

**ANALISADAYA DUKUNG PONDASI BORE PILE DAN STABILITAS ABUTMENT PADA PERENCANAAN JEMBATAN TITI PAYUNG HAMPARAN PERAK KABUPATEN DELI SERDANG**

Oleh :

Japrin Paulus Sembiring <sup>1)</sup>

Erni BR. Ginting <sup>2)</sup>

Rahelina Ginting <sup>3)</sup>

Drs. A. Gultom <sup>4)</sup>

Universitas Darma Agung, Medan <sup>1,2,3,4)</sup>

Email :

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

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

**History Jurnal Ilmiah Teknik Sipil:**

Received : 25 September 2022

Revised : 10 Oktober 2022

Accepted : 23 Januari 2023

Published : 24 Februari 2023

**Publisher:** LPPM Universitas Darma Agung

**Licensed:** This work is licensed under

<http://creativecommons.org/licenses/by-nd/4.0>



**Abstrak**

Jembatan Titi Payung berada di Hamparan Perak Kabupaten Deli Serdang. Suatu jembatan harus direncanakan dengan baik agar dapat menahan berbagai beban yang dipikulnya seperti berat sendiri, beban lalu lintas, beban gempa, beban angin dan beban lain yang ada pada jembatan. Konstruksi jembatan adalah suatu konstruksi bangunan yang membuat jembatan mampu kokoh berdiri dan dapat dilewati kendaraan di atasnya. Dalam pembangunan jembatan dibutuhkan pondasi yang kuat agar mampu menahan seluruh beban jembatan ke dasar tanah. Konstruksi jembatan terdiri dari : 1). Bangunan atas : bagian utama yaitu struktur atas, struktur bagian bawah, jalan pendekat dan bangunan pengaman, 2). Bangunan bawah : terdiri dari struktur utama dan pangkal jembatan (*abutment*). Dalam tugas akhir ini, pembahasan dititik beratkan pada kajian struktur bawah Jembatan Titi Payung berada di Hamparan Perak. Berdasarkan hasil perhitungan analisa daya dukung pondasi bore pile pada abutment konstruksi jembatan Titi Payung Hamparan Perak dapat disimpulkan sebagai berikut : 1). Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung pondasi dari data SPT, maka diperoleh daya dukung pondasi pada kedalaman 40 m dengan metode Mayerhoff sebesar  $Q_g = 177730,3 \text{ kN} > 22064,361 \text{ kN}$ , 2). Perhitungan efisiensi kelompok tiang dengan menggunakan metode *Converse-Labarre* adalah : efisiensi kelompok tiang ( $E_g$ ) = 0,793 yang berarti dengan konfigurasi 24 tiang memberikan 79,3 % besarnya nilai perhitungan pondasi tiang yang dapat dihitung.

**Kata Kunci : Jembatan, Daya Dukung Pondasi, Efisiensi, Pembebanan Jembatan.**

**Abstract**

Titi Payung Bridge is located in the Silver Expanse of Deli Serdang Regency. A bridge must be well planned so that it can withstand various loads such as its own weight, traffic load, earthquake load, wind load and other loads on the bridge. Bridge construction is a building construction that makes the bridge able to stand firmly and can be passed by vehicles on it. In building a bridge, a strong foundation is needed to be able to withstand the entire load of the bridge to the ground. Bridge construction

consists of: 1). Upper building: the main parts are the upper structure, the lower structure, the approach road and the safety building, 2). Substructure: consists of the main structure and the base of the bridge (abutments). In this final project, the discussion is focused on the study of the substructure of the Titi Payung Bridge located in the Perak Overlay. Based on the calculation results of the analysis of the bearing capacity of the bore pile foundation on the abutment of the Titi Payung Hamparan Perak bridge construction, it can be concluded as follows: 1).  $177730.3 \text{ kN} > 22064,361 \text{ kN}$ , 2). The calculation of the efficiency of the pile group using the Converse-Labarre method is: pile group efficiency ( $E_g$ ) = 0.793 which means that the configuration of 24 piles gives 79.3% of the calculated pile foundation value that can be calculated.

