

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. Analisa topografi
2. Analisa lalu lintas
3. Analisa Hidrologi
4. Analisa tanah
5. Pemilihan tipe struktur jembatan
6. Spesifikasi jembatan

4.1. ANALISA TOPOGRAFI

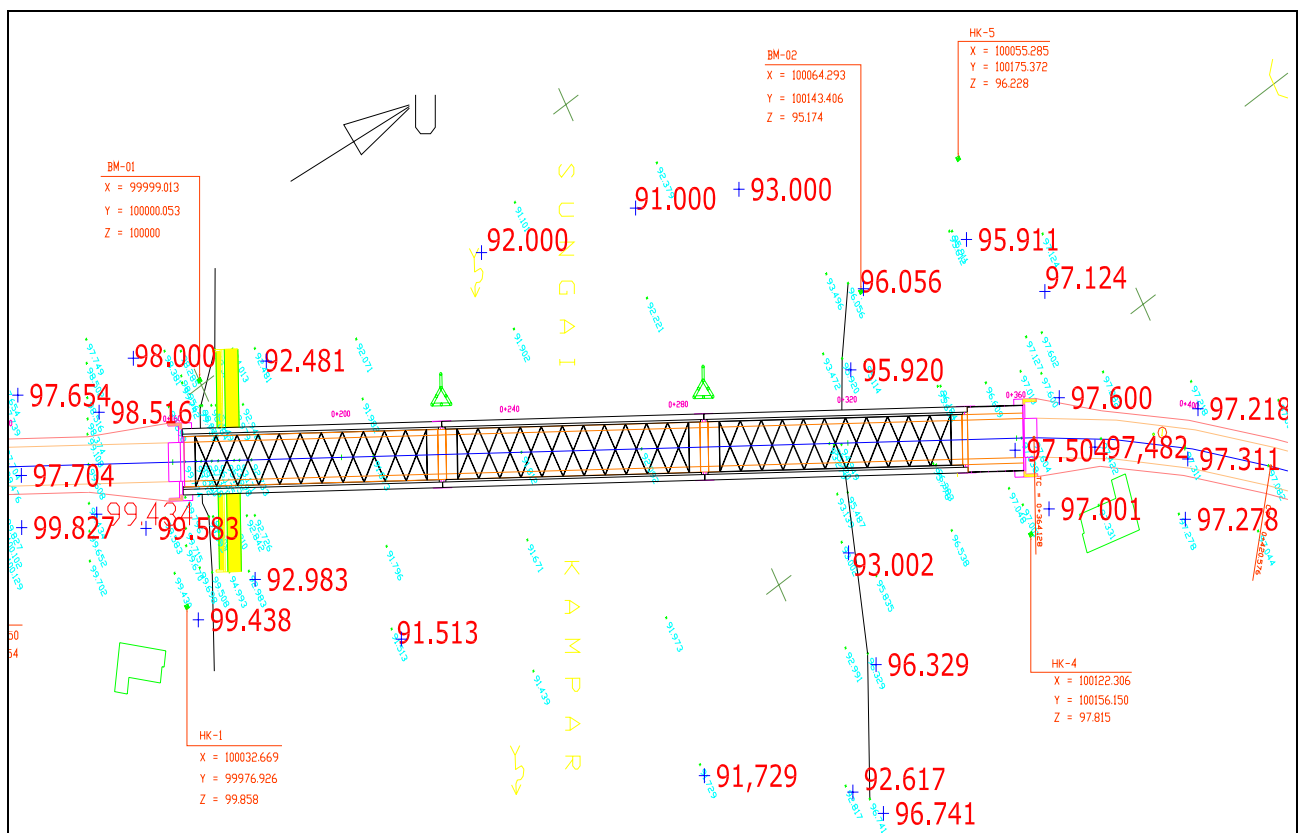
Topografi diartikan sebagai ketinggian suatu tempat yang dihitung dari permukaan air laut. Dari peta topografi ini dapat ditentukan elevasi tanah asli, lebar sungai dan bentang efektif jembatan. Data topografi ini diperlukan untuk menentukan trase jalan pendekat / oprit. Analisis geometrik jalan pendekat / oprit yang meliputi alinyemen vertikal dan horisontal diperhitungkan untuk memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengendara ataupun pengguna jalan saat melintasi jembatan (memberikan rasa aman dan nyaman bagi pengguna jalan saat melintasi pergantian antara jalan dengan jembatan).

Dengan melihat kondisi lapangan, medan dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

Tabel 4.1 Kalsifikasi Menurut Medan Jalan

No	Klasifikasi Medan	Kemiringan Medan (%)
1	Datar (D)	<3
2	Perbukitan (B)	3 – 25
3	Pegunungan (G)	> 25

