

**ANALISA DAYA DUKUNG BORE PILE DAN STABILITAS  
ABUTMENT PADA PEMBANGUNAN JEMBATAN  
SEI LUBUK JAMBI**

Oleh:

Leo Prima Sitepu

Universitas Darma Agung, Medan

E-mail:

[leoprimasitepu@gmail.com](mailto:leoprimasitepu@gmail.com)

**ABSTRACT**

*Bore pile foundation is one type of deep foundation that functions to carry and withstand the loads that work on it and then forward the load to the hard soil layer below it. Each foundation must be able to support loads up to a predetermined safety limit, including supporting the maximum load that may occur. The purpose of this study is to calculate the bearing capacity of the bore pile foundation from the Standard Penetration Test (SPT) data using the Mayerhoff method and the stability of the Abutment on the Sei Lubuk Jambi bridge. Based on the calculation results, the load carried by the foundation ( $V$ ) = 1,203,587 tons, the single pile bearing capacity at the Abutment point A2 obtained  $Q_{ijin}$  value of 415.19 tons and group pile carrying capacity of ( $Q_g$ ) 4,359.51 tons. The control of the maximum vertical load ( $V$ ) received by the pile group is 1,203.587 tons < 4,359.51 tons ( $Q_g$ ), so the safety score is  $3.06 > 1.25$  (Safe). From the analysis of the abutment stability, it is found that the bridge abutment is safe against overturning and shearing that occurs.*

**Keywords:** *Drill Pile Foundation, Bore Pile Bearing Capacity, Abutment Stability*

**ABSTRAK**

Pondasi tiang bor (bore pile ) merupakan salah satu jenis pondasi dalam yang berfungsi untuk memikul dan menahan beban-beban yang berkerja diatasnya lalu meneruskan beban tersebut ke lapisan tanah keras yang berada di bawahnya. Setiap pondasi harus mampu mendukung beban sampai batas keamanan yang telah ditentukan, termasuk mendukung beban maksimum yang mungkin terjadi. Tujuan dari studi ini untuk menghitung daya dukung pondasi tiang bor ( bore pile) dari data Standart Penetration Test (SPT) menggunakan metode Mayerhoff dan stabilitas Abutment pada jembatan Sei Lubuk Jambi .Berdasarkan hasil perhitungan, beban yang dipikul pondasi ( $V$ ) = 1.203,587 ton, daya dukung tiang tunggal pada Abutment titik A2 diperoleh nilai  $Q_{ijin}$  sebesar 415.19 ton dan kapasitas daya dukung tiang kelompok sebesar ( $Q_g$ ) 4.359,51 ton. Kontrol terhadap beban vertikal maksimal ( $V$ ) yang diterima tiang kelompok sebesar 1.203,587 ton < 4.359,51 ton ( $Q_g$ ) maka angka keamanan yang didapat  $3,06 > 1.25$  (Aman). Dari analisis terhadap stabilitas abutment diperoleh bahwa abutment jembatan aman terhadap guling dan geser yang terjadi.

**Kata kunci :** *Pondasi Tiang Bor, Daya Dukung Tiang Bor, Stabilitas Abutment*

## 1. PENDAHULUAN

Pondasi merupakan bagian dari suatu bangunan yang berfungsi untuk memikul beban konstruksi yang berada diatas (upper structure) dan yang dibawah (sub structure) lalu meneruskan beban-beban tersebut ke tanah keras dibawahnya. Beban yang diteruskan tersebut adalah beban vertikal dan beban horizontal (beban lateral). Oleh karena itu, kestabilan pondasi terhadap bangunan harus diperhitungkan dan dinyatakan aman terhadap berat sendiri, beban-beban berguna, dan gaya-gaya luar seperti tekanan angin, gempa bumi dan lain sebagainya berdasarkan peraturan spesifikasi teknis yang berlaku. Berdasarkan elevasi kedalamannya pondasi dapat digolongkan menjadi 2 tipe yaitu pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan Pondasi dalam (*deep foundation*). Pemilihan jenis Pondasi (Alternatif desain) yang akan digunakan pada sebuah struktur bangunan tergantung pada letak kedalaman daya dukung tanah yang cukup mampu memikul beban struktur diatasnya, situasi lingkungan disekitar struktur, serta factor ekonomi.