**Keywords: Bridge, Foundation Bearing Capacity, Efficiency, Bridge Loading**

## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Jembatan adalah konstruksi yang dibangun untuk menghubungkan dua jalan yang terputus sebab adanya hambatan seperti aliran sungai dan lainnya. Konstruksi jembatan adalah suatu konstruksi bangunan yang membuat jembatan mampu kokoh berdiri dan dapat dilewati kendaraan di atasnya. Dalam pembangunan jembatan dibutuhkan pondasi yang kuat agar mampu menahan seluruh beban jembatan ke dasar tanah.

Jembatan Titi Payung berada di Hamparan Perak Kabupaten Deli Serdang. Suatu jembatan harus direncanakan dengan baik agar dapat menahan berbagai beban yang dipikulnya seperti berat sendiri, beban lalu lintas, beban gempa, beban angin dan beban lain yang ada pada jembatan.

Konstruksi jembatan terdiri dari : 1). Bangunan atas : bagian utama yaitu struktur atas, struktur bagian bawah, jalan pendekat dan bangunan pengaman, 2). Bangunan bawah : terdiri dari struktur utama dan pangkal jembatan (*abutment*). Dalam tugas akhir ini, pembahasan dititik beratkan pada kajian struktur bawah Jembatan Titi Payung Hamparan Perak.

Terkait dengan struktur bawah jembatan harus disokong oleh pondasi yang kuat. Pembangunan suatu

pondasi sangat besar fungsinya pada suatu konstruksi. Fungsi pondasi menyalurkan tegangan-tegangan yang terjadi pada beban struktur atas ke dalam lapisan tanah yang keras yang dapat memikul beban konstruksi tersebut. Pemilihan pondasi harus sesuai dengan kondisi tanah dan pondasi juga harus mampu memikul beban bangunan yang ada di atasnya. Pondasi yang digunakan adalah pondasi bored pile. Daya dukung pondasi bored pile diperoleh dari daya dukung ujung (*end bearing capacity*) yang diperoleh dari tekanan ujung tiang dan daya dukung geser atau selimut (*friction bearing capacity*) yang diperoleh dari daya dukung gesek atau gaya adhesi antara tiang pancang dan tanah disekelilingnya. Untuk mendapatkan perhitungan yang baik dilakukan penyelidikan tanah dengan Pengeboran tanah dan Uji Standart Penetrasi Test (SPT).

### 1.2 Maksud dan Tujuan

Menghitung pembebanan pada jembatan dengan menggunakan peraturan SNI-2003-2005.

Menghitung daya dukung pondasi dalam pada abutment jembatan dengan menggunakan data N-SPT.

Mengevaluasi stabilitas abutment jembatan.

### 1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Ruang lingkup permasalahan dalam penulisan skripsi ini dibatasi, yaitu:

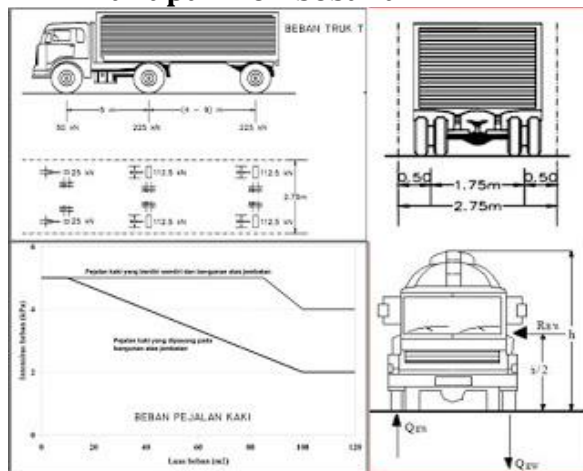
1. Perhitungan daya dukung pondasi bored pile pada Abutment Jembatan Titi Payung.
2. Hanya meninjau daya dukung pondasi bored pile.
3. Data yang digunakan untuk analisis daya dukung adalah data N-SPT.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Jembatan

Jembatan merupakan penghubung suatu daratan dengan daratan lainnya, sebagai akses moda transportasi darat.

#### 2.2.1. Tahapan Pembebanan



### 2.3 Tinjauan Tanah Terhadap Bangunan

Tanah diklasifikasikan atas tanah kerikil (*gravel*), tanah pasir (*sand*), tanah lanau (*silt*), tanah lempung (*clay*) dan tanah gambut (*peat*).