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, No.038/T/BM1997

**Gambar 1.** Situasi jembatan Air Tiris

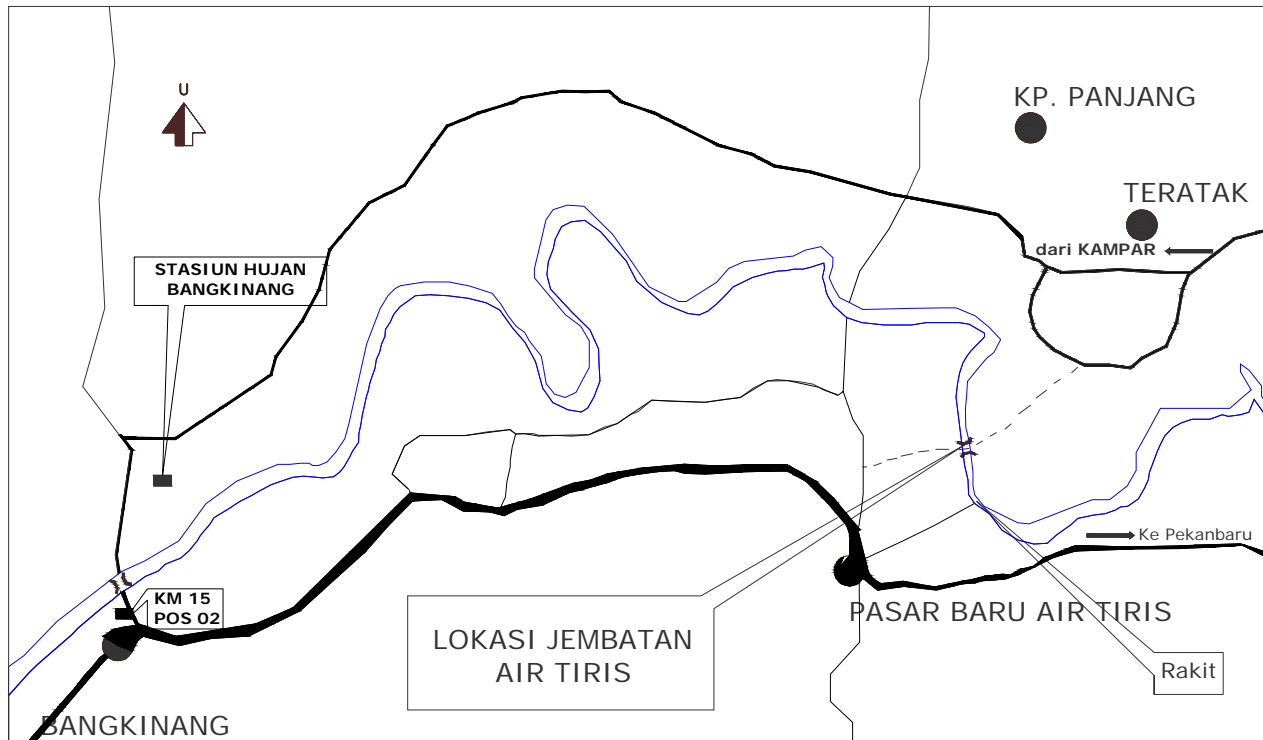
Persentase Kemiringan Memanjang Trase Rencana Jalan

STA	Peil Permukaan Tanah asli	Panjang Peil	ΔH	Kemiringan Memanjang (%)
0+010	98,004	30	0,183	0,061
0+040	97,821			
0+080	97,840	30	1,645	5,483
0+120	99,485			
0+159,002	99,780	240,998	2,47	1.025
0+400	97,310			
0+440	97,040	40	0,205	0,512
0+480	97,245			

Persentase Kemiringan Melintang Medan

STA	As Jalan	Peil Permukaan Tanah Asli			Lebar Rencana jalan (m)	% Medan	Kelas Medan
		Kanan (m)	Kiri (m)	ΔH			
0+010	98,004	98,200	97,930	0,270	12	1,62	Datar
0+040	97,821	97,890	97,840	0,050	12	0,3	Datar
0+080	97,840	97,970	97,810	0,160	12	0,96	Datar
0+120	99,485	99,690	97,710	1,980	12	11,88	Bukit
0+159,002	99,780	99,800	99,760	0,040	12	0,24	Datar
0+400	97,310	97,315	97,285	0,030	12	0,18	Datar
0+440	97,040	97,010	97,025	0,015	12	0,09	Datar
0+480	97,245	97,220	97,150	0,07	12	0,42	Datar
0+520	97,105	97,200	97,115	0,085	12	0,51	Datar

Berdasarkan peta topografi dan tabel di atas, maka medan termasuk dalam golongan medan datar dimana kemiringan medan $< 3\%$.



Gambar 2. Peta lokasi Jembatan Air Tiris

Pemilihan trase jembatan diatas berdasarkan atas perencanaan fungsi jembatan yang ditujukan untuk sarana transportasi darat yang menghubungkan daerah Kampung Panjang – Air Tiris yang dilalui sungai Kampar. Adapun yang menjadi pertimbangan atas pemilihan lokasi jembatan Air Tiris adalah :

- Berdekatan dengan sarana transportasi penyeberangan rakit
- Pada lokasi diatas medan relatif datar.
- Mempermudah dalam pelaksanaan pekerjaan jembatan
- Arah aliran sungai relatif lurus
- Merupakan jalur terpendek dibandingkan bidang sungai lainnya

- Daerah sekitar merupakan daerah persawahan , sehingga tidak mengganggu pemukiman masyarakat sekitar lokasi. Sedangkan di lokasi lainnya masih terdapat pemukiman, pertimbangan terhadap pembebasan lahan

4.2. ANALISA DATA LALU LINTAS

4.2.1. Data Lalu Lintas

Survei lalu lintas untuk mendapatkan data primer dilakukan pada pos pencatatan lalu lintas ruas jalan Bangkinag – Kampar Pos SPBU km 15 selama 24 jam pada lalu-lintas 2 arah. Dari hasil survei diketahui jumlah kendaraan pada pengamatan , sebagai berikut :

Tabel 4.4. Data Lalu Lintas Ruas Jalan Bangkinang – Kampar

No.	Jenis kendaraan	Keterangan	Jumlah Kend/hari/ 2 arah
1	MC	Sepeda Motor, Sekuter & Kend. Roda Tiga	7771
2	LV	Sedan, Jeep, Station Wagon	3813
3	MHV	Pick-Up, Micro Truck, Opelet, Pick-Up, Mini Bus & Mobil Hantaran	5020
4	LT	Bus besar, Truck 2 Sumbu, Truck 3 Sumbu	2171
Total kend / hari /2 arah			18775

Sumber : Data Survey Dinas Bina Marga Propinsi Riau pos Km 15 th.2005

Untuk data jumlah jenis kendaraan MHV, diasumsikan kendaraan yang akan melewati jembatan hanya setengah dari jumlah keseluruhan. Hal ini dikarenakan untuk angkutan umum masih melewati rute jalan yang lama untuk kepentingan mengangkut penumpang. Sedangkan Untuk data jenis kendaraan MHV, diasumsikan kendaraan MC dan LV diambil 60% jumlah keseluruhan data, hal ini dikarenakan jenis kendaraan MC dan LV masih ada yang melewati rute jalan yang lama, Sehingga data LHR dapat disajikan mendekati riil. Data yang dipakai sebagai berikut :