Adapun jenis pondasi yang digunakan pada Pembangunan Jembatan Sei Lubuk Jambi adalah pondasi tiang bor (bore pile). Pondasi tiang bor ini berfungsi untuk memindahkan atau mentransfer beban-beban dari konstruksi diatasnya (*sub structure - upper structure*) kelapisan tanah yang lebih dalam (Sardjono, 1991). Pemakaian pondasi tiang bor (bore pile) ini dipergunakan untuk suatu pondasi.bangunan yang apabila tanah dasar dibawah bangunan tersebut tidak mempunyai daya dukung (*bearing capacity*) yang cukup untuk memikul seluruh berat dan beban bangunan, atau apabila tanah keras yang harus dicapai letaknya sangat dalam meskipun daya dukung cukup untuk memikul berat dan beban bangunan yang ada.

Untuk itu pada proyek Pembangunan Jembatan Sei Lubuk Jambi

menggunakan metode pondasi tiang yang dibor dengan alat *bore pile mini crane*. Dimana *bore pile mini crane* ini adalah system pengeboran pondasi yang pelaksanaannya dengan 2 cara yaitu, pengeboran dengan system bor kering (*dry drilling*) dengan menggunakan mata bor spiral dengan memutar mata bor dan diangkat setiap interval 0,5 m dan pengeboran dengan bor basah (*wash boring*) dengan menggunakan mata *bor cross bit ex design* sesuai kebutuhan yang memiliki kecepatan 375 rpm dan tekanan +/- 200 kg. Untuk bangunan yang ada disekitar proyek tersebut akan aman. Perencanaan pondasi tiang bor yang digunakan dengan diameter 80 cm dengan mutu beton K 350.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian Tanah

Tanah dari pandangan ilmu teknik sipil merupakan himpunan mineral, bahan organik dan endapan-endapan yang relatif lepas (*loose*) yang terletak di atas batu dasar (*bedrock*) (Hardiyanto, 1992). Tanah didefinisikan secara umum adalah kumpulan dari bagian-bagian padat yang tidak terikat antara satu dengan yang lain (diantaranya mungkin material organik) dan rongga-rongga diantara bagian-bagian tersebut berisi udara dan air. (Verhoef, 1994). Ikatan antara butiran yang relative lemah dapat disebabkan oleh karbonat, zat organik, atau oksida-oksida yang mengendap-ngendap diantara partikel-partikel. Ruang antara partikel-partikel dapat berisi air, udara, ataupun yang lainnya (Hardiyanto, 1992). Menurut Craig (1991), tanah adalah akumulasi mineral yang tidak mempunyai atau lemah ikatan antar partikelnya, yang terbentuk karena pelapukan dari batuan. Tanah didefinisikan oleh Das (1995) sebagai material yang terdiri dari agregat mineral-mineral padat yang tidak tersementasi

(terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan organik telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang - ruang kosong diantara partikel-partikel padat tersebut.

Proses penghancuran dalam pembentukan tanah dari batuan terjadi secara fisis atau kimiawi. Proses fisis anatara lain berupa erosi akibat tiupan angin, pengikisan oleh air dan *gletsyer*, atau perpecahan akibat pembekuan dan pencairan es dalam batuan sedangkan proses kimiawi menghasilkan perubahan pada susunan mineral batuan asalnya. Salah satu penyebabnya adalah air yang mengandung asam alkali, oksigen dan karbondioksida (Wesley,1977).

## 2.2 Penyelidikan Tanah (Soil Investigaton)

Dalam merencanakan struktur bawah diperlukan data-data mengenai karakteristik tanah tempat struktur tersebut berada dan beban yang bekerja diatas struktur bawah yang direncanakan. Karakteristik tanah meliputi jenis lapisan tanah dibawah permukaan tanah, kadar air, tinggi muka air tanah, dan lain sebagainya. Beban struktur yang bekerja tergantung dari jenis material yang digunakan, jumlah tingkat bangunan, jenis – jenis beban yang bekerja pada struktur tersebut. Seorang Ahli geoteknik harus bisa menentukan jenis pondasi yang tepat untuk digunakan pada bangunan yang dirancangnya, jenis pondasi ditentukan dengan mempertimbangkan kondisi lingkungan tempat berdirinya bangunan dan usulan jenis pondasi serta karakteristik tanah yang dilaporkan ( *Soil Engineer.*)