Pengambilan sample tanah ini adalah

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Penelitian

Letak dan Geografis Jembatan Titi Payung Hambaran Perak yaitu 3.63 – 3.76 Lintang Utara, 98.50 – 98.61 Bujur Timur.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian



Gambar 3.2. Jembatan Titi Payung Hambaran Perak



Gambar 3.3. Pembangunan Jembatan Titi Payung Hambaran Perak

### 3.2. Metodologi Penelitian

Gambar 3.4. Bagan Alir Penelitian

Dalam perhitungan perencanaan pondasi dilakukan langkah-langkah berikut :

- a. Menghitung beban-beban yang bekerja pada pondasi
- b. Menghitung kapasitas daya dukung pondasi bore pile.
- c. Menghitung efisiensi group tiang.

### 3.3. Kondisi Lapisan Tanah Pada Lokasi Penelitian

- a) Pada bagian atas sampai kedalaman 2 m, ditemukan lapisan silty fine sand gravel warna coklat, konsistensi lepas, plastisitas rendah nilai N-SPT = 5.
- b) Kedalaman 2 – 12 m, ditemukan lapisan lanau kepasiran, berwarna abu-abu, kepadatan lepas. (N-SPT = 4).
- c) Pada kedalaman 13 - 18 m ditemukan lapisan Lanau, berwarna abu-abu tua, konsistensi sedang, plastisitas rendah (N-SPT = 22).

- d) Pada kedalaman 18- 21 m ditemukan lapisan Lanau, berwarna abu-abu tua, konsistensi sedang, plastisitas rendah(N-SPT = 20).
- e) Pada kedalaman 22 - 27 m ditemukan lanau kepasiran, berwarna abu-abu, kepadatan padat (N-SPT = 38).
- f) Pada kedalaman 28- 35 m ditemukan lapisan Pasir, berwarna abu-abu,kepadatan padat(N-SPT = 25).
- g) Pada kedalaman 35- 40 m ditemukan lapisan Pasir, berwarna abu abu, kepadatan padat (N-SPT = 45).

dimana :  $\alpha$  =koefisien adhesi antara tanah dan tiang

$$C_u = \text{kohesi undrained} = N.SPT \times \frac{2}{3} \times 10 = 5 \times \frac{2}{3} \times 10 = 33,33$$

$A_k$ = keliling tiang

$L_i$ = panjang lapisan tanah

$$\text{Daya Dukung Ultimate} = Q_{ult} = Q_p + Q_s = 357,531 \text{ ton}$$

$$\text{Daya Dukung Izin} = Q_{izin} = \frac{Q_p}{3} + \frac{Q_s}{5} = 111,502 \text{ ton}$$

2. Kedalaman 4 m : jenis tanah kohesif

$$C_u = \text{kohesi undrained} = N.SPT \times \frac{2}{3} \times 10 = 4 \times \frac{2}{3} \times 10 = 26,667$$

$$\text{Daya Dukung Gesek selimut tiang : } Q_s = 0.2 \times 10 \times N_k \times A_k \times L_i$$

$$= 0.2 \times 10 \times 16,59 \times 1,57 \times 32$$

$$= 1666,96 \text{ ton}$$

$$\text{Daya Dukung Ultimate} = Q_{ult} = Q_p + Q_s = 2254,96 \text{ ton}$$

$$\text{Daya Dukung Izin} = Q_{izin} = \frac{Q_p}{3} + \frac{Q_s}{5} = 529,40 \text{ ton}$$

3. Kedalaman 34 m : jenis tanah Non Kohesif

$$N_r = (7 + 30) : 2 = 18,5$$

$$N_k =$$

$$(0+5+4+4+4+4+4+4+22+22+22+20+20+38+38+25+25+25+25) / 18 = 17,05$$

$$\text{Daya dukung ujung tiang : } Q_p = 400 \times N_r \times A_p$$

$$= 400 \times$$

$$18,5 \times 0,196$$

$$= 1450,4$$

ton

Daya Dukung Gesek selimut tiang :