No.	Jenis kendaraan	Keterangan	Jumlah Kend/hari/ 2 arah
1	MC	Sepeda Motor, Sekuter & Kend. Roda Tiga	4662
2	LV	Sedan, Jeep, Station Wagon	2287
3	MHV	Pick-Up, Micro Truck, Opelet, Pick-Up, Mini Bus & Mobil Hantaran	2510
4	LT	Bus besar, Truck 2 Sumbu, Truck 3 Sumbu	2171
Total kend / hari / 2 arah			16265

Ekuivalen mobil penumpang untuk medan datar :

	MHV	LT	LV	MC
Emp	2,4	5	1	0,6

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, No.038/T/BM1997

$$\begin{aligned}
 LHR_{2005} &= (LT \cdot 5) + (LV \cdot 1) + (MHV \cdot 2,4) + (MC \cdot 0,6) \\
 &= (2171 \cdot 2,4) + (2287 \cdot 1) + (2510 \cdot 2,4) + (4662 \cdot 0,6) \\
 &= 16318 \text{ SMP / hari}
 \end{aligned}$$

Untuk tingkat pertumbuhan kendaraan (i) pada ruas jalan Bangkinang-Kampar sebagai berikut :

Tabel 4.5. Tingkat Pertumbuhan Lalu-Lintas Ruas Jalan Bangkinang – Kampar

Tahun	Jumlah kendaraan	Tingkat pertumbuhan (i)
1999	10088	2,52 %
2000	11639	1,55 %
2001	15315	3,67 %
2002	16704	1,38 %
2003	19000	2,29 %
	Rata-rata pertumbuhan	2,82 %

Sumber : Data LHR Jalan Nasional Propinsi Riau Pos Km 15 Th 2005

Berdasarkan data diatas tingkat rata-rata pertumbuhan lalu-lintas tiap tahun untuk ruas jalan Bangkinang-Kampar sebesar 2,82 %.

➤ **Masa Umur Rencana Perencanaan, Pelaksanaan, dan Pelayanan**

Masa perencanaan dan pelaksanaan diperkirakan 3 tahun, berarti LHR pada tahun 2008

$$\text{LHR}_{2008} = \text{LHR}_{2005} (1 + i)^n$$

Dimana : $i = 2,82\%$

$$n = 3 \text{ tahun}$$

$$\text{LHR}_{2008} = 16318 (1 + 0,0282)^3$$

$$= 17737,80 \text{ SMP / hari (merupakan LHR awal umur pelayanan)}$$

Umur rencana pelayanan ditetapkan 10 tahun, sehingga LHR tahun 2018 adalah :

$$\text{LHR}_{2018} = \text{LHR}_{2008} (1 + i)^n$$

Dimana : $i = 2,82\%$

$$n = 10 \text{ tahun}$$

$$\text{LHR}_{2018} = 17737,80 (1 + 0,0282)^{10}$$

$$= 23424,80 \text{ SMP / hari (merupakan LHR akhir umur rencana)}$$

Dalam Peraturan Perencanaan Geometrik Jalan Raya no.13 tahun 1970, maka klasifikasi dan fungsi jalan dibedakan seperti pada tabel berikut :

Tabel 4.6. Klasifikasi Menurut Kelas Jalan Berdasarkan MST

Nomor	Fungsi	Kelas	Muatan Sumbu Terberat MST (ton)
1	Arteri	I II III A	> 10 10 8
2	Penghubung	III A III B	8

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota No. 038/T/BM/1997

Dikarenakan kendaraan dominan yang melewati ruas jalan diatas adalah kendaraan dengan MST menengah kebawah maka kelas jalan masuk kedalam fungsi Arteri kelas II.

Tabel 4.7. Klasifikasi dan Fungsi Jalan

Klasifikasi Fungsi	Kelas	LHR (smp)
Utama	I	> 20.000
Sekunder	II A	6.000 – 20.000
	II B	1.500 – 8.000
	II C	< 2.000
Penghubung	III	–

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, No.038/T/BM1997

Berdasarkan tabel diatas dan perhitungan LHR akhir umur rencana, jalan yang direncanakan adalah jalan klasifikasi fungsi utama kelas I

❖ Jadi diambil fungsi jalan Arteri kelas I

➤ **Berdasarkan kelas jalan**

Penentuan lebar jalur dan bahu jalan berdasarkan kelas dan fungsi jalan seperti pada tabel berikut :

Tabel 4.8. Penentuan Lebar Jalur dan Bahu Jalan

VLHR Smp/ja m	ARTERI				KOLEKTOR				LOKAL			
	Ideal		Minimum		Ideal		Minimum		Ideal		Minimum	
	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	Lebar Jalur (m)	Lebar Bahu (m)	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	4,5	1,0
3000- 10000	7,0	2,0	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,5	7,0	1,5	6,0	1,0
10001- 25000	7,0	2,0	7,0	2,0	7,0	2,0	**	**	-	-	-	-
>25000	2nx3,5 *	2,5	2x7,0 *	2,0	2nx3,5 *	2,0	**	**	-	-	-	-

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, No.038/T/BM1997

Keterangan :

** = mengacu pada persyaratan ideal

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

- = tidak ditentukan

Untuk LHR 10001- 25000 dan kelas jalan Arteri diambil lebar jalur 7m (2 x 3,5) dan lebar bahu 2 m pada kanan dan kiri jalan.

