

BAB IV

ANALISA DATA

Dalam proses perencanaan jembatan , setelah dilakukan pengumpulan data baik dari instansional maupun pustaka, dilanjutkan dengan evaluasi data / review study, berikutnya dilakukan analisis untuk penentuan tipe, bentang, maupun kelas jembatan dan lain-lain serta melakukan perhitungan detail jembatan. Langkah-langkah yang dilakukan meliputi :

1. Analisa Topografi
2. Analisa Data Lalu lintas
3. Analisa Hidrologi
4. Analisa Tanah
5. Pemilihan / penetapan alternatif tipe jembatan
6. Spesifikasi Jembatan

4.1. Analisa Data Topografi

Topografi adalah ketinggian suatu tempat yang dihitung dari permukaan laut. Dari peta topografi dapat ditentukan elevasi tanah asli, lebar sungai dan bentang jembatan .

Penentuan elevasi tanah ini digunakan untuk pemilihan penetapan trase jalan pendekat/oprit. Analisa geometrik alinyemen vertikal jalan pendekat/oprit bertujuan untuk memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengendara kendaraan ataupun pengguna jalan.

Tabel 4.1. Klasifikasi Medan

| No. | Klasifikasi Medan | Jalan Raya Utama |
|-----|-------------------|------------------|
| 1 | Datar (D) | 0 – 9,9 % |
| 2 | Perbukitan (B) | 10 – 24,9 % |
| 3 | Pegunungan (G) | >24,9 % |

Kemiringan jalan raya utama pendekat Jembatan Logung ini adalah 1 %, maka medan trase jalan Jembatan Logung termasuk klasifikasi datar.

4.2. Analisa Data Lalu Lintas

4.2.1 Data Lalu Lintas

Pada tahap perencanaan jembatan data yang diperoleh diolah terlebih dahulu lalu kemudian dilakukan analisa untuk menentukan alternatif-alternatif pemecahan terhadap masalah yang dihadapi. Dari data yang diperoleh dari DPU Bina Marga Semarang Propinsi Jawa Tengah tahun 1997-1999,2001,2002,2004 terlihat dalam tabel di bawah ini :

Tabel 4.2. LHR Ruas Jalan Kudus-Pati No. B.091 (dalam SMP)

| No. | Jenis Kendaraan | Volume (SMP) | | | | | |
|--------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| | | 1997 | 1998 | 1999 | 2001 | 2002 | 2004 |
| 1 | Motorcycle | 3887 | 9856 | 6825 | 7477 | 10241 | 3216 |
| 2 | Car | 3083 | 2764 | 1914 | 3924 | 5121 | 3917 |
| 3 | Util 1 | 1290 | 3309 | 2290 | 1885 | 2986 | 4021 |
| 4 | Util 2 | 2863 | 3616 | 2504 | 2364 | 3810 | 3287 |
| 5 | Bus | 705 | 839 | 581 | 693 | 2167 | 7378 |
| 6 | Truck 2 axl | 1052 | 1055 | 731 | 3363 | 4169 | 10101 |
| 7 | Truck 3 axl | 1426 | 1592 | 1101 | 2364 | 4182 | 11118 |
| Jumlah | | 14306 | 23031 | 15946 | 22070 | 32676 | 43038 |

4.2.2. Analisa Pertumbuhan Lalu Lintas

Analisa tingkat pertumbuhan lalu lintas dengan meninjau data LHR yang diperoleh yaitu dari tahun 1997 sampai tahun 2004. pada tabel berikut ini merupakan perhitungan pertumbuhan lalu lintas pada jalan tersebut.

**Tabel 4.3 Perhitungan Angka Pertumbuhan Lalu Lintas Ruas Jalan
Kudus-Pati Dengan Metode Linear**

| Tahun | x | LHR (smp) (y) | x ² | x.y |
|-------|----|------------------|----------------|--------|
| 1997 | 1 | 14306 | 1 | 14306 |
| 1998 | 2 | 23031 | 4 | 46062 |
| 1999 | 3 | 15946 | 9 | 47838 |
| 2001 | 5 | 22070 | 25 | 110350 |
| 2002 | 6 | 32676 | 36 | 196056 |
| 2004 | 8 | 43038 | 64 | 344304 |
| Σ | 25 | 151067 | 139 | 758916 |

$$Y = a + b.x$$

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

$$= (6 \cdot 758916 - 25 \cdot 151067) / (6 \cdot 139 - 25^2)$$

$$= 3717$$

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

$$= (151067 - 3717 \cdot 25) / 6$$

$$= 9690$$

$$Y = 9690 + 3717.X$$

Dari hasil di atas, LHR selama umur rencana (UR) dapat diperhitungkan.