$$Q_s = 0.2 \times 10 \times N_k \times A_k \times L_i$$

$$= 0.2 \times 10 \times 17,05 \times 1,57 \times 34$$

$$= 1820,25 \text{ ton}$$

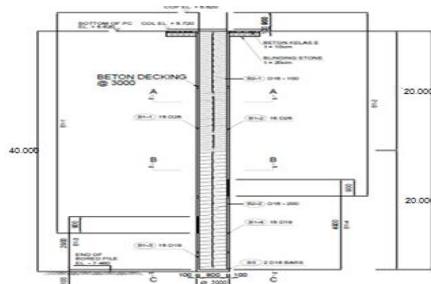
$$\text{Daya Dukung Ultimate} = Q_{ult} = Q_p + Q_s = 3270,65 \text{ ton}$$

$$\text{Daya Dukung Izin} = Q_{izin} = \frac{Q_p}{3} + \frac{Q_s}{5} = 847,50 \text{ ton}$$

4. Kedalaman 36 m : jenis tanah Non Kohesif

#### 4. ANALISIS HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1. Perhitungan Pondasi Pada Titik BH - 1



Gambar 4.1. Detail Pondasi Bore Pile

Panjang pondasi = 40 m

Diameter tiang = 50 cm = 0,50 m

$$\text{Luas tiang (} A_p \text{)} = \frac{1}{4} \times \pi \times d^2 = \frac{1}{4} \times \pi \times 0,50^2 = 0,196 \text{ m}^2$$

$$(A_k) = \pi \times d = 3,14 \times 0,50 \text{ m} = 1,57 \text{ m}$$

Daya dukung pondasi akan di hitung dengan menggunakan data Standard Peneration Test (N-SPT).

1. Kedalaman 2 m : jenis tanah kohesif

Daya dukung ujung tiang (*end bearing*):

$$Q_p = 9 \cdot C_u = 9 \times 33,33 = 299,97 \text{ ton}$$

Daya dukung gesek selimut tiang :  $Q_s = \alpha \cdot C_u \cdot A_k \cdot L_i$

$$= 0,55 \times$$

$$33,33 \times 1,57 \times 2$$

$$= 57,561$$

ton

$$\begin{aligned}
 N_r &= (9 + 35) : 2 = 22 \\
 N_k &= \frac{(0+5+4+4+4+4+4+22+22+22+20+20+38+38+25+25+25+25+45) / 19}{19} \\
 &= 18,53 \\
 \text{Daya dukung ujung tiang : } Q_p &= 400 \times N_r \times A_p \\
 &= 400 \times 22 \times 0,196 \\
 &= 1724,8 \text{ ton} \\
 \text{Daya Dukung Gesek selimut tiang : } Q_s &= 0.2 \times 10 \times N_k \times A_k \times L_i \\
 &= 0.2 \times 10 \times 18,53 \times 1,57 \times 36 \\
 &= 2094,63 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya Dukung Ultimate} &= Q_{ult} = Q_p + Q_s = 4995,45 \text{ ton} \\
 \text{Daya Dukung Izin} &= Q_{izin} = \frac{Q_p}{3} + \frac{Q_s}{5} = 993,82 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

5. Kedalaman 38 m : jenis tanah Non Kohesif

$$\begin{aligned}
 N_r &= (11 + 18) : 2 = 14,5 \\
 N_k &= \frac{(0+5+4+4+4+4+4+22+22+22+20+20+38+38+25+25+25+25+45+45) / 20}{20} \\
 &= 19,85 \\
 \text{Daya dukung ujung tiang : } Q_p &= 400 \times N_r \times A_p \\
 &= 400 \times 14,5 \times 0,196 \\
 &= 1136,8 \text{ ton} \\
 \text{Daya Dukung Gesek selimut tiang : } Q_s &= 0.2 \times 10 \times N_k \times A_k \times L_i \\
 &= 0.2 \times 10 \times 19,85 \times 1,57 \times 38 \\
 &= 2368,50 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya Dukung Ultimate} &= Q_{ult} = Q_p + Q_s = 3505,30 \text{ ton} \\
 \text{Daya Dukung Izin} &= Q_{izin} = \frac{Q_p}{3} + \frac{Q_s}{5} = 852,60 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