Berdasarkan perhitungan dan tabel diatas , maka ruas jalan tersebut dapat digolongkan sebagai jalan Kelas I dengan fungsi utama. Dengan demikian Jembatan Air Tiris termasuk dalam kategori jembatan Kelas I (A) dengan ketentuan sebagai berikut :

- Lebar lantai kendaraan : 7,00 (2 x 3,5m tanpa median)
- Lebar bahu jalan : 2 x 1,00 m
- Lebar trotoir : 2 x 1,00 m
- Lebar jembatan : 11,00 m
- Kelas muatan : 100 % Pembebanan BM

➤ **Kecepatan Rencana**

Kecepatan Rencana (V_R), pada suatu ruas jalan adalah kecepatan yang dipilih sebagai dasar perencanaan geometrik jalan yang memungkinkan kendaraan-kendaraan bergerak dengan aman dan nyaman dalam kondisi cuaca yang cerah, lalu lintas yang lengang, dan pengaruh samping jalan yang tidak berarti. Untuk kondisi medan yang sulit, V_R suatu segmen jalan dapat diturunkan dengan syarat bahwa penurunan tersebut tidak lebih dari 20 km/jam.

Tabel 4.9. Kecepatan rencana, sesuai klasifikasi fungsi & klasifikasi medan jalan

Fungsi	Kecepatan Rencana, V_R , km/jam		
	Datar	Bukit	Pegunungan
Arteri	70 - 120	60 - 80	40 - 70
Kolektor	60 - 90	50 - 60	30 - 50
Lokal	40 - 70	30 - 50	20 - 30

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, No.038/T/BM1997

Berdasarkan tabel dan analisa data topografi diatas, kecepatan rencana yang digunakan untuk jalan fungsi arteri dan medan datar adalah : $V_r = 70$ km/jam.

Tabel 4.10. Jari – jari Lengkung Minimum

Kecepatan Rencana (km/jam)	Jari-jari Lengkung Luar Kota (m)	Jari-jari Lengkung Dalam Kota (m)
120	7.500	-
100	5.500	1.500
80	3.500	1.000
60	2.000	600
40	800	250
30	500	150
20	200	50

Sumber : "Perencanaan Teknik Jalan Raya",

Tabel 4.11. Kelandaian Maksimum yang diizinkan

V_R (km/jam)	120	110	100	80	60	50	40	<40
Kelandaian maksimal (%)	3	3	4	5	8	9	10	10

Sumber : Tata Cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota, No.038/T/BM1997

Berdasarkan dari tabel di atas maka Jari – jari lengkung minimum adalah 2000 m dan Kelandaian Maksimum yang diizinkan adalah 7 %.

4.2.1 Pemilihan Tipe Jalan

➤ Berdasarkan perhitungan :

Diketahui :

KONDISI

Fungsi jalan : Arteri kelas I

Medan : Datar

Volume Lalu lintas Harian Rencana (V_{LHR}) = 23424,80 SMP / hari

Pertumbuhan lalu lintas (i) = 2,82 %

- Perhitungan Arus Jam Rencana

$$VJR = VLHR \times K;$$

(diambil $K = 0,06$ untuk VLHR 10000-30000, LHR luar kota)

$$= 23424,80 \times 0,06 = 1405,488 \text{ smp/jam}$$

Dicoba dengan lebar jalan > 6 m dengan lebar bahu jalan 1 m

Dari tabel A- 3- 1 MKJI yaitu tabel ekivalensi kendaraan penumpang (emp) untuk jalan dengan tipe 2/2 UD, tipe alinyemen datar, arus total kendaraan per jam, diperoleh :

$$LV = 1 ; LT = 2,5 ; MC = 0,5$$

Maka :

$$\text{Pcu faktor} = (0,6 \times 1) + (0,08 \times 2,5) + (0,32 \times 0,5)$$

$$= 0,96$$

$$\text{Flow (Q)} = \text{Pcu faktor} \times \text{VJR}$$

$$= 0,96 \times 1405,488 = 1349,27 \text{ pcu / jam / 2 arah}$$

DS direncanakan < 0,75

$$DS = Q / C$$

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf}$$

Dimana ;

DS = Derajat kejenuhan (sebagai parameter kelancaran lalu lintas)

C = kapasitas (smp/jam)

C_o = Kapasitas dasar pada jalan 2/2 UD dengan alinyemen datar, luar kota (tabel C-1 :2 MKJI)

$$C_o = 3100$$

$FC_{sp} = 1$ (Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah / *directional split*)

50 % - 50 % tabel C-3 -:1 MKJI.

$FC_{sf} = 0,97$ (Faktor penyesuaian akibat hambatan samping / *side friction* rendah)

FC_w = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas jalan 2-lajur tak

terbagi, dengan lebar efektif jalur total 2 arah = 7 m (2x3,5) ,maka :

factor $FC_w = 1,00$ (MKJI'97 tabel C-2:1 hal 6-66)

Maka :

$$Q = 1349,27 \text{ pcu / jam / 2 arah}$$

$$C = C_o \times FC_w \times FC_{sp} \times FC_{sf}$$

$$C = 3100 \times 1 \times 1 \times 0,97$$

$$C = 3007 \text{ pcu / jam / 2 arah}$$

$$DS = Q / C$$

$$= 1349,27 / 3007 = 0,45 < 0,75 \text{ (OK)} \dots \text{ lalu lintas lancar}$$

Jadi tipe jalan 2/2 UD dapat digunakan.

Pelayanan tersebut masih mampu melayani volume lalu lintas sampai tahun 2018, untuk kondisi sekarang sampai tahun 2018 belum perlu pelebaran , terbukti dengan DS – nya masih $< 0,75$.