Hasil penyelidikan tanah yang dilaporkan oleh (*Soil Engineer* ) antara lain :

1. Kondisi tanah dasar yang menjelaskan jenis lapisan tanah pada beberapa lapisan kedalaman
2. Analisa daya dukung tanah

3. Besar nilai SPT (*Standard Penetration Test*) dari beberapa titik bor
  4. Besar tahanan ujung konus dan jumlah hambatan pelekat dari beberapa titik sondir
  5. Hasil tes laboratorium tanah untuk mengetahui berat jenis tanah, dll
  6. Analisa daya dukung tiang pondasi berdasarkan data-data tanah (Apabila menggunakan pondasi tiang pancang)
  7. Rekomendasi dari (*Soil Enginner*) mengenai jenis pondasi yang digunakan
- Pemilihan penyelidikan tanah dapat dilakukan dengan berbagai cara tergantung kepada jenis konstruksi yang akan dikerjakan. Ada dua jenis penyelidikan tanah yaitu penyelidikan laboratorium dan penyelidikan lapangan (In situ test).

### 2.2.2 Pengujian Lapangan ( In situ Test )

Pengujian lapangan umumnya terdiri dari Boring machine, SPT (Standart Penetration Test ), CPT ( Cone Penetration Test ), DCP ( Done Penetration Test ) , PMT ( Pressure Meter Test ), Field permeability test, dll .

### 2.3 Sondir / Cone Penetration Test (CPT)

Sondir / cone penetration test ( CPT) adalah alat berbentuk silindris dengan ujungnya berupa konus. Biasanya dipakai adalah *bi-conus* type *Begemann* yang dilengkapi dengan selimut atau jacket untuk mengukur hambatan pelekat lokal (*side friction*) dengan dimensi sebagai berikut :

- a) Sudut kerucut konus :  $60^\circ$
- b) Luas penampang konus :  $10.00 \text{ cm}^2$
- c) Luas selimut/jacket :  $150 \text{ cm}^2$

Dalam uji sondir, stang alat ini ditekan ke dalam tanah dan kemudian perlawanan tanah terhadap ujung sondir (tahanan ujung) dan gesekan pada silimur silinder diukur. Alat ini telah lama dikenal di Indonesia dan telah digunakan hampir pada setiap penyelidikan tanah pada

pekerjaan teknik sipil karena relatif mudah pemakaiannya, cepat dan amat ekonomis. Sesungguhnya alat uji sondir ini merupakan representasi atau model dari pondasi tiang dalam skala kecil. Teknik pendugaan lokasi atau kedalaman tanah keras dengan suatu batang telah lama dipraktikkan sejak zaman dulu. Versi mula-mula dari teknik pendugaan ini telah dikembangkan di Swedia pada tahun 1917 oleh Swedish State Railways dan kemudian oleh Danish Railways tahun 1927. Karena kondisi tanah lembek dan banyaknya penggunaan pondasi tiang, pada tahun 1934 orang-orang Belanda memperkenalkan alat sondir sebagaimana yang kita kenal sekarang (Barentseen, 1936).

Metode ini kemudian dikenal dengan berbagai nama seperti: Static Penetration Test atau Dutch Cone Static Penetration Test dan secara singkat disebut sounding saja yang berarti pendugaan. Di Indonesia kemudian dinamakan sondir yang diambil dari bahasa Belanda. Uji sondir saat ini merupakan salah satu uji lapangan yang telah diterima oleh para praktisi dan pakar geoteknik. Uji sondir ini telah menunjukkan manfaat untuk pendugaan profil atau pelapisan (stratifikasi) tanah terhadap kedalaman karena jenis perilaku tanah telah dapat diidentifikasi dari kombinasi hasil pembacaan tahanan ujung dan gesekan selimutnya.