6. Kedalaman 40 m : jenis tanah Non Kohesif

$$N_r = (13 + 18) : 2 = 15,5$$

$$\begin{aligned}
 N_k &= \frac{(0+5+4+4+4+4+4+22+22+22+20+20+38+38+25+25+25+25+45+45+45) / 21}{21} = 21,05 \\
 \text{Daya dukung ujung tiang : } Q_p &= 400 \times N_r \times A_p \\
 &= 400 \times 21,05 \times 0,196 \\
 &= 1215,20 \text{ ton} \\
 \text{Daya Dukung Gesek selimut tiang : } Q_s &= 0.2 \times 10 \times N_k \times A_k \times L_i \\
 &= 0.2 \times 10 \times 21,05 \times 1,57 \times 40 \\
 &= 2643,88 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Daya Dukung Ultimate} &= Q_{ult} = Q_p + Q_s = 3859,08 \text{ ton} \\
 \text{Daya Dukung Izin} &= Q_{izin} = \frac{Q_p}{3} + \frac{Q_s}{5} = 933,85 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

#### 4.2. Perhitungan Efisiensi Kelompok Tiang (Eg) :

Efisiensi kelompok tiang dihitung dengan menggunakan rumus Converse Labarre :

$$Eg = 1 - \theta \frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{90 \cdot m \cdot n}$$

dimana : Eg= Efisiensi kelompok tiang

m = Jumlah baris tiang

n = Jumlah tiang dalam satu baris

$\theta$  = Arc tg d/s, dalam derajat

S = Jarak tiang ; d = Diameter tiang

Gambar 4.2. Denah Pondasi

$$Eg = 1 - \theta \frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{90 \cdot m \cdot n}$$

dimana : n = 4

m = 6

D = 0,50 cm

S = 1.52 cm

$\theta = \arctan (D/S)$

$$Eg = 1 - \theta \frac{(n-1) \cdot m + (m-1) \cdot n}{90 \cdot m \cdot n}$$

$$= 1 - 0.317 \frac{(4-1)6 + (6-1)4}{90 \times 6 \times 4}$$

$$E_g = 0,793 = 79.3 \%$$

### 4.3. Perhitungan Daya Dukung Kelompok Tiang

Dimana :  $E_g$  = Efisiensi Kelompok Tiang = 0.793

$N$  = Banyaknya tiang pondasi dalam 1 pile cap = 24 tiang

1. Kedalaman 2 m ;  $Q_g = E_g \cdot N \cdot Q_i = 0,793 \times 24 \times 111,502 = 2122,106$  ton
2. Kedalaman 4 m ;  $Q_g = E_g \cdot N \cdot Q_i = 0,793 \times 24 \times 90,375 = 1720,017$  ton
3. Kedalaman 6 m ;  $Q_g = E_g \cdot N \cdot Q_i = 2048,509$  ton
4. Kedalaman 8 m ;  $Q_g = E_g \cdot N \cdot Q_i = 2208,321$  ton
5. Kedalaman 10 m ;  $Q_g = E_g \cdot N \cdot Q_i = 2399,135$  ton

### 2. Berat sendiri struktur bawah:

Berat dari pada pondasi tersebut merupakan berat sendiri struktur tanah.

### 3. Beban Lalu Lintas

1. Beban Lajur Lalu Lintas atau Beban "D"
  - a. Beban Terbagi Rata (UDL)
  $q = 9.0$  kPa (untuk  $L \leq 30$  m)
  $q = 9.0 ( 0.5 + 15/L )$  kPa ( untuk  $L > 30$  m )
 Panjang jembatan adalah 45 m
 :
  $q = 9.0 (0.5 + 15 / L)$  kPa
  $= 9.0 (0.5 + 15 / 45)$  kPa
  $= 7,497$  kPa

Beban merata pada balok (UDL) :

$$QTD = ( 3,5 \cdot q \cdot 100\% )$$

$$= ( 3,5 \times 7,497 \times 100\% ) = 26,215$$

kPa

Untuk bentang sepanjang 45 m,

$$QTD = 45 \times 26,215$$

$$= 1179,675$$

kN

- b. Beban Garis (KEL), Beban P.