Tabel 4.4. LHR Pada Tahun Perencanaan

| No | Tahun | X | Y (smp/hari) |
|----|-------|----|-------------------|
| 1 | 2005 | 9 | 43143 |
| 2 | 2006 | 10 | 46860 |
| 3 | 2007 | 11 | 50577 |
| 4 | 2008 | 12 | 54294 |
| 5 | 2009 | 13 | 58011 |
| 6 | 2010 | 14 | 61728 |
| 7 | 2011 | 15 | 65445 |
| 8 | 2012 | 16 | 69162 |
| 9 | 2013 | 17 | 72879 |
| 10 | 2014 | 18 | 76596 |
| 11 | 2015 | 19 | 80313 |

4.2.3. Kelas Jalan

Dari data-data yang diperoleh dari DPU Bina Marga Semarang menunjukkan bahwa LHR pada ruas jalan Kudus-Pati > 20.000 smp/hari, jadi digolongkan dalam jalan arteri kelas I.

4.2.4. Kapasitas Jalan

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

Dimana :

C = Kapasitas (smp/jam)

C_0 = Kapasitas dasar (smp/jam)

(MKJI '97 tabel C-1:1 dan C-1:2 hal 6-65)

FC_W = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas

(MKJI '97 tabel C-2:1 hal 6-66)

FC_{SP} = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah

(MKJI '97 tabel C-3:1 hal 6-67)

FC_{SF} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping

(MKJI '97 tabel C-3:1 hal 6-68)

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times FC_W \times FC_{SP} \times FC_{SF} \\ &= 3100 \times 1,00 \times 1,00 \times 0,95 \\ &= 2.945 \text{ smp/jam} \end{aligned}$$

4.2.5. Derajat Kejenuhan

Dari perhitungan diatas diperoleh nilai LHR pada tahun 2015 yaitu 80313 smp, maka dengan nilai $k = 0,09$ diperoleh VJP sebesar 7228,17

Dengan demikian maka nilai DS :

$$DS = Q/C = 7228,17/ 2945 = 2,45$$

$Ds > 0,75$ menunjukkan bahwa jalan tersebut terlalu padat sehingga diperlukan penanganan untuk mengurangi kepadatan tersebut.

4.2.6. Jumlah Lajur

Lebar lajur lalu lintas untuk berbagai klasifikasi perencanaan sebaiknya sesuai dengan tabel 4.5.

Tabel 4.5. Lebar Perencanaan Lajur Lalu Lintas

| Klasifikasi Perencanaan | | Lebar Lajur Lalu Lintas (m) |
|-------------------------|-----------|-----------------------------|
| Tipe I | Kelas I | 3,75 |
| | Kelas II | 3,5 |
| Tipe II | Kelas I | 3,5 |
| | Kelas II | 3,25 |
| | Kelas III | 3,0 - 3,25 |

Dari data yang diperoleh > 20000 smp/hari, maka perencanaan jalan yang diambil dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Jalan 4 lajur 2 arah (4 / 2 D)
- Lebar lajur 3,75 m (perkerasan 15 m)
- Dengan median (1,5 m)
- Umur rencana 10 tahun

Perhitungan parameter – parameter tingkat kinerja jalan pada tahun 2005 sampai tahun 2015 adalah sebagai berikut :

a. Perhitungan Kapasitas

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

Dimana :

Tipe jalan 4 / 2 D (4 lajur 2 arah terbagi)

C = Kapasitas (smp/jam)

C₀ = Kapasitas dasar (smp/jam)

(MKJI '97 tabel C-1:1 dan C-1:2 hal 6-65)

FC_W = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu lintas

(MKJI '97 tabel C-2:1 hal 6-66)

FC_{SP} = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah

(MKJI '97 tabel C-3:1 hal 6-67)

FC_{SF} = Faktor penyesuaian akibat hambatan samping
(MKJI '97 tabel C-3:1 hal 6-68)