Besaran penting yg diukur pada uji sondir adalah perlawanan ujung yg diambil sebagai gaya penetrasi per satuan luas penampang ujung sondir (qc). Besarnya gaya ini seringkali menunjukkan identifikasi dari jenis tanah dan konsistensinya. Pada tanah pasiran, tahanan ujung jauh lebih besar daripada tanah butiran halus

### 3. METODE PENELITIAN

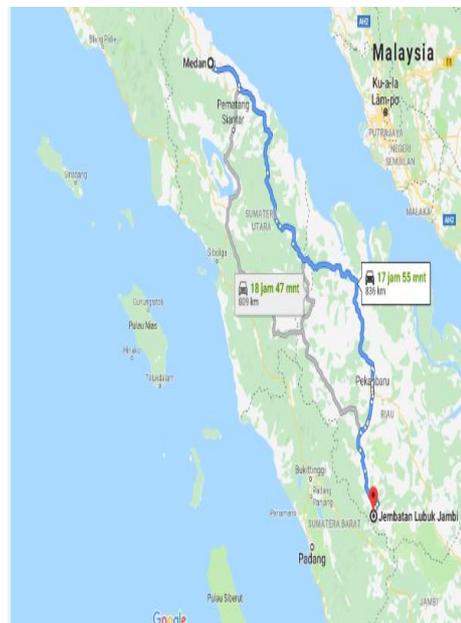
#### Data Umum Proyek

Nama Proyek :  
Pembangunan Jembatan Sei Lubuk  
Jambi

Lokasi : Banjar  
Padang, Kecamatan Mudik,  
Kabupaten Kuantan  
Singingi, Riau 29565  
Pemberi Tugas :  
Departemen Pekerjaan Umum  
Direktorat Jendral Bina Marga  
Konsultan Perencana : PT. Sarana  
Bhuana Jaya.

#### 3.1. Lokasi Proyek

Lokasi proyek Jembatan berada di Banjar Padang, Kecamatan Mudik, Kabupaten Kuantan Singingi, Riau. Lokasi ini Berjarak 836 Km dari Medan.



Gambar 3.1 Lokasi Pembangunan Jembatan Sei Lubuk jambi

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Perhitungan pembebanan jembatan

Pembebanan jembatan ini mengacu pada peraturan RSNI – 02-2005

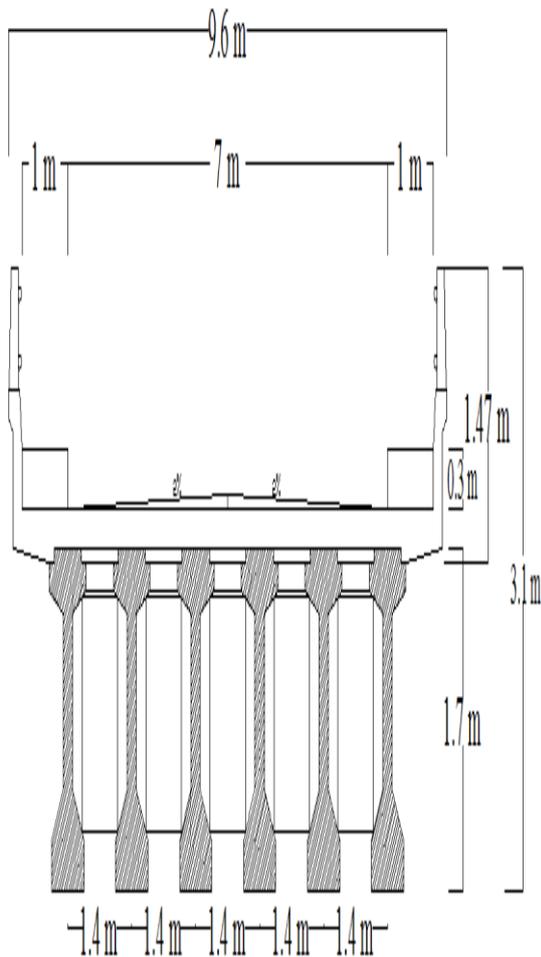
##### 4.1.1. Berat Sendiri ( WMS )

Berat sendiri (*Self Weight*) adalah berat bahan dan bagian jembatan yang merupakan elemen struktural, ditambah dengan elemen non struktural yang dipikulnya dan bersifat tetap. Berat sendiri dibedakan menjadi 2 macam, yaitu berat sendiri struktur atas, dan berat sendiri struktur bawah :

