

# PERANCANGAN TEKNIS *SUB STRUCTURE* JEMBATAN AKSES KE KAWASAN BISNIS DAN PERUMAHAN GRAHA PADMA DI KRAPYAK, SEMARANG BARAT

*Jon Putra*

*Program Studi Teknik Sipil, FTSP, Institut Teknologi Budi Utomo  
jonputra85@gmail.com*

## **Abstract.**

*Adi Surya Nur Rochim, 2020. Graha Padma is a business and residential area located in the Krapyak area, West Semarang. This strategic area is becoming the attention of developers, because over time this area is increasingly being looked at as a residential area and office center for business people to run their business.*

*To balance the growth of this area, the developer took the initiative to add public facilities in the form of adequate access roads in the form of flyovers to overcome congestion in the future. Considering that the existing access is currently inadequate when viewed in terms of vehicle capacity and is a level crossing with a railroad crossing.*

*This flyover is designed using the applicable regulations as for the calculation of the bridge load using SNI: 1725:2016.*

*As for the calculation of the earthquake using the latest regulations adopted from SNI 2833: 2016, as well as in the analysis of foundations in piles using the Meyerhoff formula, Bagement and material strength. So that the maximum and efficient sub structure design results are obtained.*

**Keywords:** *Sub Structure design, Flyover, Area, Graha Padma*

## **1. Pendahuluan**

Indonesia adalah salah satu negara berkembang yang sedang giat melaksanakan pembangunan di segala bidang. Jalan sebagai salah satu prasarana transportasi, mempunyai peranan yang penting di dalam kelancaran transportasi untuk pemenuhan hidup. Sehingga jalan yang lancar, aman dan nyaman telah menjadi kebutuhan hidup utama. Tetapi seperti yang kita ketahui, terkadang perjalanan kita terganggu oleh sungai, selat, danau maupun jalan lalu lintas biasa sehingga perlu adanya suatu penghubung agar kita dapat melintasinya dalam hal ini adalah jembatan.

Jembatan sebagai salah satu prasarana transportasi strategis bagi pergerakan lalu lintas. Jembatan adalah istilah umum untuk suatu konstruksi yang dibangun sebagai jalur transportasi yang melintasi sungai, danau, rawa, maupun rintangan lainnya. Jika jembatan berada diatas jalan lalu lintas biasa maka dinamakan *Viaduct*. Seiring dengan makin berkembangnya teknologi angkutan

jalan raya maka konstruksi jembatan harus direncanakan sesuai dengan tuntutan transportasi baik dari segi kecepatan, kenyamanan, maupun keamanan. Disamping itu mengingat keterbatasan dana maka pemilihan jenis konstruksi yang paling ekonomis perlu diusahakan agar biaya pembangunan dapat ditekan serendah mungkin.

Pada pembangunan jembatan jalan raya dengan bentang pendek, sebaiknya digunakan konstruksi beton bertulang sebagai gelagar utama. Mengingat dalam tahun-tahun mendatang pemerintah masih membangun jembatan-jembatan jalan raya dengan bentang yang pendek untuk menghubungkan daerah satu dengan daerah yang lain dan sampai saat ini jenis konstruksi beton bertulang merupakan jenis konstruksi yang baik untuk diterapkan pada pembangunan jembatan dengan bentang yang pendek.

PT. Graha Padma Internusa sebagai pengembang berencana mengembangkan kawasan bisnis dan perumahan ini menjadi

kawasan yang lebih maju. Karena pengembang sadar dengan pengembangan kawasan kearah yang lebih maju harus di tunjang dengan infrastruktur yang memadai seperti jembatan untuk membantu kelancaran mobilitas warga penghuni kawasan untuk menghindari kemacetan karena perlintasan kereta api yang sebidang dan gerbang masuk kawasan.