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

$$= (4 \times 1900) \times 1,03 \times 1,00 \times 1,01$$

$$= 7907 \text{ smp/jam}$$

b. Perhitungan Derajat Kejenuhan (DS)

Untuk mengetahui mengetahui tingkat kinerja jalan pada ruas jalan Kudus - Pati pada tiap tahun mulai tahun 2005 sampai umur rencana tahun 2015 maka diperhitungkan sebagai berikut :

Tabel 4.6.Nilai –Nilai Parameter Kinerja Jalan

| No | Umur Rencana | Tahun rencana | LHRT (smp/hari) | QDH (smp/hari) | Nilai - Nilai Parameter | | |
|----|--------------|---------------|------------------|-----------------|-------------------------|--------------|-------------|
| | | | | | C (smp/jam) | DS = (Q/C) | Ket |
| 1 | 0 | 2005 | 43143 | 3882,87 | 7907 | 0,49 | Layak |
| 2 | 1 | 2006 | 46860 | 4217,40 | 7907 | 0,53 | Layak |
| 3 | 2 | 2007 | 50577 | 4551,93 | 7907 | 0,57 | Layak |
| 4 | 3 | 2008 | 54294 | 4886,46 | 7907 | 0,62 | Layak |
| 5 | 4 | 2009 | 58011 | 5220,99 | 7907 | 0,66 | Layak |
| 6 | 5 | 2010 | 61728 | 5555,52 | 7907 | 0,70 | Layak |
| 7 | 6 | 2011 | 65445 | 5890,05 | 7907 | 0,75 | Layak |
| 8 | 7 | 2012 | 69162 | 6224,58 | 7907 | 0,78 | Tidak Layak |
| 9 | 8 | 2013 | 72879 | 6559,11 | 7907 | 0,83 | Tidak Layak |
| 10 | 9 | 2014 | 76596 | 6893,64 | 7907 | 0,87 | Tidak Layak |
| 11 | 10 | 2015 | 80313 | 7228,17 | 7907 | 0,91 | Tidak Layak |

4.3. Analisa Hidrologi

4.3.1. Analisa Hujan

Dalam perencanaan jembatan akan menggunakan stasiun pengamatan curah hujan yang dekat dengan lokasi perencanaan. Data curah hujan diambil dengan waktu pengamatan selama 13 tahun, dari tahun 1976 sampai dengan 1988. metode yang digunakan untuk analisa frekuensi curah hujan adalah metode *Normal, Gumbell* dan *Log Pearson Type III* .Debit banjir rencana ditentukan untuk periode ulang 50 tahun.

**Tabel 4.7. Perhitungan parameter statistik curah hujan
Stasiun Rendeng (163)**

| No. | Tahun | R | (Xi - Xr) | (Xi - Xr) ² | Ln Xi | (LnXi - LnXr) | (LnXi - LnXr) ² | (LnXi - Ln Xr) ³ |
|-----|-------|------|-----------|------------------------|--------|---------------|----------------------------|-----------------------------|
| 1 | 1976 | 485 | 34,385 | 1182,328 | 7,075 | 0,9644 | 0,930 | 0,897 |
| 2 | 1977 | 512 | 61,385 | 3768,118 | 8,234 | 2,1234 | 4,509 | 9,574 |
| 3 | 1978 | 425 | -25,615 | 656,128 | 6,486 | 0,3754 | 0,141 | 0,053 |
| 4 | 1979 | 285 | -165,615 | 27428,328 | 10,219 | 4,1084 | 16,879 | 69,345 |
| 5 | 1980 | 432 | -18,615 | 346,518 | 5,848 | -0,2626 | 0,069 | -0,018 |
| 6 | 1981 | 352 | -98,615 | 9724,918 | 9,182 | 3,0714 | 9,433 | 28,974 |
| 7 | 1982 | 152 | -298,615 | 89170,918 | 11,398 | 5,2874 | 27,957 | 147,818 |
| 8 | 1983 | 212 | -238,615 | 56937,118 | 10,950 | 4,8394 | 23,420 | 113,338 |
| 9 | 1984 | 624 | 173,385 | 30062,358 | 10,311 | 4,2004 | 17,643 | 74,109 |
| 10 | 1985 | 256 | -194,615 | 37874,998 | 10,542 | 4,4314 | 19,637 | 87,020 |
| 11 | 1986 | 882 | 431,385 | 186093,018 | 12,134 | 6,0234 | 36,281 | 218,537 |
| 12 | 1987 | 586 | 135,385 | 18329,098 | 9,816 | 3,7054 | 13,730 | 50,875 |
| 13 | 1988 | 655 | 204,385 | 41773,228 | 10,640 | 4,5294 | 20,515 | 92,923 |
| | Σ | 5858 | Σ | 503347,074 | | Σ | 191,144 | 893,445 |