4.3. ANALISA HIDROLOGI

Dari data yang diperoleh dari Dinas PSDA Propinsi Riau & BMG, curah hujan rata-rata dalam setahun, didapat data sepuluh tahun yaitu dari tahun 1996 – 2005 adalah sebagai berikut :

Tabel 4.12. Data Curah Hujan Maksimum Stasiun Bangkinang

Bulan	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Januari	167	184	343	163	85,5	109	91,5	163,5	194,5	201
Februari	141	184	189	247	148,5	125,5	165,9	97,5	89,5	36
Maret	167	184	230	95	258	160,5	202,7	91,5	168	163,5
April	193	184	199	136,5	260	181	48,5	311,5	298,5	121
Mei	125,5	184	144	58,5	220	77,5	120	123	156	121
Juni	91	184	124	146	82	197,5	86,7	144	90,5	193,5
Juli	69,5	184	74	43	38,5	187,7	77,4	60	101,5	25,5
Agustus	46	184	109	36,5	16,5	152,9	113	102	118	49
September	46	184	129	85,5	2	153,5	125,5	133,5	102	261
Oktober	384	184	337	108	35,5	163,9	251	122	257,5	105,5
November	463	184	325	191	104	63	187	236,5	348	267,5
Desember	377	184	93	168	122,5	97,7	199	357	254	306
JUMLAH	2270	2208	2296	1478,5	1373	1669,2	1668,2	1942	2178	1850,5

MAX	463	184	343	247	260	197	251	357	348	306
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Sumber : Dinas PSDA Propinsi Riau & BMG

Tabel 4.13. Data Curah Hujan Maksimum Stasiun Pekanbaru

Bulan	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Januari	145	160	298	142	74,5	95	79,5	142,5	169,5	175
Februari	123	160	164	215	129,5	109,5	144,1	84,5	77,5	31
Maret	145	160	200	83	224	139,5	176,3	79,5	146	142,5
April	168	160	173	118,5	226	157	42,5	270,5	259,5	105
Mei	109,5	160	125	50,5	191	67,5	104	107	136	105
Juni	79	160	108	127	71	171	75,3	125	78,5	168,5
Juli	60,5	160	64	37	33,5	163,3	67,6	52	88,5	22,5
Agustus	40	160	95	31,5	14,5	133,1	98	89	103	43
September	40	160	112	74,5	2	133,5	109,5	116,5	89	227
Oktober	334	160	293	94	30,5	142,1	218	106	223,5	91,5
November	403	160	283	166,5	90	55	163	205,5	303	232,5
Desember	328	160	81	146	106,5	85,3	173	310	221	266
JUMLAH	1975	1920	1996	1285,5	1193	1451,8	1450,8	1688	1895	1609,5
MAX	403	160	298	215	226	171	218	310	303	266

Sumber : Dinas PSDA Propinsi Riau & BMG

❖ 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, dan merupakan nilai curah hujan rata-rata dari data 2 stasiun hujan datas.

Tabel 4.14. Curah Hujan Selama 10 Tahun

Tahun	X_i	$X_i - X_r$	$(X_i - X_r)^2$
1996	433	156,5	24492,5
1997	172	-104,5	10920,25
1998	321	44,5	1980,25
1999	231	-45,5	2070,25

2000	243	-33,5	1122,25
2001	184	-92,5	8556,25
2002	235	-41,5	1722,25
2003	334	57,5	3306,25
2004	326	49,5	2450,25
2005	286	9,5	90,25
Jumlah	2765		56710,5

Jadi ;

$$X_r = \frac{\sum x_i}{n} = \frac{2765}{10} = 276,5$$

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (x_i - x_r)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{6710,5}{9}} = 79,37$$

Tabel 4.15. Hubungan antara Y_n & S_n dengan n (banyaknya sampel)

N	Y_n	n	S_n
10	0.4952	10	0.9496
11	0.4996	11	0.9676
12	0.5035	12	0.9833
13	0.5070	13	0.9971
14	0.5100	14	1.0096
15	0.5128	15	1.0206

Dengan $n = 10$ dari tabel didapatkan :

$$Y_n = 0,4952$$

$$S_n = 0,9496$$

Tabel 4.16. Harga *Reduce Variate* (Ytr) pada Periode Ulang Hujan (PUH)

PUH = T Tahun	Reduce – Variate (Ytr)
2	0.3665
5	1.4999
10	2.2502
25	3.1985
50	3.9019
100	4.6001

Dipakai periode ulang 50 tahun, maka $Y_{tr} = 3,9019$

Faktor frekuensi *Gumbel* :

$$K_r = \frac{Y_{tr} - Y_n}{S_n} = \frac{3,9019 - 0,4952}{0,9496} = 3,5875$$

$$\begin{aligned} X_{tr} &= R = X_r + (K_r \times S_x) \\ &= 276,5 + (3,5875 \times 79,37) = 561,2398 \text{ mm/hari} \end{aligned}$$

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

4.3.1. Perhitungan Debit Banjir (Q)

Tujuan dari perhitungan debit ini adalah untuk mengetahui besarnya debit air yang melewati sungai Air Tiris untuk suatu periode ulang tertentu, sehubungan dengan perencanaan ini periode debit banjir yang direncanakan adalah periode ulang 50 tahunan ($Q_{tr} = Q^{50}$). Untuk perhitungan debit ini dipakai data sungai Rantau berangin yang merupakan induk sungai dari sungai Air tiis.

$$\text{Luas } catchment \text{ area (A)} = 303 \text{ km}^2 = 303 \cdot 10^6 \text{ m}^2$$

$$\text{Panjang Aliran Sungai (L)} = 4 \text{ km} = 4000 \text{ m}$$

$$\text{Kemiringan dasar sungai} = 0,00035$$

Perhitungan banjir rencana ditinjau dengan menggunakan metode Haspers dikarenakan luas daerah tangkapan (*Catchment area*) cukup besar, dengan luas > 100 km :

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

$$C = \frac{1 + 0,012 * 303000000^{0,7}}{1 + 0,075 * 303000000^{0,7}} = 0,16$$

$$\bullet \quad t = 0,1 * L^{0,8} * S^{-0,3}$$

$$t = 0,1 * 4000^{0,8} * 0,00038^{-0,3} = 808,564 \text{ det} = 22 \text{ menit } 46 \text{ detik} < 2 \text{ jam}$$

maka :

$$\bullet \quad 1/\beta = 1 + \frac{t + 3,7 * 10^{-4} * t}{t^2} * (A^{0,75} / 12)$$

$$1/\beta = 1 + \frac{808,564 + 3,7 * 10^{-4} * 808,564}{808,564^2} * (303000000^{0,75} / 12) = 23678,107$$

$$\beta = 1 / 23678,107 = 4,2 * 10^{-6}$$

$$\begin{aligned} \diamond \quad \text{Debit rencana banjir; } Q_r &= C * \beta * R * A \\ &= 0,16 * 4,2 * 10^{-6} * 276,5 * 303000000 \\ &= 5629,98 \text{ m}^3/\text{dt} \end{aligned}$$