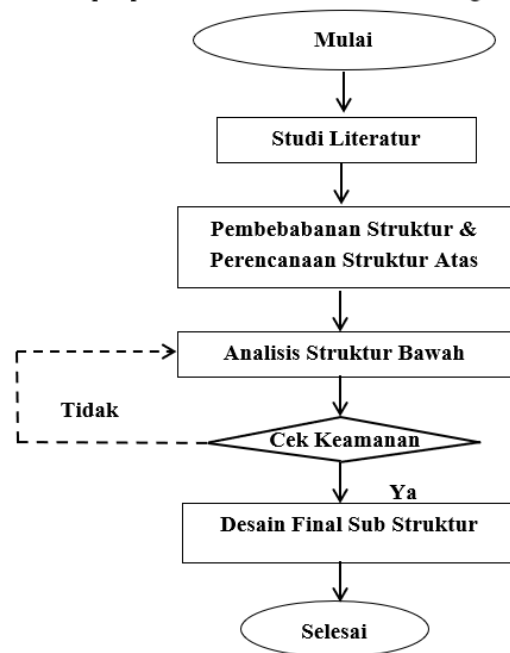
## 2. Metodologi Penelitian

### 2.1. Jenis Penelitian

Jenis metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *metode penelitian perencanaan*. Penelitian perencanaan digunakan untuk memecahkan masalah, karena perencanaan *sub structure* jembatan layang Graha Padma ini memiliki tahapan-tahapan yang dikerjakan bertahap dan tiap tahap memiliki uraian pekerjaan secara deduktif, dalam hal ini bagaimana suatu *sub structure* jembatan yang diancang mampu menahan gaya *upper structure* beserta gaya gempa sesuai prosedur dan standarisasi yang berlaku.

### 2.2. Kerangka Pemikiran

Kerangka pemikiran disini yaitu mengenai tahapan secara umum mengenai cara tahapan perencanaan *sub structure* sesuai dengan standar yang berlaku.



### 2.3. Metodologi Penelitian

Analisis struktur dilakukan secara bertahap meliputi penghitungan rencana pembebanan terlebih dahulu sehingga penulis atau perancang dapat menentukan *design* dan perhitungan yang optimum. Perhitungan sendiri dapat dilakukan dengan manual menggunakan bantuan format *Microsoft Excel* dengan memperhatikan kaidah teknik yang berlaku.

#### 2.3.1 Metode Pengumpulan Data

Untuk memperoleh data atau informasi dan keterangan-keterangan yang diperlukan, maka peneliti menggunakan teknik pengumpulan data sekunder. Teknik pengumpulan data sekunder adalah teknik pengumpulan data yang dilakukan melalui studi bahan-bahan kepustakaan yang perlu untuk mendukung data primer. Pengumpulan data sekunder dilakukan dengan instrument sebagai berikut:

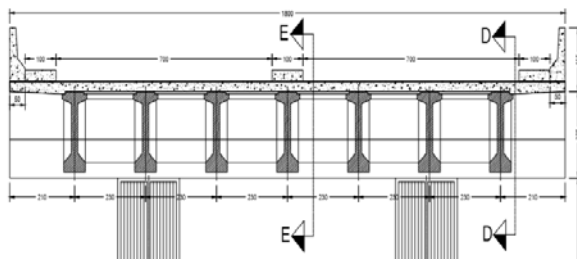
- Study kepustakaan, yaitu pengumpulan data yang diperoleh dari buku-buku karya ilmiah, pendapat para ahli yang memiliki relevansi dengan masalah yang diteliti.
- Study dokumentasi, yaitu pengumpulan data yang diperoleh dengan menggunakan catatan-catatan tertulis

yang ada dilokasi penelitian serta sumber-sumber lain yang menyangkut masalah yang diteliti dengan instansi terkait.

- Data sekunder yang dikumpulkan meliputi:
  - a. Data Soil Investigation
  - b. Basic Desain Jembatan Graha Padma (*Auto CAD*) dengan ketentuan sebagai berikut :
    - Nama Bangunan: Jembatan jalan akses ke kawasan bisnis dan perumahan Graha Padma
    - Fungsi Bangunan: Jalan akses kawasan
    - Lokasi Bangunan: Kawasan Gaha Padma di Krpyak, Semarang Barat
    - Struktur Utama: Struktur Beton
    - Rencana Bentang: :  $\pm 300$  m
    - Rencana Lebar: 18 m



Gambar 2.1. Denah Lokasi Bangunan dan Rencana Bentang



Gambar 2.2. Rencana Lebar Jembatan

### 2.3.2 Metode Analisis Data

Analisis data yang didapatkan dari deskripsi bangunan, fungsi bangunan, pembebanan bangunan, lokasi wilayah gempa, jenis tanah pada bangunan, kemudian untuk mendapatkan

gaya-gaya yang bekerja pada struktur tersebut, sesuai beban maksimumnya maka akan dianalisis secara manual menggunakan *Microsoft Excel*

### 2.3.3 Metode Pembahasan Hasil Analisis

Pembahasan mengenai evaluasi *sub structure* untuk jembatan Graha Padma adalah menghitung stabilitas bangunan, menghitung daya dukung tanah dan kebutuhan pondasi tiang pancang, serta desain bangunan beserta analisis penulangan *sub structure*.