$$X_r = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{5858}{13} = 450,615$$

$$\ln X_r = 6,1106$$

$$Sd_1 = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_r)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{503347,074}{12}} = 204,806$$

$$Sd_2 = \sqrt{\frac{\sum (\ln x_i - \ln x_r)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{191,144}{12}} = 3,991$$

$$C_s = \frac{n \sum (\ln X - \ln X_r)^3}{(n-1)(n-2)(Sd_2)^3} = \frac{13.893,445}{12.11.(3,991)^3} = 1,384$$

- **Metode Normal**

$$\text{Rumus : } R_t = R + z \cdot Sd_1$$

Dari hasil perhitungan sebelumnya diperoleh :

$$R = 450,615 \text{ mm}$$

$$Sd_1 = 204,806$$

$$T = 50 \text{ tahun}$$

$$P = (1 - 1/50) = 0,98$$

$$Z = 2,05 \text{ (untuk } P = 0,98 \text{ dari tabel 2.6)}$$

Sehingga curah hujan rencana menurut Metode *Normal* :

$$\begin{aligned} R_t &= 450,615 + 2,05 \cdot 204,806 \\ &= 870,4673 \text{ mm} \end{aligned}$$

- **Metode Gumbell**

$$\text{Rumus : } R_t = \mu + YT / a$$

Dari hasil perhitungan sebelumnya diperoleh :

$$R = 450,615 \text{ mm}$$

$$Sd_1 = 204,806$$

$$\begin{aligned} a &= 1,2825 / Sd_1 \\ &= 1,2825 / 204,806 = 0,00626 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu &= R - (0,557 / a) \\ &= 450,615 - (0,557 / 0,00626) = 361,637 \end{aligned}$$

$$T = 50 \text{ tahun}$$

$$\begin{aligned} YT &= -\ln (-\ln (1-1/T)) \\ &= -\ln (-\ln (1-1/50)) = 3,90 \end{aligned}$$

Sehingga curah hujan rencana menurut Metode *Gumbell* :

$$\begin{aligned} R_t &= 361,637 + 3,90 / 0,00626 \\ &= 984,640 \text{ mm} \end{aligned}$$

- **Metode *Log Pearson Type III***

$$\text{Rumus : } R_t = R + k \cdot Sd_2$$

Dari hasil perhitungan sebelumnya diperoleh :

$$R = 450,615 \text{ mm}$$

$$C_s = 1,384$$

$$k = 2,698 \text{ (tabel 2.7)}$$

$$Sd_2 = 3,991$$

Sehingga curah hujan rencana menurut Metode *Log Pearson Type III* :

$$\begin{aligned} R_t &= 450,615 + (2,698 \cdot 3,991) \\ &= 461,383 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dari ketiga metode di atas, diambil nilai curah hujan tertinggi sebesar 984,640 mm.

4.3.2. Analisa Debit

Perhitungan debit banjir rencana digunakan sebagai dasar untuk menentukan tinggi lantai jembatan terhadap muka air banjir yang dihitung dengan kala ulang 50 tahun.

- Metode *Rational Mononobe*

a. Data dari BPS

$$\text{Luas DAS (A)} = 15,7 \text{ km}^2$$

$$\text{Panjang aliran sungai (L)} = 8000 \text{ m}$$

$$\text{Kemiringan dasar saluran} = 0,015$$

b. Waktu Konsentrasi (t_c)

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

dimana :

$$L = \text{panjang aliran (m)}$$

$$i = \text{kemiringan medan}$$

$$t_c = \text{waktu pengaliran (jam)}$$

$$\begin{aligned} t_c &= (8000 / (72 \times 0,015^{0,6})) / 3600 \\ &= 0,3835 \text{ jam} \end{aligned}$$

c. Intensitas Hujan (I)

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

Dimana :

I = Intensitas Hujan (mm/jam)

