



PERANCANGAN JEMBATAN TANJUNG ENIM II DENGAN SISTEM BETON PRATEGANG KABUPATEN MUARA ENIM – SUMSEL

Annadiyah Farah Diba^{1,*}, Vicky Wisma Ria¹

¹*Inspektoral Kabupaten Lahat*

^{*}annadiyahfarahdiba@gmail.com

Naskah diterima : 18 Agustus 2022. Disetujui: 20 Agustus 2022. Diterbitkan : 30 September 2022

ABSTRAK

Jembatan Tanjung Enim II dibangun dengan tujuan mewujudkan jaringan transportasi yang berkesesuaian dengan Bandara Khusus Bukit Asam-Tanjung Enim di Area Mahayung; Kompleks Agroforestry dan Silvopastura; dan Area Pendidikan Terpadu (kawasan pendidikan Bukit Asam Foundation di Mahayung) serta pengalihan akses masuk karyawan ke tambang Tambang Air Laya (TAL) melalui area Klawas. Selain itu, pemecahan arus lalu lintas di jembatan Bukit Asam I akibat pengalihan akses masuk karyawan dan mitra kerja ke tambang melalui Jembatan Tanjung Enim II. Sehingga akan mengurangi beban di Jembatan Bukit Asam I mengingat usia jembatan yang sudah lebih dari 20 tahun. Jembatan ini memiliki panjang bentang 81 meter terdiri dari 3 bentang yakni 13,6 meter, 16,6 meter, dan 50,8 meter dengan lebar lajur lalu lintas jembatan 8,7 meter. Jembatan ini dibuat dengan sistem beton prategang. Dibangun dengan struktur utama berupa 6 buah balok PCI Girder dengan jarak antar gelagar adalah 1,85 meter. Pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang beton berdiameter 0,6 meter dengan kedalaman 11 meter untuk abutment dan 15 meter untuk pilar. Perencanaan jembatan ini dilakukan secara berurutan dari pendimensian struktur, analisa pembebanan, perencanaan penulangan, perencanaan struktur prategang, perencanaan pondasi, serta manajemen proyek dan estimasi biaya.

Kata kunci : Jembatan, Prategang, PCI Girder

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan sosial daerah setempat, prasarana transportasi yang memadai serta efisien memegang peranan penting dalam sektor perhubungan. Dengan hal tersebut, maka arus lalu lintas akan semakin lancar.

Kabupaten Muara Enim merupakan kabupaten dengan sektor pertambangan yang besar, dengan produk berupa minyak, gas bumi, serta batubara yang cukup dominan. Aktifitas lalu lintas penambangan ataupun masyarakat sekitar terutama di daerah Tanjung Enim yang tinggi, dibutuhkan prasarana

transportasi alternatif untuk menunjang kelancaran lalu lintas ^[1].

Hanya ada satu akses dari jalan lintas Sumatera menuju kawasan perkantoran, kawasan pertambangan, dan kawasan pemukiman milik PT. Bukit Asam, Tbk. yaitu Jembatan Bukit Asam I yang dibangun pada tahun 1998 yang saat ini sudah berusia lebih dari 20 tahun. Seiring berjalannya waktu, kawasan Mahayung akan dimanfaatkan sebagai area pasca tambang yang rencananya akan digunakan sebagai kawasan pendidikan *Bukit Asam Foundation*, kawasan *agroforestry* dan *silvopastura*, serta lokasi bandar udara khusus Bukit Asam. Namun, aksesnya masih harus melewati jembatan Bukit Asam I dan

melintasi area tambang. Oleh karena itu, ada rencana untuk pengalihan akses masuk karyawan dan mitra kerja di tambang PT. Bukit Asam, Tbk^[1].

1.2. Maksud dan Tujuan

Jembatan Tanjung Enim II dibangun dengan tujuan mewujudkan jaringan transportasi yang berkesesuaian dengan Bandara Khusus Bukit Asam-Tanjung Enim di Area Mahayung; Kompleks *Agroforestry* dan *Silvopastura*; dan Area Pendidikan Terpadu (kawasan pendidikan *Bukit Asam Foundation* di Mahayung) serta pengalihan akses masuk karyawan ke tambang Tambang Air Laya (TAL) melalui area Klawas.