## 3. Analisis dan Pembahasan

### 3.1. Data Penelitian

#### 3.1.1 Standar Peraturan

Perancangan struktur dirancang dengan ketentuan - ketentuan sebagai berikut:

- a. Badan Standarisasi Nasional. SNI 1725:2016<sup>8</sup>. pembebanan untuk jembatan. Jakarta : 2016
- b. Badan Standarisasi Nasional. SNI 2833:2016<sup>8</sup>. pembebanan jembatan terhadap beban gempa. Jakarta : 2016

### 3.2. Analisis Data

#### 3.2.1 Perhitungan Beban Abutmen

beban yang dihitung dalam analisis ini meliputi beban – beban mati (beban komponen upper structure dan sub structure) serta beban transien yang meliputi gaya akibat rem, gaya akibat temperatur, gaya akibat beban angin, gaya akibat beban lajur, gaya akibat beban truk, dan gaya akibat gempa.

- a. **Beban Mati Abutmen (*Upper Structure*)**

#### Rencana PCI Girder

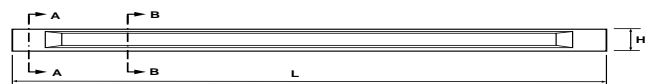
$L = 40,8$  m (7 buah)

$H = 2,1$  m

$n = 7$  bh

Berat per meter = 2,097 (ton/m)

Berat total PCI girder = 598,79 ton





Gambar 3.3. Penampang PCI Girder dan Potongan

**Rencana pelat lantai**

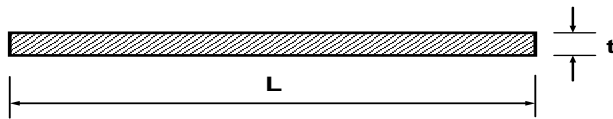
$L = 40,8 \text{ m}$

$l = 18 \text{ m}$

$t = 0,25 \text{ m}$

Berat per meter = 11.250 (ton/m)

Berat total pelat lantai = 459 ton



Gambar 3.4. Pelat lantai kendaraan

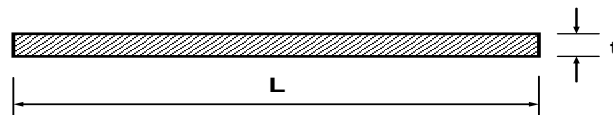
**Rencana perkerasan aspal**

$L = 40,8 \text{ m}$

$l = 18 \text{ m}$

$t = 0,05 \text{ m}$

Berat per meter = 1,540 (ton/m)



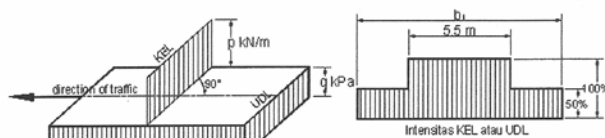
Gambar 4.5. Perkerasan aspal

**Berat air hujan**

$L = 40,8 \text{ m}$

$l = 18 \text{ m}$

$t = 0,05 \text{ m}$



**Berat Barrier Tepi**

$L = 40,8 \text{ m}$  (kanan kiri)

Berat per meter = 1,175 (ton/m)

Berat total barirer tepi = 95,88 ton

**Berat median tengah**

$L = 40,8 \text{ m}$

Berat per meter = 0,750 (ton/m)

Berat total median tengah = 30,60 ton

**Berat diafragma**

$L = 40,8 \text{ m}$

$n = 30 \text{ bh}$

Berat per buah = 0,980 (ton/bh)

Berat barrier tepi = 29,40 ton

Tabel 4.1. Rekapitulasi beban mati mati abutmen

No	Nama Beban	Beban (Ton)
1	PCI Girder	598,79
2	Diafragma	29,40
3	Barrier Tepi	95,88
4	Median Tengah	30,60
5	Pelat Lantai	459
6	Perkerasan Aspal	62,83
7	Air Hujan	28,56

b. Beban Transien Abutmen

• **Beban Lajur "D" (TD)**

Faktor beban ultimit  $K_{TD} : 1,8$

Beban kendaraan yang berupa beban lajur "D" terdiri dari beban terbagi rata (Beban Terbagi Rata), BTR dan beban garis (Beban Garis Terpusat), BGT seperti pada gambar 3.4