R = Curah hujan (mm)

tc = Waktu penakaran (jam)

$$I = (984,64 / 24) \times (24 / 0,3835)^{0,67}$$

$$= 655,669 \text{ mm/jam}$$

d. Debit Banjir (Q)

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

Dimana :

Q = Debit banjir (m³/det)

C = Koefisien run off = 0,5

I = Intensitas hujan (mm/jam)

A = Luas DAS (km²)

(0,278 = konversi satuan)

$$Q = 0,278 \times 0,5 \times 655,669 \times 15,7$$

$$= 1430,866 \text{ m}^3/\text{det}$$

• Metode *Haspers*

$$f = 15,7 \text{ km}^2$$

$$L = 8 \text{ km}$$

$$S = 0,015$$

$$R_{50} = 984,640 \text{ mm}$$

$$C = \frac{1 + 0,012 * A^{0,7}}{1 + 0,075 * A^{0,7}}$$

$$= \frac{1 + 0,012 * (15,7)^{0,7}}{1 + 0,075 * (15,7)^{0,7}}$$

$$= 0,7143$$

$$\begin{aligned}
 t &= 0,1 * L^{0,8} * S^{-0,3} \\
 &= 0,1 * (8)^{0,8} * (0,015)^{-0,3} \\
 &= 1,942 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 1/\beta &= \frac{1 + t + 3,7 * 10^{-4} * t * (A^{0,75} / 12)}{t^2} \\
 &= \frac{1 + t + 3,7 * 10^{-4} * 1,942 * ((15,7)^{0,75} / 12)}{(1,942)^2} \\
 &= 1,3386 \\
 \beta &= 0,7471
 \end{aligned}$$

Karena $t = 1,942$ jam, maka :

$$\begin{aligned}
 R1 &= \frac{t * R_{24 \text{ maks}}}{t + 1 - 0,008 * (260 - R_{24 \text{ maks}}) * (2 - t)^2} \\
 R1 &= \frac{1,942 * 984,640}{1,942 + 1 - 0,008 * (260 - 984,640) * (2 - 1,942)^2} \\
 &= 645,676 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Sehingga hujan maksimum (R) 50 tahunan :

$$\begin{aligned}
 R &= R1 / (3,6 * t) \\
 &= 645,676 / (3,6 * 1,942) \\
 &= 92,356 \text{ m}^3/\text{det}/\text{km}^2
 \end{aligned}$$

Debit banjir maksimum 50 tahun :

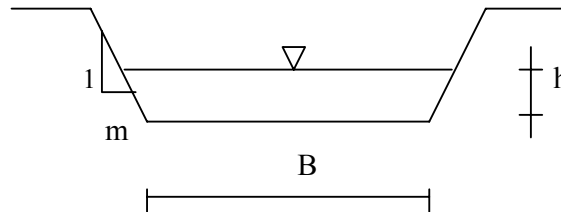
$$\begin{aligned}
 Q &= C * \beta * R * A \\
 &= 0,7143 * 0,7471 * 92,356 * 15,7 \\
 &= 773,792 \text{ m}^3/\text{det}
 \end{aligned}$$

Dari kedua metode di atas, diambil nilai Q_r yaitu $1430,866 \text{ m}^3/\text{det}$.

4.3.3. Perhitungan Tinggi Muka Air Banjir

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

| | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| Q_r | = 1430,866 m ³ /det |
| Kemiringan dasar (I) | = 0,015 |
| Kemiringan dinding m1,m2 | = 1:0,6 |
| Koefisien kekasaran Manning (n) | = 0,025 (saluran alam) |
| Panjang Aliran Sungai (L) | = 8000 m |
| Lebar Sungai (B) | = 28 m |



Rumus debit banjir :

$$Q = A * V$$

$$= A * \left(\frac{1}{n} * R^{2/3} * I^{1/2} \right)$$

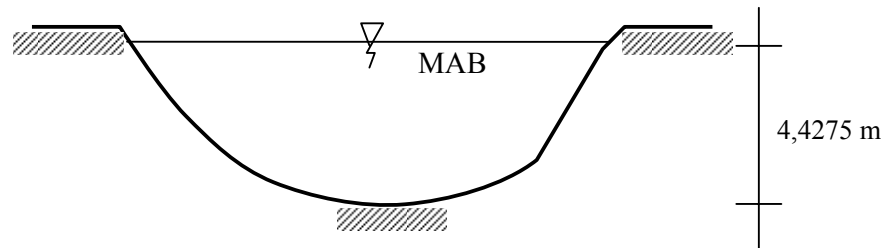
Menentukan tinggi muka air banjir :