Dengan panjang jembatan 45 m maka DLA 40% maka :

FBD = DLA

$$P' = (45 \times 100\%)$$

$$= 45 \text{ kN}$$

Ekivalen beban garis

$$= 1,1 \times 45$$

$$= 49,5 \text{ kN}$$

Beban Terpusat pada balok :

$$PTD = 1 + DLA \times P'$$

$$= (1 + 0,4) \times (1.1 \times 45 \text{ kN})$$

$$= 69,3 \text{ kN}$$

Maka beban hidup total :

$$= QTD + PTD$$

$$= 1179,675 + 69,3$$

$$= 1248,975 \text{ kN}$$

Beban lajur pada 1 abutment

$$= \frac{1}{2} \times 1248,975$$

$$= \mathbf{624,488 \text{ kN}}$$

### 4. Gaya Rem

Faktor beban ultimit :  $K_{TB} = 1,8$

Gaya rem :  $T_{TB} = 250$  ton

$$Gaya \text{ rem} : T_{TB} = 250 + 2,5 (L_t - 80) \text{ kN}$$

Gaya rem :  $T_{TB} = 500$  ton

$T_{TB} = 250 + 2,5 (L_t - 80)$  ton

$$= 250 \text{ kN (Karena } L = 45 \text{ m} < 80 \text{ m)}$$

Jadi, Gaya Rem pada jembatan yang bentangnya 45 m = **250 kN**

Lengan terhadap abutment, H

$$= 10,76 \text{ m}$$

Momen akibat gaya rem,  $M_{TB}$

$$= T_{TB} \times H$$

$$= 250 \times 10,76$$

$$= 2690 \text{ kN.m}$$

### 5. Beban Angin

$$T_{EW} = 0,0006 \times C_w \times V_{W^2} \times A_b$$

CW = Koefisien seret

$$= 1,2$$

VW = Kecepatan angin rencana

$$= 50 \text{ m/det}$$

AB = Luas bidang samping jembatan ( $m^2$ )

$$= \left( \frac{b_o + b_a}{2} \right) \times h$$

$b_o$  = Panjang sisi bawah rangka = 50 m

$b_a$  = Panjang sisi atas rangka = 45 m

$$h = \text{Tinggi rangka} = 2,5 \text{ m}$$

$$\text{Maka luas} = \left( \frac{50 \text{ m} + 45 \text{ m}}{2} \right) \times 2,5 \text{ m}$$

$$= 118,75 \text{ m}^2$$

Luasan yang diperhitungkan adalah sebesar 30%

$$= 30\% \times (118,75 \text{ m}^2)$$

$$= 35,635 \text{ m}^2$$

### 6. beban gempa

beban gempa dinyatakan oleh berat total truktur jembatan

### 5. SIMPULAN

Berdasarkan hasil perhitungan analisa daya dukung pondasi bore pile pada abutment konstruksi jembatan lokasi Jembatan Titi Payung Hambaran Perak, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan daya dukung pondasi bore pile dari data SPT, maka diperoleh daya dukung pondasi pada kedalaman 40 m dengan metode Mayerhoff sebesar  $Q_g = 177730,3 \text{ kN} > P = 22064,361 \text{ kN}$ , Pondasi mampu memikul beban seberat 22064,361 kN.
2. Perhitungan efisiensi kelompok tiang dengan menggunakan metode

*Converse-Labarre* adalah : efisiensi kelompok tiang ( $E_g$ ) = 0,793 yang berarti dengan konfigurasi 24 tiang memberikan 79,3 % besarnya nilai perhitungan pondasi tiang yang dapat dihitung.

### 5.2. Saran

1. Dalam melakukan evaluasi sepatutnya data kondisi di lapangan sesuai dengan fakta yang berkaitan hubungannya di lapangan

### 6. DAFTAR PUSTAKA

- RSNI T - 2005, PERENCANAAN JEMBATAN
- SNI 1727 : 2013 PEMBEBANAN MINIMUM UNTUK GEDUNG DAN NON GEDUNG
- Yudha lesmana analisa dan desain struktur baja,
- Agus setiawan, analisa struktur Chu-kia wang, analisa stuktur lanjutan
- Ir. L.Taulu dkk, mekanika tanah dan teknik pondaso
- Suranta dan J. sutarjono 2001, "Studi gerakan tanah dan kebencanaan beraspek geologi lainnya".