Dimana ; Q_r = Debit banjir rencana (m^3/dt)

A = Luas DAS (km^2)

C = Kofisien pengaliran

β = Koefisien reduksi

L = Panjang sungai

S = Kemiringan sungai rata-rata

R = Hujan maksimum (mm)

RI = Intensitas hujan (m^3)

t = Waktu pengaliran (detik)

4.3.2. Perhitungan Tinggi Muka Air Banjir

Penampang sungai direncanakan sesuai dengan bentuk penampang dibawah Jembatan Air Tiris yaitu berupa trapesium dengan ketentuan sebagai berikut :

$$\text{Debit banjir rencana (} Q_r \text{)} = 5629,98 \text{ m}^3/\text{dt}$$

$$\text{Kemiringan dasar (} I \text{)} = 0,00035$$

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

$$\text{Panjang Aliran Sungai (} L \text{)} = 4000 \text{ m}$$

$$\text{Lebar Sungai (} B \text{)} = 120 \text{ m}$$

- Kecepatan aliran sungai (m/det) :

$$72 * S^{0,6} = 72 * 0,00035^{0,6} = 0,6 \text{ m/det}$$

- Luas kebutuhan :

$$A = \frac{Q_r}{V} = \frac{5629,98}{0,6} = 9383,3 \text{ m}^2$$

- Tinggi muka air banjir (MAB) :

$$A = (B + mh).h$$

$$9383,3 = (120 + 2.h).h$$

$$0 = 2h^2 + 120h - 9383,3$$

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

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

$$h_1 = 5,438$$

$$h_2 = -57,443$$

Jadi tinggi muka air banjir (MAB) sebesar $H = 5,4 \text{ m}$

4.3.4. Analisa Gerusan (*Scouring*)

Penggerusan (*scouring*) terjadi didasar sungai dibawah *poer abutment* akibat aliran sungai yang mengikis lapisan tanah dasar sungai.

- Jenis tanah dasar: pasir halus sampai sedang (*medium sand*), faktor lempung *Lacey* (f) = 1,25
- Tipe aliran sungai belok, penggerusan maksimum = 1,5 x d
- $Q = Q_{ekstrim} = 5629,98 \text{ m}^3/\text{det}$
- Dalamnya penggerusan dihitung dengan rumus *Lacey* :

$$L \geq W \Rightarrow d = 0,473 \left[\frac{Q}{f} \right]^{0,3}$$

$$d = 0,473 \left[\frac{5629,98}{1,25} \right]^{0,3} = 0,167 \text{ m}$$

Penggerusan maksimum = 1,5 x d = 1,5 x 0,167 m = 0,25 m dari MAB

4.3.5. 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. Kedalaman sungai mempengaruhi sulit tidaknya pelaksanaan, apakah cukup memakai perancah saja atau menggunakan alat berat.

Elevasi tertinggi pangkal jembatan = 101,453 dpl

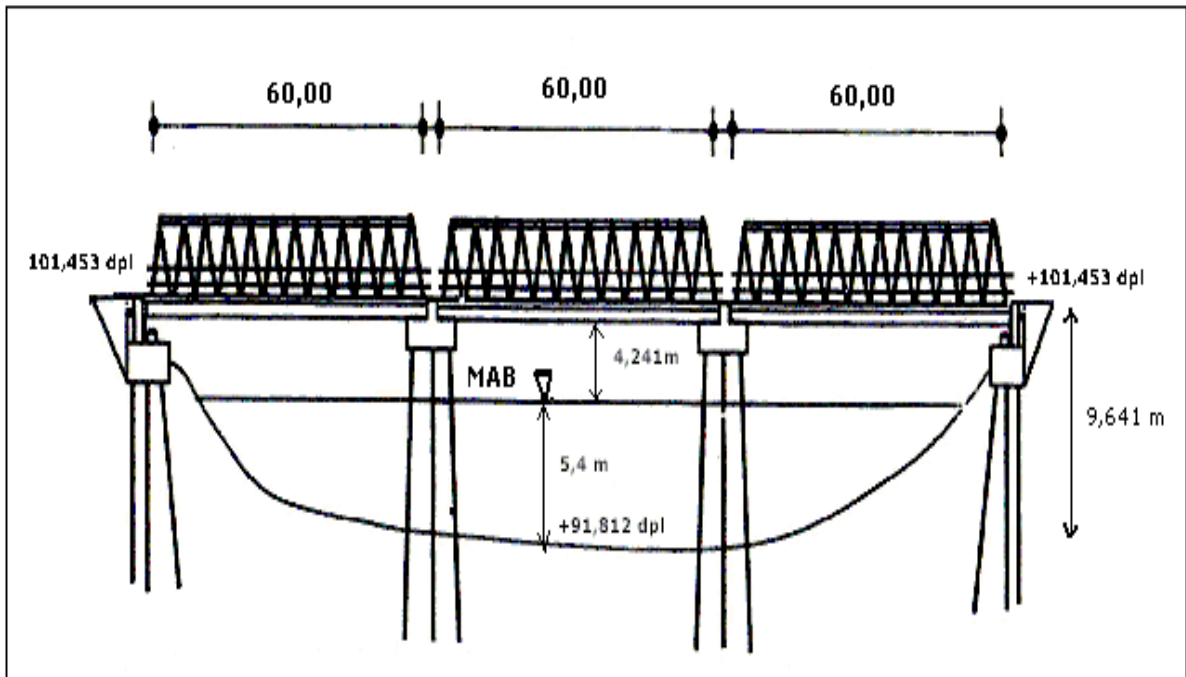
Elevasi dasar sungai = 91,812 dpl

Muka Air Banjir (MAB) = 5,4 m

Tinggi Jagaan (W) = 9,641 m – 5,4 m = 4,241 m

Elevasi tinggi jembatan = Tinggi jagaan + MAB + kedalaman *scouring*
 = 4,241 + 5,4 + 0,25 = 9,891 m