$$1430,866 = ((B + mh).h) \cdot \left(\frac{1}{0,025} * \left(\frac{(B + mh)h}{B + 2h\sqrt{m^2 + 1}} \right)^{2/3} * 0,015^{1/2} \right)$$

$$1430,866 = ((26 + 0,6h).h) \cdot \left(40 * \left(\frac{(26 + 0,6h)h}{26 + 2h\sqrt{(0,6)^2 + 1}} \right)^{2/3} * 0,015^{1/2} \right)$$

dengan cara coba – coba diperoleh $h = 4,4275$ m

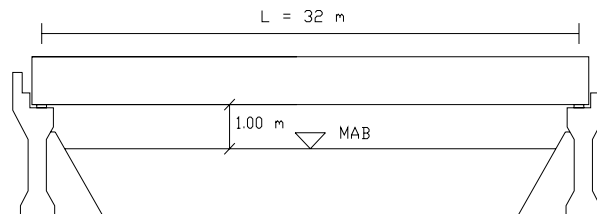
Jadi tinggi muka air banjir sebesar 4,4275 m



Gambar 4.1 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 di atas muka air banjir 50 tahunan. Maka untuk tinggi bebas jembatan Logung ini direncanakan 1 meter.



Gambar 4.2 Potongan Memanjang Jembatan

4.4. Analisa 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 Logung.

4.4.1. Penyelidikan Lapangan

□ Pekerjaan penyodiran

a. Titik Sondir S.1

Nilai perlawanan ujung konus (*Conus Resistance*) sampai kedalaman $-18,00$ m adalah $250,0 \text{ kg/cm}^2$

Jumlah hambatan pelekat (total friction) adalah $1182,0 \text{ kg/cm}^2$

b. Titik Sondir S.2

Nilai perlawanan ujung konus (*Conus Resistance*) sampai kedalaman $-18,40$ m adalah $250,0 \text{ kg/cm}^2$

Jumlah hambatan pelekat (total friction) adalah $1230,0 \text{ kg/cm}^2$

□ Pekerjaan Pengeboran

Pekerjaan pengeboran dilakukan untuk memperoleh data mengenai keadaan tanah di bawah permukaan. Pengeboran dilakukan dengan bor tangan (*Hand Bore*) type Iwan Auger dengan diameter 6 inci. Jumlah titik bor yang dilaksanakan ada 1 (satu) titik, yaitu titik bor B.I dengan kedalaman $-3,00$ meter dan $-5,00$ meter.

Untuk titik bor B.I., kedalaman yang dapat dilaksanakan adalah sampai dengan kedalaman $-5,50$ meter dari permukaan tanah setempat. Pada kedalaman $\pm 0,00$ meter sampai $-1,00$ meter terdapat lapisan tanah berupa tanah lempung kelanauan sedikit pasir berwarna coklat. Pada kedalaman $-1,00$ meter sampai $-3,50$ meter terdapat lapisan tanah berupa tanah lempung kelanauan sedikit pasir halus berwarna coklat muda. Pada kedalaman $-3,50$ meter sampai $-5,50$ meter terdapat lapisan tanah berupa tanah lempung kelanauan lunak sedikit pasir halus berwarna coklat tua.

Muka air tanah (MAT) pada titik bor B.I sampai pada kedalaman $-5,50$ meter dari permukaan tanah setempat belum ditemukan.

4.4.2. Penyelidikan Laboratorium

Penyelidikan laboratorium yang dilaksanakan meliputi penyelidikan mengenai sifat-sifat fisik dan sifat-sifat mekanik dan juga penggambaran grafik cone resistance, local friction, dan total friction (JHP), serta friction ratio (FR). Data –data tersebut dapat dilihat pada lampiran.

Dari hasil pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa untuk konstruksi pondasi abutment dan pilar jembatan disarankan memakai pondasi tiang pancang, karena lapisan tanah keras mencapai kedalaman –18,40 meter dari muka tanah setempat. Selain itu lapisan tanah pada lokasi penyelidikan tidak mudah terpengaruh oleh perubahan cuaca karena memiliki nilai $PI < 30$ pada kedalaman $\pm 0,00$ meter sampai –5,00 meter.