## Pembahasan Hasil Analisis

### 3.3.1 Penulangan *Pile Cap* Abutmen

#### a. Gaya aksial ultimit pada spun pile

Tabel 4.2. Gaya Aksial Ultimit Spun Pile

Jumlah spun pile :		n = 50		huah				
No.	X max =	3.60	m.	Ymax =	8.10	m.		
1	x <sub>1</sub> =	3.60	x <sub>1</sub> <sup>2</sup> =	12.96	y <sub>1</sub> =	8.10	y <sub>1</sub> <sup>2</sup> =	65.61
2	x <sub>2</sub> =	1.80	x <sub>2</sub> <sup>2</sup> =	3.24	y <sub>2</sub> =	6.30	y <sub>2</sub> <sup>2</sup> =	39.69
3	x <sub>3</sub> =	-	x <sub>3</sub> <sup>2</sup> =	-	y <sub>3</sub> =	4.50	y <sub>3</sub> <sup>2</sup> =	20.25
4					y <sub>4</sub> =	2.70	y <sub>4</sub> <sup>2</sup> =	7.29
5					y <sub>5</sub> =	0.90	y <sub>5</sub> <sup>2</sup> =	0.81
		ΣX <sup>2</sup> =	16.20		ΣY <sup>2</sup> =	133.65		

#### b. Tinjauan beban pada arah x

Gaya aksial ultimit yang diderita satu spun pile :

$$P_{u\max} = P_u / n + M_{ux} \times X_{\max} / \square X^2$$

$$P_{u\min} = P_u / n - M_{ux} \times X_{\max} / \square X^2$$

Tabulasi Gaya aksial maksimum dan minimum yang diderita satu spun pile :

Tabel 4.3. Tabulasi gaya aksial maksimum dan minimum satu spun pile arah x

No.	KOMBINASI PEMBEBANAN	P <sub>u</sub> (kN)	M <sub>ux</sub> (kN.m)	P <sub>u</sub> /n (kN)	M <sub>ux</sub> *X/ΣX <sup>2</sup> (kN)	P <sub>u\max</sub> (kN)	P <sub>u\min</sub> (kN)
1	KOMBINASI - 1	41,393.87	14,901.79	827.88	1,655.75	1,195.82	459.93
2	KOMBINASI - 2	58,381.89	21,017.48	1,167.64	2,335.28	1,686.59	648.69
3	KOMBINASI - 3	58,381.89	21,017.48	1,167.64	2,335.28	1,686.59	648.69
4	KOMBINASI - 4	93,411.02	67,255.93	1,868.22	7,472.88	3,528.86	207.58
5	KOMBINASI - 5	76,423.01	27,512.28	1,528.46	3,056.92	2,207.78	849.14

#### c. Tinjauan beban pada arah y

Gaya aksial ultimit yang diderita satu spun pile:

$$P_{u\max} = P_u / n + M_{uy} \times Y_{\max} / \square Y^2$$

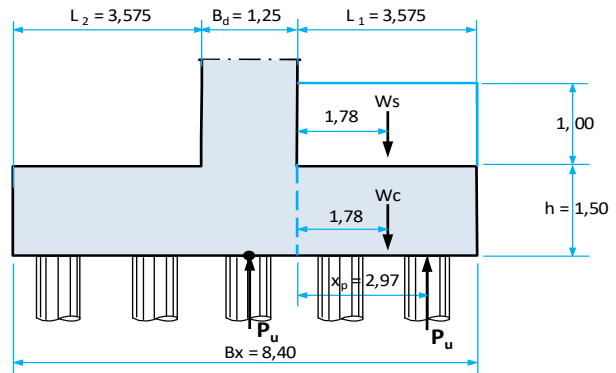
$$P_{u\min} = P_u / n - M_{uy} \times Y_{\max} / \square Y^2$$

Tabel 4.4. Tabulasi gaya aksial maksimum dan minimum satu spun pile arah y

No.	KOMBINASI PEMBEBANAN	P <sub>u</sub> (kN)	M <sub>uy</sub> (kN.m)	P <sub>u</sub> /n (kN)	M <sub>uy</sub> *Y/ΣY <sup>2</sup> (kN)	P <sub>u\max</sub> (kN)	P <sub>u\min</sub> (kN)
1	KOMBINASI - 1	41,393.87	7,450.90	827.88	50.17	830.92	824.84
2	KOMBINASI - 2	58,381.89	31,526.22	1,167.64	636.89	1,206.24	1,129.04
3	KOMBINASI - 3	58,381.89	52,543.70	1,167.64	1,769.15	1,274.86	1,060.42
4	KOMBINASI - 4	93,411.02	84,069.92	1,868.22	5,095.15	2,177.02	1,559.42
5	KOMBINASI - 5	76,423.01	96,292.99	1,528.46	4,539.06	1,803.55	1,253.37

Gaya Dukung Ultimit maksimum (rencana) Spun

Pile P<sub>u\max</sub> = 3,528.86 kN.