Selain itu, pemecahan arus lalu lintas di jembatan Bukit Asam I akibat pengalihan akses masuk karyawan dan mitra kerja ke tambang melalui Jembatan Tanjung Enim II. Sehingga akan mengurangi beban di Jembatan Bukit Asam I mengingat usia jembatan yang sudah lebih dari 20 tahun. Adapun manfaat dari pembangunan jembatan ini adalah sebagai jalan alternatif serta memberikan akses jalan baru bagi karyawan dan mitra kerja PT. Bukit Asam, Tbk. serta masyarakat sekitar.

Oleh karena itu, diperlukan perencanaan jembatan yang kokoh dan efektif serta tahan terhadap faktor pembebanan seperti beban sendiri dan beban gempa guna meningkatkan kapasitas jembatan untuk perkembangan lalu lintas yang akan datang^[5].

2. METODOLOGI

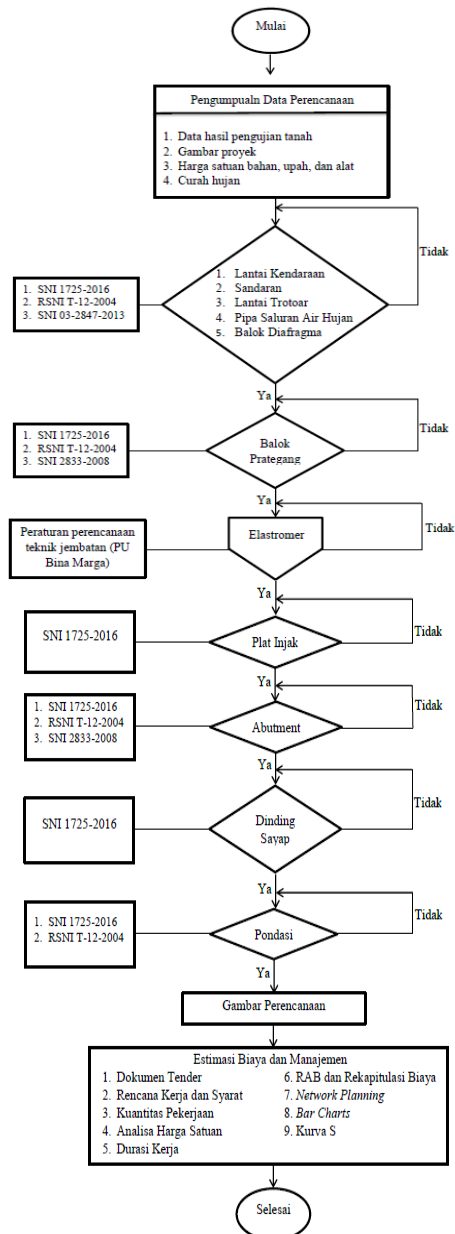
2.1. Diagram Alir

Diagram Alir dapat dilihat pada Gambar 1.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Analisa Data Tanah

Daya dukung pondasi tiang pancang berdasarkan nilai N-SPT yang di dapat dari uji tanah di lapangan. Besarnya N-SPT terkoreksi adalah $N' = 32,5$ pukulan/45 cm untuk abutment, dan $N' = 33$ pukulan/45 cm untuk pilar.



Gambar 1. Diagram Alir

3.2. Pembebanan Pada Struktur

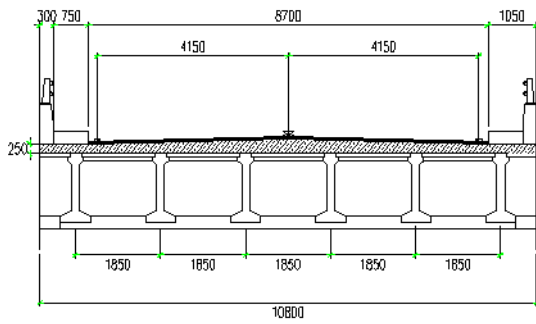
Kombinasi beban yang diambil dari pedoman Standar Pembebanan Untuk Jembatan (SNI 1725-2016).