4.5. Pemilihan Tipe Jembatan

Pemilihan suatu tipe jembatan dilakukan agar dicapai biaya jembatan seminimum mungkin (baik pelaksanaan konstruksi, perbaikan, dan pemeliharaan jembatan) dalam batas spesifikasi dan standar yang digunakan.

4.5.1. Pemilihan Bangunan Atas Jembatan

Prosedur dasar pemilihan tipe Bangunan Atas Jembatan adalah sebagai berikut :

- a. Beton bertulang dapat dipakai, namun tidak cocok pada : bentang jembatan > 20 meter, tinggi pilar + $1/3$ kedalaman pondasi melebihi 15 meter, dan daya dukung tanah di permukaan $q_u < 0,50 \text{ kg/cm}^2$.
- b. Untuk bentang > 30 meter dianjurkan menggunakan beton prategang, namun pada jembatan yang mencengnya $< 50^\circ$ digunakan baja.
- c. Untuk bentang 30 - 60 meter dianjurkan menggunakan baja komposit, namun pada jembatan yang mencengnya $< 50^\circ$ digunakan baja non komposit.
- d. Untuk bentang > 60 meter dianjurkan menggunakan jembatan rangka atau lengkung.
- e. Apabila H mencapai 15 meter dan bentang mencapai 20 meter, dianjurkan menggunakan beton prategang.

- f. Apabila $H > 15$ meter dianjurkan menggunakan baja
- g. Apabila bentang jembatan > 80 meter dianjurkan menggunakan struktur rangka.
- h. Apabila daya dukung tanah $q_u < 0,50 \text{ kg/cm}^2$ dianjurkan menggunakan baja.

Pada perencanaan Jembatan Logung ini, bangunan atas menggunakan konstruksi beton prategang, karena mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

1. Dengan bentang jembatan 32 m, lebih efektif menggunakan konstruksi beton prategang.
2. Jalan Kudus-Pati merupakan ruas jalan negara dengan volume lalu lintas yang relatif besar.

Jika menggunakan jembatan rangka baja pertimbangannya :

1. Dengan bentang jembatan 32 m, tidak akan efektif, akan lebih efektif jika bentang > 40 m.
2. Dari segi ekonomi akan lebih mahal daripada beton prategang.

4.5.2. Pemilihan Bangunan Bawah Jembatan

- **Abutment**

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* dan *pier* 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*).

- **Pondasi dan Poer**

Ada beberapa alternatif tipe pondasi yang dapat digunakan untuk perencanaan jembatan antara lain :

- a. Pondasi Telapak/ Langsung

Perencanaan Jembatan Logung
Ruas Kudus-Pati km. SMG 59.580

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.

b. 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. Penggalan 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.

c. 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.

d. 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 ± 18 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.

4.5.3. Spesifikasi Jembatan

1. Data Perencanaan

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

- a. Bentang jembatan : 32 m
- b. Lebar jembatan : $1,00 + 8,00 + 1,50 + 8,00 + 1,00 \text{ m} = 19,50 \text{ m}$
- c. Bangunan atas : beton prategang
- d. Bangunan bawah : 2 buah abutment
- e. Tipe pondasi : pondasi dalam

2. Penggunaan Bahan

Pada perencanaan Jembatan Logung bahan yang digunakan :

- Bangunan atas
 - a. Mutu beton
Digunakan mutu $f'c = 60 \text{ MPa}$ untuk gelagar prategang
Untuk bangunan atas selain beton prategang $f'c = 25 \text{ MPa}$.
 - b. Mutu baja
Untuk $t < 13 \text{ mm}$ digunakan $f_y = 240 \text{ MPa}$
Untuk $t \geq 13 \text{ mm}$ digunakan $f_y = 400 \text{ MPa}$
- Bangunan bawah dan pondasi
 - a. Mutu beton
Digunakan mutu $f'c = 30 \text{ MPa}$ untuk abutmen dan $f'c = 60 \text{ MPa}$ untuk pondasi
 - b. Mutu baja
Untuk $t < 13 \text{ mm}$ digunakan $f_y = 240 \text{ MPa}$
Untuk $t \geq 13 \text{ mm}$ digunakan $f_y = 400 \text{ MPa}$