Gambar 4.4. Daya Dukung Rencana Spun Pile Abutmen

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1. Kesimpulan

Setelah melakukan analisis dan pembahasan maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Jumlah tiang pancang yang dibutuhkan :
  - Tiang pancang untuk *Abutmen* 1 sebanyak 50 buah dengan konfigurasi sebagai berikut :
    - Jumlah baris tiang pancang (n<sub>y</sub>): 10 buah
    - Jumlah tiang pancang dalam satu baris (n<sub>x</sub>) : 5 buah
    - Jarak antar tiang pancang arah x : 1,8 m
    - Jarak antar tiang pancang arah y : 1,8 m
  - Tiang pancang untuk Pilar 1 & 2 masing-masing sebanyak 50 buah dengan konfigurasi sebagai berikut :
    - Jumlah baris tiang pancang (n<sub>y</sub>) : 10 buah
    - Jumlah tiang pancang dalam satu baris (n<sub>x</sub>) : 5 buah
    - Jarak antar tiang pancang arah x : 1,8 m
    - Jarak antar tiang pancang arah y : 1,8 m
- Dimensi struktur *abutmen* didapatkan sebagai berikut :
  - Dimensi *abutmen* :
    - Pile Cap**
    - Lebar : 8,4 m
    - Panjang : 18 m
    - Tinggi : 1,5 m

### **Abutmen**

Lebar : 1,25 m

Panjang : 18 m

Tinggi : 4,3 m

3. Kestabilan abutmen terhadap gaya geser dan guling :
  - a. Gaya geser struktur abutmen dengan tiang pancang sebesar 2,00 Syarat aman gaya geser  $> 1,5$   
Maka;  $SF = 2,00 > 1,5$  (aman)
  - b. Gaya guling struktur abutmen dengan tiang pancang sebesar 9,57  
Syarat aman gaya guling  $> 1,5$   
Maka;  $SF = 9,57 > 1,5$  (aman)

### **4.2. Saran**

Sebagai saran penutup dari penulisan skripsi ini, penyusun hendak menyampaikan saran yang mungkin bermanfaat bagi penulis tugas akhir yang serupa. Saran – saran yang dapat penyusun berikan adalah sebagai berikut :

- a. Untuk perancangan pada masing – masing bagian, hendaknya dibuat sketsa rencana guna membantu pemahaman yang dikerjakan serta sketsa hasil rencana guna mempermudah dalam pembuatan gambar kerja.
- b. Penggunaan dimensi tulangan yang lebih besar dengan jumlah tulangan lebih sedikit akan mempermudah pelaksanaan dilapangan dari pada menggunakan dimensi tulangan yang lebih kecil dengan jumlah tulangan lebih banyak.
- c. Untuk detail dimensi dan penulangan pier P3 dan seterusnya dapat dilakukan perhitungan oleh penelitian selanjutnya dengan menggunakan data data yang sama atau dapat di diperbarui dengan data terkini sesuai dengan peraturan yang berlaku.
- d. Pengaruh getaran dari Kereta Api terhadap perhitungan pondasi dapat diperhitungkan kembali dalam penelitian selanjutnya.
- e. Gaya geser beban *upper structure* dapat di redam menggunakan penggunaan bearing pad yang sesuai, maka peneliti dapat mengembangkan penelitian

mengenai jenis – jenis bearing pad yang sesuai untuk struktur abutmen.

### **5. Daftar Pustaka**

- Ahmad Haidzir (2015) *Perencanaan Abutment dan Pondasi Pilar Jembatan Cable Stayed di Lemah Ireng Semarang*. Strata (S1) Tugas Akhir, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Furi, Lismawati (2018) *Analisis Life Cycle Cost Jembatan Penyeberangan Muara Teweh – Jindah Kabupaten Barito Utara Kalimantan Tengah*. Masters S2) thesis, University of Muhammadiyah Malang.
- Santiko, Aji & Tri Kumala Hasan (2017) *Perancangan Bangunan Sipil Jembatan Sigandul II*. Strata (S1) Skripsi, Universitas Diponegoro