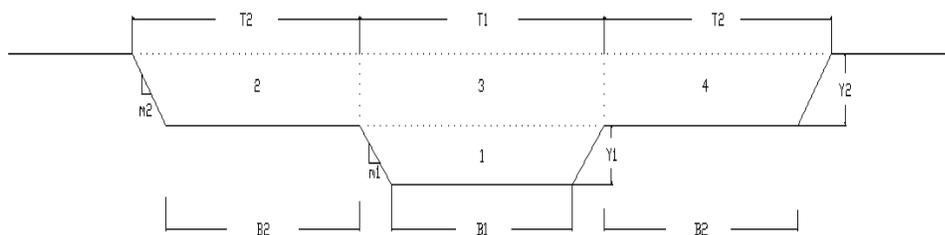
Bentang Jembatan :

$$\begin{aligned} B &= 6,780 + 16,140 + 9,390 + 29,880 + 9,590 + 15,940 + 6,790 \\ &= 85,71 \text{ meter } \gggg > 80 \text{ meter} \end{aligned}$$

Rumus kecepatan aliran :

$$V = 72 \times \left[\frac{H}{L} \right]^{0.67} = 72 \times \left[\frac{1679}{366,570} \right]^{0.67} = 3,772 \text{ m/dt}$$

Luas kebutuhan penampang direncanakan:



Gambar 4.2 Rencana Penampang Basah Sungai

$$A = \frac{Qr}{V} = \frac{1338,636}{3,772} = 354,887 \text{ m}^2$$

$$A = (B1 + m1 Y1) Y1 + B1 Y2 + 2 (B2 + m2 Y2) Y2$$

$$Y = Y1 = Y2$$

$$473,518 = (30 + 2Y1)Y1 + 16 Y2 + 2(16 + 2Y2)Y2$$

$$473,518 = 30Y1 + 2 Y1^2 + 16 Y2 + 32 Y2 + 4 Y2^2$$

$$473,518 = 30 Y + 2 Y^2 + 16 Y + 32 Y + 4 Y^2$$

$$473,518 = 6 Y^2 + 78Y$$

$$6Y^2 + 78Y - 354,887 = 0$$

$$h_{1,2} = \frac{-b \pm \sqrt{(b^2 - 4ac)}}{2a}$$

diperoleh :

$$Y_1 = 3,269 \text{ m } \gggggg \text{ dipakai}$$

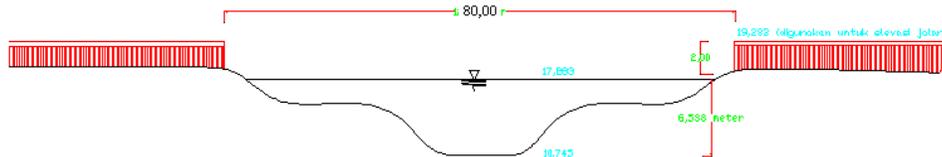
$$Y_2 = -16,569 \text{ m}$$

Jadi ketinggian muka air banjir :

$$\begin{aligned} h &= y_1 + y_2 \\ h &= 3,269 + 3,269 \\ &= 6,538 \text{ meter} \end{aligned}$$

D. Tinggi Bebas

Menurut Peraturan Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya, bahwa tinggi bebas yang disyaratkan untuk jembatan minimal 1,00 meter di atas muka air banjir 50 tahunan. Maka untuk tinggi bebas Jembatan Kali Kuto ini direncanakan 2,00 meter.



Gambar 4.3 Dimensi Penampang Sungai

E. Analisa Data Penggerusan (*Scouring*)

Penggerusan terjadi di dasar sungai di bawah *pier* akibat aliran sungai yang mengikis lapisan tanah dasar sungai. Aliran sungai diarahkan agar tidak berubah arah sehingga tidak terjadi penggerusan (*scouring*) ini.