3.3. Perhitungan Struktur

Perencanaan jembatan meliputi^[11]:

- Perencanaan bangunan atas
- Perencanaan bangunan bawah
- Perencanaan Pondasi

a. Bangunan Atas

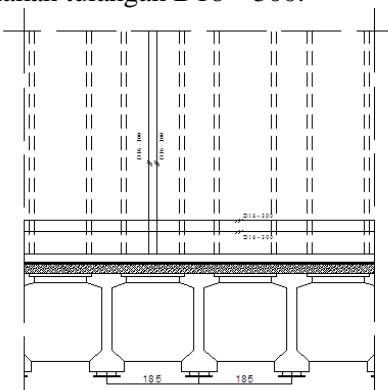


Gambar 2. Potongan Melintang Bangunan Atas Jembatan

Bangunan atas jembatan letaknya di atas bangunan bawah jembatan dan tidak berhubungan langsung dengan tanah dibawahnya^[11]. Bangunan atas meliputi: lantai kendaraan, trotoar, parapet, diafragma, balok prategang, dan perletakan^[9].

b. Perencanaan Lantai Kendaraan

Mutu Beton (f_c') = 29 MPa
 Mutu Baja (f_y) = 400 MPa
 Digunakan tulangan D16 – 300.



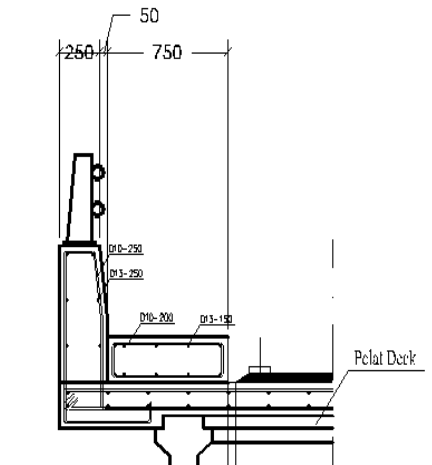
Gambar 3. Penulangan Plat Lantai Kendaraan

c. Perencanaan Trotoar

Mutu Beton (f_c') = 25 MPa, Mutu Baja (f_y)= 400 MPa. Digunakan tulangan pokok D13 – 150 dan tulangan bagi D10 – 200.

d. Perencanaan Parapet

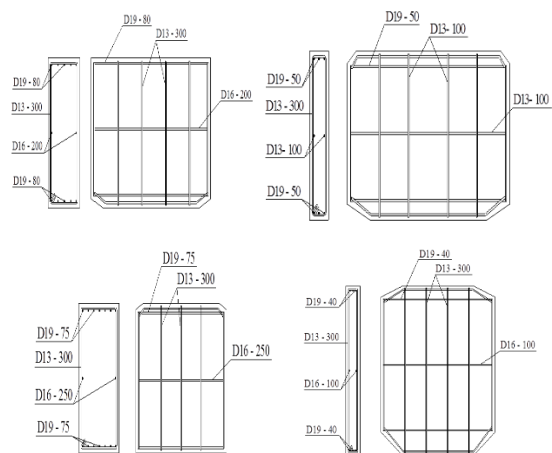
Mutu Beton (f_c') = 25 MPa
 Mutu Baja (f_y) = 400 MPa
 Digunakan tulangan pokok D13 – 250 dan tulangan bagi D10 – 250.



Gambar 4. Penulangan Trotoar dan Parapet

e. Perencanaan Diafragma

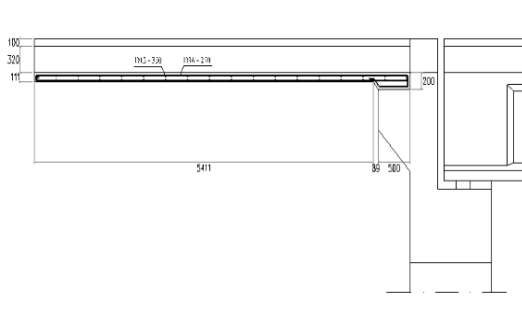
Mutu Beton (f_c')= 29 Mpa, Mutu Baja (f_y)= 400 Mpa. Untuk girder 16,6 m digunakan tulangan D19-80 dan 2D16-200 untuk diafragma tumpuan. Dipakai tulangan D19-50 dan 2D13-100 untuk diafragma lapangan. Untuk girder 50,8 m digunakan tulangan D19-75 dan 2D16-250 untuk diafragma tumpuan dan tulangan D19-40 dan 2D16-100 untuk diafragma lapangan.