Panjang jembatan direncanakan 180 m, lebih panjang dari lebar sungai 160 m dan tinggi jagaan diambil 1,5 m dari muka air banjir .Panjang bentang keseluruhan 180 m, dengan menggunakan rangka baja bentang 60 m tiap segmen pilar akan lebih ekonomis biayanya & lebih mudah pelaksanaannya, dibandingkan memakai girder *prestress* bentang 2 x 30 m dengan penggunaan pilar lebih banyak. Berikut sket jembatan:



Gambar 3. Memanjang jembatan dan penampang sungai

4.4. ANALISA DATA TANAH

Analisa terhadap kondisi tanah dasar dimaksudkan untuk mengetahui sistem pelapisan tanah, mengetahui kedalaman muka air tanah, mengetahui kekuatan dan sifat fisis serta sifat teknis dari tanah di lokasi lalu dapat menentukan jenis pondasi yang sesuai dengan keadaan tanah pada Jembatan Air Tiris. Jenis pengujian yang dilakukan di Jembatan Air Tiris adalah penyelidikan lapangan (In Situ Test), yang terdiri dari boring dan *Standard Penetration Test* (SPT) pada 3 titik dan SPT dilakukan setiap interval 2,0 m.

4.4.1. Penyelidikan Lapangan

- Pengujian Bor

Titik bor BH-01 pada tepi sungai Air Tiris arah ke Kp.Panjang, dengan kedalaman 0.00 m sampai -20.00 m, didapat hasil berikut :

Tabel 4.17. Sistem pelapisan tanah berdasar deskripsi visual BH-01

Kedalaman (m)	Deskripsi Visual	
	Jenis Tanah	<i>Relative Density / Consistency</i>
0.00 - 2.00	Lempung berlanau	<i>Stiff</i>
2.00 – 2.60	Lempung berpasir	<i>Stiff</i>
2.60 – 5.00	Pasir berlempung	<i>Medium dense</i>
5.00 – 10.00	Grapet	<i>Hard</i>
10.00 – 20.00	Pasir halus	<i>Dense hingga very dense</i>

Sumber : GSEC University Medan

Titik bor BH-02 berada pada tepi sungai Air Tiris arah ke Pasar Baru, kedalaman 0.00 m sampai -24.00 m :

Tabel 4.18. Sistem pelapisan tanah berdasar deskripsi visual BH-02

Kedalaman (m)	Deskripsi Visual	
	Jenis Tanah	<i>Relative Density / Consistency</i>
0.00 – 4.50	Batu kerikil campur pasir	<i>Medium dense</i>
4.50 – 10.00	Pasir kasar	<i>Medium hingga dense</i>
2.60 – 5.00	Pasir halus	<i>Medium dense</i>

Sumber : GSEC University Medan

Titik bor BH-03 berada pada sungai Air Tiris, kedalaman 0.00 m sampai -24.00 m :

Tabel 4.19. Sistem pelapisan tanah berdasar deskripsi visual BH-03

Kedalaman (m)	Deskripsi Visual	
	Jenis Tanah	<i>Relative Density / Consistency</i>
0.00 – 1.60	Pasir berlanau	<i>Very dense</i>
1.60 – 6.00	Batu kerikil	<i>Very dense</i>

6.00 – 12.00	Pasir kasar	<i>Dense</i>
12.00 – 24.00	Pasir halus	<i>Dense hingga very dense</i>

Sumber : GSEC University Medan

- Pengujian SPT

Hasil nilai SPT pada setiap kedalaman untuk BH-01, BH-02, dan BH-03 dengan interval 2.0 m dapat dilihat berikut :

Tabel 4.20. Hasil nilai SPT pada setiap kedalaman untuk BH-01, BH-02, dan BH-03

Kedalaman (m)	N-SPT (pukulan / 30cm)		
	BH-01	BH-02	BH-03
2.0	10	29	60
4.0	14	25	65
6.0	31	32	65
8.0	45	22	39
10.0	35	18	36
12.0	40	42	37
14.0	59	39	65
16.0	60	37	40
18.0	60	36	65
20.0	34	45	45
22.0		65	65
24.0		65	60

Sumber : GSEC University Medan

Dari hasil boring dan SPT terdapat sistem pelapisan tanah yang bervariasi dengan kekuatan yang juga sangat bervariasi. Pada BH-01 di kedalaman 14.0 m hingga 18.0 m dibawah permukaan tanah didapat lapisan lensa dengan nilai N-SPT >50 yaitu lapisan pasir sangat padat dan lapisan *bed rock* tidak ditemukan . Jadi kemungkinan pondasi dapat ditempatkan pada kedalaman tersebut. Tanah keras pada BH-02 ditemukan di kedalaman 22.0 m dengan nilai N-SPT 65. Sedangkan untuk BH-03, lapisan lensa (pasir sangat padat) ditemukan mulai

kedalaman 0.00 m hingga 6.00 m dan lapisan *bed rock* pada kedalaman 22.0 m dengan nilai N-SPT 65.

Muka air tanah di lapangan 5.5 m, dengan pertimbangan kondisi diatas dan beban jembatan yang besar maka dapat digunakan pondasi dalam dengan jenis tiang bor dan kedalaman pondasi menyesuaikan daya dukung yang ada.

4.4.2. Penyelidikan Laboratorium

Untuk mendapatkan *soil properties* dan sifat fisik tanah dapat diketahui dari hasil pemeriksaan di laboratorium dan sampel tanah didapatkan dari pengujian di lapangan (*In situ test*). Mengadopsi data dari *Coring* yang dilakukan oleh *CTI Engineering CO < LTD in Assoc. With Nippon Koei. LTD, 1995*. Untuk nilai $\gamma = 1,585 \text{ ton/m}^3$, nilai $\Phi = 12,09 \text{ deg}$, nilai $C = 0,330 \text{ kg/cm}$.