Dalamnya penggerusan dihitung dengan menggunakan rumus *Lacey*, yaitu sebagai berikut :

Direncanakan :

- Bentang jembatan (L) : 80 m
- Lebar alur sungai (W) : 30 m
- Jenis tanah dasar pasir kasar, maka berdasarkan tabel 2.2 Faktor Lempung *Lacey* pada bab II
- Diameter butir (d) : 0,725 mm
- Faktor lempung *Lacey* (f) : 1,5
- Tipe aliran sungai : bermeander (berbelok)

- $Q = Q_{50}$: 1338,636 m³/dt

Dari rumus Lacey :

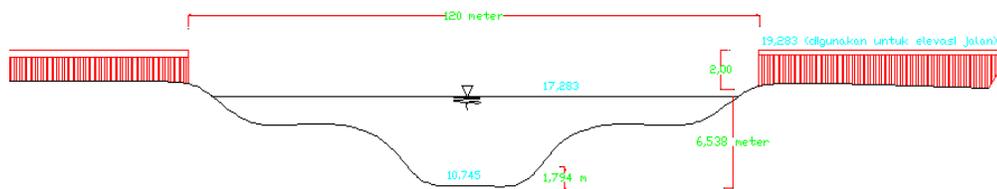
$$L > W \rightarrow d = 0,473 \times \left(\frac{Q}{f} \right)^{0.333}$$

$$d = 0,473 \times \left(\frac{1338,636}{1.5} \right)^{0.333}$$

$$= 4,543 \text{ m}$$

Penggerusan maksimum = $1,5 d = 1,5 \times 3,163 = 4.744 \text{ m}$ (dari muka air banjir).

Jadi, penggerusan maksimum dari dasar sungai = $6,538 - 4,543 = 1,794 \text{ m}$



Gambar 4.4 Kedalaman Gerusan

4.2.4 Analisa Kondisi Tanah Dasar

Analisa terhadap kondisi tanah dasar dimaksudkan untuk mengetahui sifat fisis dan sifat teknis tanah untuk menentukan jenis pondasi yang sesuai dengan keadaan tanah pada Jembatan Kali Kuto kabupaten Kendal.

A. Penyelidikan Tanah

Pada lokasi jembatan Kali Kuto ini penyelidikan tanah dilapangan dilakukan dengan pengeboran tanah/sondir pada dua titik yaitu titik I pada arah Batang dan titik II pada arah Weleri. Penyelidikan tanah untuk Jembatan Kali Kuto dilakukan oleh Laboratorium Mekanika Tanah Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, dengan tujuan untuk mengetahui kedalaman lapisan tanah keras serta sifat daya dukung maupun daya lekat setiap kedalaman

Tabel 4.8 Hasil Pengujian Sondir

Titik Sondir I			Titik Sondir II		
Kedalaman (meter)	Nilai Conus (kg/cm ²)	Nilai Friction (kg/cm ²)	Kedalaman (meter)	Nilai Conus (kg/cm ²)	Nilai Friction (kg/cm ²)
-2,00	37,00	8,00	-2,00	36,00	10,00
-5,00	40,00	40,00	-5,00	40,00	25,00
-10,00	150,00	1000,00	-10,00	144,00	980,00
-12,00	170,00	1100,00	-12,00	168,00	1090,00
-15,00	220,00	1200,00	-15,00	220,00	1220,00

Sumber : Data Penyelidikan Tanah

Selain pekerjaan sondir juga dilakukan pekerjaan bor. Dari hasil pengeboran di 2 titik diperoleh hasil sebagai berikut :

Tabel 4.9 Hasil Pengujian Boring

TITIK BORING I		TITIK BORING II	
KEDALAMAN	DESKRIPSI	KEDALAMAN	DESKRIPSI
0,00 – 2,00	Lempung Kelanauan Coklat Muda Lunak	0,00 – 2,00	Lempung Kelanauan Setengah Lapuk Coklat Kemerahan Sangat Keras dan Berpasir
-2,00 – 5,00	Batu Pasir Bongkahan Setengah Lapuk Coklat Kemerahan Sangat Keras Berpasir	-2,00 – 5,00	Batu Pasir Bongkahan Setengah Lapuk Coklat Kemerahan Sangat Keras Berpasir
-5,00 – 15,00	Breksi Andeesit Abu – abu sangat keras	-5,00 – 15,00	Breksi Andeesit Abu – abu sangat keras

Sumber : Data Penyelidikan Tanah

Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa tanah keras terletak pada kedalaman > 15 meter, maka digunakan pondasi dalam.