### 4.1.2 Beban Konstruksi Atas

#### 1. Beban Mati

##### a. Data Penampang struktur atas



Gambar 4.1 Potongan Melintang Jembatan  
Tabel 4.1 Dimensi Gelagar

No	Lebar (m)	Tinggi (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Panjang (m)	Berat isi (kN)	Berat
						(kN)
1	0.7	0.25	0.175	42	25	183.75
2	0.7 + 0.2	0.25	0.1125	42	25	118.13
3	0.2	0.88	0.176	42	25	184.8
4	0.8	0.12	0.06	42	25	63

	+					
	0.2					
5	0.8	0.13	0.104	42	25	109.2
6	0.6	0.07	0.042	42	25	44.1
Jumlah						702.975

Total Berat 1 Bentang Balok Gelagar Memanjang = 702,975 kN

Tabel 4.2 Berat Struktur Atas

No	Nama Beban	Parameter Volume				Berat	Satuan	Berat (kN)
		b (m)	t (m)	L (m)	n			
1	Lantai Jembatan	9.6	0.2	42	1	25	kN/m <sup>3</sup>	2016
2	Deck Slab	0.8	0.07	42	5	25	kN/m <sup>3</sup>	294
3	Trotoar	1	0.3	42	2	25	kN/m <sup>3</sup>	630
4	Sandar an	0.15	0.17	1.25	4	25	kN/m <sup>3</sup>	35.06
	Pipa 3"			0.42	4	7.9	Kg/m	147.6
5	Balok Gelagar		0.7029		6	25	kN/m <sup>3</sup>	4217.85
6	Diafragma Pinggir		0.0055		5	25	kN/m <sup>3</sup>	0.687
	Diafragma Tengah		0.0055		10	25	kN/m <sup>3</sup>	1.375
Σ								7209.74

Total berat struktur atas  $P_{MS} = 7209,74\text{kN}$

Abutment hanya menopang setengah dari bentang jembatan, sehingga beban mati struktur atas :

$$W_{MS} \text{ 1 Abutment} = \frac{1}{2} \cdot 7209,74 \text{ kN} \\ = 3604,87 \text{ kN}$$

Tabel 4.3 Beban Mati Tambahan Pada Lantai Jembatan

No	Jenis Beban Tambahan	Tinggi	lebar	L	n	W	Berat
		(m)	(m)				
1	Lapisan + Overlay	0,1	7	42	1	22	646,8
2	Air Hujan	0,05	7	42	1	9,8	144,06
$\Sigma$							790,86

Untuk 1 Buah abutment ( $P_{MA}$ ) = 790,86 / 2

$$= 395,43$$

kN

Maka Total Berat Beban Mati struktur atas :

$$Q_{ms} = P_{MS} + P_{MA} \\ Q_{ms} = 3604,87 \text{ kN} + 395,43 \text{ kN} \\ Q_{ms} = 4000,3 \text{ kN}$$

## 2. Beban Hidup

### A. Beban Lalu Lintas

#### 1. Beban Lajur Lalu Lintas atau Beban "D"

Untuk bentang 42 meter, menurut RSNI-2005 perhitungannya menggunakan rumus :

Beban Terbagi Rata (UDL)

$$q = 9,0 \text{ kPa} \quad (\text{untuk } L \leq 30 \text{ m})$$

$$q = 9,0 (0,5 + 15/L) \text{ kPa} \quad (\text{untuk } L > 30 \text{ m})$$

Panjang Jembatan adalah 42 m sehingga  $L > 30 \text{ m}$  :

$$q = 9 \times (0,5 + (15/42)) \\ = 7,714 \text{ kPa}$$

Beban merata pada balok (UDL) :

$$Q_{TD} = [5,5 \cdot q \cdot 100\%] + [(b - 5,5) \cdot q \cdot 50\%] \\ = [5,5 \cdot (7,714) \cdot 100\%] + [(7 - 5,5) \cdot (7,714) \cdot 50\%] \\ = 48,213 \text{ KPa}$$