4.5. PEMILIHAN TIPE STRUKTUR JEMBATAN

4.5.1. Bangunan Atas (*Super Structure*)

Pada perencanaan Jembatan Air Tiris ini, bangunan atas menggunakan konstruksi rangka baja, karena mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut :

1. Bentang jembatan yang cukup panjang karena sungai Air Tiris lebarnya 150 m. Dengan bentang jembatan ≥ 100 m lebih efektif menggunakan konstruksi rangka baja, dalam hal ini dengan bentang 60 m per segmen.
2. Dari segi ekonomi akan lebih murah, karena mengurangi pembuatan jumlah pilar jembatan dibandingkan dengan *prestress concrete*.

4.5.2. Bangunan Bawah (*Sub Structure*)

a. *Abutment* (Pangkal Jembatan)

Dalam perencanaan jembatan ini, *abutment* dapat diasumsikan sebagai dinding penahan tanah. Data tanah yang diperlukan untuk keperluan perencanaan *abutment* antara lain data *soil properties* seperti: nilai kohesi tanah c , sudut geser tanah ϕ dan berat jenis tanah γ . Untuk *abutment* direncanakan menggunakan beton bertulang yang perhitungannya disesuaikan menurut SKSNI T 15–1991–03.

Maka harus ditinjau daya dukung tanah pondasinya serta kestabilan terhadap geser dan guling.

b. Pondasi

Pondasi dalam dengan jenis tiang bor digunakan hingga kedalaman tanah keras, di lokasi di dapat mulai 22 m. Untuk kedalaman penetrasi pondasi dalam tergantung kepada daya dukung yang dibutuhkan, jika pondasi dalam yang memobilisasi perlawanan ujung maka kedalaman pondasi harus mencapai *bed rock* yaitu 22.0 m. Jika menggunakan ujung dan friksi maka kedalaman pondasi bisa kurang dari 22.0 m. Pada ujung atas grup pondasi tiang bor dipasang *poer* untuk menerima dan meneruskan beban ke kolom secara merata.

Sedangkan *Poer* adalah sebagai kepala dari kumpulan tiang bor, berfungsi untuk mengikat beberapa tiang bor menjadi satu kesatuan agar letak/posisi dari pondasi tidak berubah dan beban dari struktur atas dapat disalurkan dengan sempurna ke lapisan tanah keras melalui pondasi tersebut sehingga struktur jembatan dapat berdiri dengan stabil dan kuat sesuai dengan umur rencana.

4.5.3. Bangunan Pelengkap

4.5.3.1. Dinding Penahan Tanah

Dinding penahan tanah ini direncanakan dari pasangan batu kali yang berfungsi sebagai penahan tanah oprit. Dari data tanah yang ada (sudut geser tanah ϕ dan berat jenis tanah γ), dapat dihitung tekanan tanahnya, kemudian dihitung pembebanannya, dan dicek/dikontrol terhadap stabilitas guling & geser.

4.5.4. 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 yang diambil 6 %, tanah dasar yang dipadatkan (*Compacted Subgrade*). Dan untuk keperluan perencanaan, digunakan nilai design CBR dengan memperhatikan faktor-faktor di bawah ini :

1. Kadar air tanah
2. Berat isi kering pada saat tanah dipadatkan.

Dari Petunjuk Perencanaan Tebal Perkerasan Lentur Jalan Raya Dengan Metode Analisa Komponen SKBI-2.3.26.1987, Nilai CBR yang didapatkan antara lain :

1. Nilai CBR untuk lapisan tanah dasar / *subgrade* sebesar 6 %
2. Nilai CBR untuk lapisan pondasi bawah / *sub base* sebesar 50 %
3. Nilai CBR untuk lapisan pondasi / *base* sebesar 80 %

4.6. SPESIFIKASI JEMBATAN

4.6.1. Data Perencanaan

Berdasarkan hasil analisa diatas maka diperoleh keseluruhan perencanaan Jembatan Air Tiris sebagai berikut :

- a. Bentang jembatan : 3*60 meter = 180 meter
- b. Lebar jembatan : 11 eter (7m lebar jalan + 2 x 1 bahu jalan + 2 x 1 trotoar)
- c. Bangunan atas : Rangka baja (Transfield Australlia)
- d. Bangunan bawah : 2 buah abutment
- e. Pilar jembatan : 2 buah pilar
- f. Tipe pondasi : Pondasi Tiang bor (*Borepile*)

4.6.2. Penggunaan Bahan

Pada perencanaan Jembatan Air Tiris bahan yang digunakan :

1. Bangunan atas
 - a. Rangka baja Bj 44 ($\sigma = 186,7$ MPa)
 - b. Jenis sambungan dengan *Bout*
 - c. Mutu beton pelat lantai K-350 ($f^c = 35$ Mpa)
 - d. Mutu tulangan :
Untuk $D < 13$ mm digunakan U-24 ($f_y = 240$ Mpa)
2. Bangunan bawah
 - a. Mutu beton
Abutment menggunakan mutu beton K-350 ($f^c = 35$ Mpa)

b. Mutu tulangan

Untuk $D < 13$ mm digunakan U-24 ($f_y = 240$ Mpa)

3. Pilar

a. Mutu beton

Pilar menggunakan mutu beton K-350 ($f'_c = 35$ Mpa)

b. Mutu tulangan

Untuk $D > 13$ mm digunakan U-24 ($f_y = 240$ Mpa)

Untuk $D < 13$ mm digunakan U-24 ($f_y = 240$ Mpa)

4. Pondasi

a. Mutu beton

Mutu beton pondasi Borepile K-450 ($f'_c = 35$ Mpa)

b. Mutu tulangan

Untuk $D < 13$ mm digunakan U-24 ($f_y = 240$ Mpa)

c. Panjang tiang : 24.00 m untuk Abutment

30.00 m untuk Pilar