4.2 ALTERNATIF PEMILIHAN JEMBATAN

4.3.1 Alternatif Pemilihan Bangunan Atas Jembatan

Dalam perencanaan jembatan hal – hal yang perlu diperhatikan sebagai berikut :

- Kekuatan, struktur bangunan jembatan
- Keamanan dan kenyamanan
- Factor ekonomi dan biaya
- Keawetan
- Factor Pelaksanaan
- Ketersediaan bahan yang ada
- Factor pemeliharaan
- Factor pelayanan
- Estetika dan keindahan

dari beberapa alternatif tersebut dapat dilakukan penilaian / pemilihan yang sesuai dengan situasi dan kondisi, serta pertimbangan keuntungan dan kerugian masing – masing alternatif konstruksi bangunan atas sebagai berikut :

Tabel 4.10 Hasi Pengujian *Boring*

No	Alternatif	Keuntungan	Kerugian
1.	Beton konvensional (dianjurkan untuk bentang < 20 m)	a. Proses pelaksanaannya cor ditempat, sehingga mudah pekerjaannya b. Biaya pembuatan relative lebih murah	a. Untuk bentang > 20 m memerlukan dimensi yang besar sehingga berat sendiri beton besar (boros dan tidak kuat) b. Pada kondisi sungai yang lebar akan mengalami kesulitan dalam pemasangan perancah. c. Memerlukan waktu untuk memperoleh kekuatan awal beton sehingga menambah waktu pelaksanaan
2.	Beton pra cetak (dianjurkan untuk	a. Proses pembuatan dapat dilakukan di pabrik atau	a. Diperlukan alat berat (crane) untuk menempatkan

	bentang > 30 m)	<p>lokasi pekerjaan.</p> <p>b. Menggunakan beton ready mix sehingga lebih terjamin mutunya</p> <p>c. Untuk bentang > 30m dapat dibuat secara segmental sehingga mudah dibawa dari pabrik kelokasi proyek.</p> <p>d. Beton hamper tidak memerlukan perawatan khusus</p> <p>e. Baik untuk daerah pantai karena beton tidak korosif</p> <p>f. Mempunyai nilai estetika</p>	<p>gelagar serta penegangan</p> <p>b. Diperlukan keahlian khusus dalam pelaksanaanya.</p>
3.	Rangka baja (dianjurkan untuk bentang > 80m)	<p>a. Mutu baham seragam dapat dicapai kekuatan seragam</p> <p>b. Kekenyalan tinggi.</p> <p>c. Mudah pelaksanaanya</p> <p>d. Mampu mncapai bentang jembatan yang panjang</p>	<p>a. Baja mudah korosi terlebih pada daerah pantai.</p> <p>b. Memrlukan perawatan yang tinggi untuk menghindari korosi</p>
4.	Komposit (dianjurkan untuk bentang 30 – 60 m)	<p>a. Proses pelaksanaannya mudah dan dapat dikerjakan ditempat</p> <p>b. Biaya konstruksi relative lebih murah</p>	<p>a. Tidak efektif untuk bentang > 25 m</p> <p>b. .dibutuhkan perancah untuk pelat beton sehingga untuk bentang panjang akan sulit pelaksanaanya.</p> <p>c. Memerlukk waktu yang lebih lama.</p>

4.3.2 Alternatif Pemilihan Bangunan Bawah Jembatan

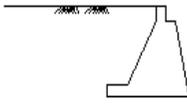
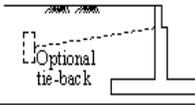
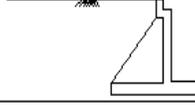
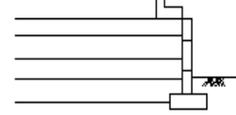
Yang termasuk struktur bawah dari suatu jembatan antar lain abutment, pilar dan pondasi.

a. Abutment

Abutment/pangkal jembatan dapat diasumsikan sebagai dinding penahan tanah, yang berfungsi menyalurkan gaya vertikal dan horizontal dari bangunan atas ke pondasi dengan fungsi tambahan untuk mengadakan peralihan tumpuan dari oprit ke bangunan atas jembatan, terdapat tiga jenis :

- Pangkal tembok penahan
Timbunan jalan tertahan dalam batas-batas pangkal dengan tembok penahan yang didukung oleh pondasi
- Pangkal kolom *spill- through*
Timbunan diijinkan berada dan melalui portal pangkal yang sepenuhnya tertanam dalam timbunan. Portal dapat terdiri dari balok kepala dan tembok kepala yang didukung oleh rangkaian kolom-kolom pada pondasi atau secara sederhana terdiri dari balok kepala yang didukung langsung oleh tiang-tiang.
- Pangkal tanah bertulang
Ini adalah sistem paten yang memperkuat timbunan agar menjadi bagian pangkal