Untuk bentang sepanjang 42 m

$$Q_{TD} = 42 \times 48,213 \\ = 2024,925 \text{ kN}$$

## 2. Beban garis (KEL)

Menurut RSNI-2004 beban garis "KEL" sebesar  $p$  KN/m, ditempatkan dalam kedudukan sembarang sepanjang jembatan dan tegak lurus pada arah lalu lintas. Pada beban garis terdapat beban factor beban dinamik (DLA) yang mempengaruhi adalah  $p = 49 \text{ kN/m}$ , maka besar DLA jembatan sebagai berikut

$$\text{BM } 100 \rightarrow p = 49 \text{ kN/m} = 100\% \times 4,9 = 4,9 \text{ T/m}$$

$$L \geq 90 \text{ m} \rightarrow \text{DLA} = 30\% = 0,30$$

$$L \leq 50 \text{ m} \rightarrow \text{DLA} = 40\% = 0,40$$

$$50 < L < 90 \text{ m} \rightarrow \text{DLA} = 0,4 - 0,0025 (L - 50)$$

Dengan panjang jembatan 42 m maka DLA 30 % maka :

Ekivalen beban garis,

$$P' = [5,5 \cdot p \cdot 100\%] + [(b - 5,5) \cdot p \cdot 50\%] \\ = [5,5 \cdot 49 \cdot 100\%] + [(7 - 5,5) \cdot 49 \cdot 50\%] \\ = 306,25 \text{ kN}$$

Beban terpusat pada balok :

$$P_{TD} = (1 + \text{DLA}) \cdot P' \\ = (1 + 0,3) \cdot 306,25 \\ = 398,125 \text{ kN}$$

Maka beban lalu lintas total :

$$= Q_{TD} + P_{TD} \\ = 2024,925 + 398,125 \\ = 2423,05 \text{ kN}$$

Beban Lajur pada 1 abutment :

$$= 0,5 \times 2423,05 \text{ kN} \\ = 1211,525 \text{ kN}$$

## 5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung tiang bor dari data SPT pada titik

Abutment A2, pada lokasi proyek Pembangunan Jembatan Sei Lubuk Jambi maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Daya dukung ijin tiang tunggal pondasi tiang (Bore pile) menggunakan metode mayerhoff pada kedalaman 14,50 m ( $Q_{ijin}$ ) sebesar 409,05 ton. Daya dukung kelompok tiang berjumlah 15 buah tiang pada kedalaman 14,50 m diperoleh daya dukung sebesar 4288,89 Ton, sedangkan beban vertical ( $V$ ) yang dipikul oleh pondasi sebesar 1203,587 Ton. Jadi pondasi tiang bor (bore pile) aman memikul beban vertical.
- 2) Kontrol terhadap beban vertikal maksimal beban yang diterima satu tiang dalam tiang kelompok sebesar  $94,979 \text{ Ton} < 285,295 \text{ Ton}$  ( $Q_i$ ) ( Aman ).
- 3) Kontrol terhadap daya dukung lateral sebesar  $2,45 > 2,00$  ( Aman ).

#### **Saran**

Dari analisis hasil perhitungan dan kesimpulan diatas, maka disarankan beberapa hal berikut :

1. Sebelum melakukan perhitungan, hendaknya kita memperoleh data teknis yang sangat menunjang dalam menganalisa perhitungan sesuai dengan standart dan syarat-syaratnya.
2. Ketelitian dalam penyelidikan tanah di lapangan harus diperhatikan, sehingga keakuratan dalam perhitungan perencanaan pondasi dapat maksimal.
3. Perlu membandingkan hasil analitis dengan berbagai metode yang berbeda.

#### **6. DAFTAR PUSTAKA**

Bowlwesh, J.E., 1991. *Analisa dan Desain Pondasi*, Edisi ketiga Jilid 2 Erlangga, Jakarta.  
*BRIDGE MANAGEMENT SYSTEM 1992*: Peraturan perencanaan teknik jembatan.

Hardiyanto, Christady, H., *Mekanika Tanah I*, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1987.

Rekayasa *Fundasi II (Fundasi Dangkal dan Fundasi Dalam)*, Penerbit Gunadarma, Jakarta, 1997

Sarjono, H.S, *Pondasi Tiang Pancang Jilid I*, Penerbit CV.Sinar Wijaya, Surabaya, 1991.

*SNI-T-12-2004* Standar perencanaan struktur beton untuk jembatan.

*SNI 03- 1726 – 2002* : Tata cara ketahanan gempa.

*SNI 03 – 6747 – 2002* : Tata cara perencanaan teknik pondasi tiang untuk jembatan.

*AASHTO – 2002* : STANDARD SPECIFIKATION OF HIGHWAY BRIDGES.

*RSNI T 02-2005*: standar pembebanan untuk jembatan.