Tabel 4.11 Jenis Pangkal

JENIS PANGKAL	TINGGI PANGKAL			
	0	10	20	30
PANGKAL TEMBOK PENAHAN GRAVITASI 	3	4		
PANGKAL TEMBOK PENAHAN KANTILEVER 		8		
PANGKAL TEMBOK PENAHAN KONTRAPORT 	6	8		
PANGKAL KOLOM "SPIL-THROUGH" 				
PANGKAL BALOK CAP TIANG SEDERHANA 				
PANGKAL TANAH BERTULANG 	5	15		

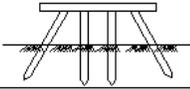
Sumber : *Bridge Management System Tahun 1992*, hal 3-2

Dalam perencanaan jembatan Kali Kuto, digunakan abutment jenis tembok penahan kontraport, memungkinkan timbunan jalan tertahan oleh tembok penahan.

b. Pilar

Pilar identik dengan abutment, perbedaannya hanya pada letak konstruksinya saja. Sedangkan fungsi pilar adalah untuk memperpendek bentang jembatan yang terlalu panjang dan juga untuk menyalurkan gaya-gaya vertikal dan horizontal dari bangunan atas pada pondasi.

Tabel 4.12 Jenis Pangkal Tipikal

JENIS PILAR		TINGGI TIPIKAL (m)			
		0	10	20	30
PILAR BALOK CAP TIANG SEDERHANA Dua baris tiang adalah umumnya minimal					
PILAR KOLOM TUNGGAL Dianjurkan kolom sirkular pada aliran arus			5	15	
PILAR TEMBOK Ujung bundar dan alinyemen tembok sesuai arah aliran membantu mengurangi gaya aliran dan gerusan lokal			5		25
PILAR PORTAL BATU TINGKAT (KOLOM GANDA ATAU MAJEMUK) Dianjurkan kolom sirkular pada aliran arus Pemisahan kolom dengan 20 atau lebih membantu kelancaran aliran arus			5	15	
PILAR PORTAL DUA TINGKAT				15	25
PILAR TEMBOK-PENAMPANG I Penampang ini mempunyai karakteristik tidak baik terhadap aliran arus dan dianjurkan untuk penggunaan di darat					25

Sumber : *Bridge Management System Tahun 1992, hal 3-1*

Pada perencanaan jembatan Kali Kuto digunakan pilar portal dua tingkat, karena memiliki stabilitas yang baik dengan diafragma sebagai pengaku kedua dinding pilar. Selain itu pilar berpenampang bulat bertujuan untuk mengurangi gaya tumbukan akibat hanyutan dari arus sungai.

c. Pondasi

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

- **Pondasi Telapak/Langsung**

Pondasi telapak digunakan 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 di buat dengan cara menggali tanah berbentuk lingkaran berdiameter > 80 m. penggalian secara manual dan mudah dilaksanakan. Kemudian lubang galian diisi dengan beton siklop (1pc : 2 ps : 3 kr) atau beton bertulang jika dianggap perlu. Pada ujung 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 negative 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.

Dari hasil pengujian tanah berada pada kedalaman > 15 meter, sehingga untuk Jembatan Kali Kuto dipilih dengan menggunakan pondasi tiang pancang.

4.4 SPESIFIKASI JEMBATAN

4.3.1 Data Perencanaan

Berdasarkan hasil analisa diatas maka direncanakan Jembatan Kali Kuto sebagai berikut :

Bentang jembatan	: 80 m
Lebar jembatan	: 9 (1 + 7 + 1) meter
Bangunan atas	: Konstruksi Rangka Baja
Bangunan bawah	: 2 buah abutment jenis “ <i>spill through</i> “
Tipe pondasi	: Pondasi Tiang Pancang

4.3.2 Penggunaan Bahan

Pada Jembatan Kali Kuto, direncanakan bahan yang digunakan adalah :

- a. Bangunan Atas
 - Rangka baja mutu BJ 44 dengan $\bar{\sigma} = 186,7$ MPa
 - Mutu beton pelat lantai $f'c = 25$ MPa
 - Mutu baja $f_y = 240$ MPa
- b. Bangunan Bawah
 - Mutu beton abutment $f'c = 35$ MPa
 - Mutu baja $f_y = 240$ MPa
- c. Pondasi Tiang Pancang
 - Mutu beton tiang pancang $f'c = 35$ MPa
 - Mutu baja $f_y = 240$ MP