Gambar 5. Diafragma Tumpuan dan Lapangan

f. Pelat Injak

Mutu Beton (f_c') = 29 Mpa, Mutu Baja (f_y)= 400 Mpa. Digunakan tulangan pokok D136 – 300 dan tulangan susut D13 – 350



Gambar 5. Pelat Injak

g. Balok Prategang

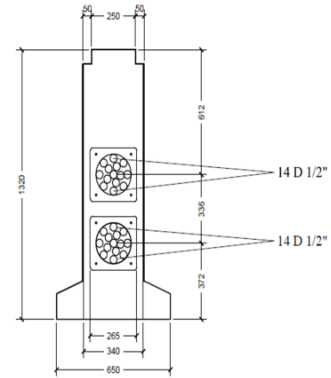
Balok Prategang 16,6 m, Mutu Beton (f_c') = 42 Mpa. Berat Jenis Beton (B_j) = 25 KN/m³. Mutu Baja (f_y) = 400 Mpa. Digunakan balok prategang setinggi 1,32 m dengan jumlah 2 buah tendon masing-masing terdiri dari 14 *strands*. Dalam penentuan pembenanan diperlukan standar dan ketetapan^{[2] [3]}.

Balok Prategang 50,8 m, Mutu Beton (f_c') = 65 Mpa, Berat Jenis Beton (B_j) = 25 KN/m³. Mutu Baja (f_y) = 400 Mpa

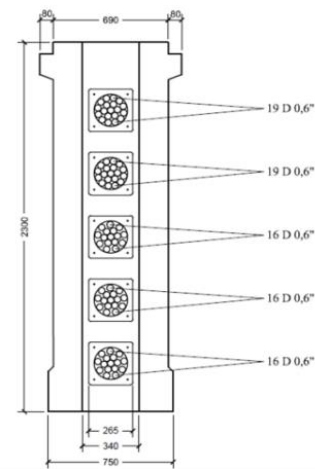
Tabel 1. Kombinasi Beban pada Balok Prategang^[10].

No	Kombinasi Beban	Persamaan Kombinasi Terfaktor
1	Kuat I	$Q = 1,25 MS + 1,40 MA + 1,80 (TD+TB) + 1,20 E_{un}$
2	Kuat V	$Q = 1,25 MS + 1,40 MA + 0,40 EW_S + 1,00 EW_L + 1,20 E_{un}$
3	Ekstrem I	$Q = 1,25 MS + 1,40 MA + 0,50 (TD+TB) + 1,00 EQ$
4	Daya Layan I	$Q = 1,00 (MS+MA+TD+TB) + 1,20 E_{un} + 0,3 EW_S + 1,00 EW_L$
5	Daya Layan IV	$Q = 1,00 (MS+MA) + 0,7 EW_S + 1,20 E_{un}$

Digunakan balok prategang setinggi 2,30 m dengan jumlah 5 buah tendon terdiri dari 19 *strands* untuk tendon 1 dan 2 dan 16 *strands* untuk tendon 3,4, dan 5.



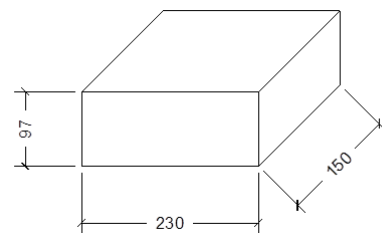
Gambar 6. Balok Prategang 16,6 m



Gambar 7. Balok Prategang 50,8 m

Perletakan Bentang 16,6 m:

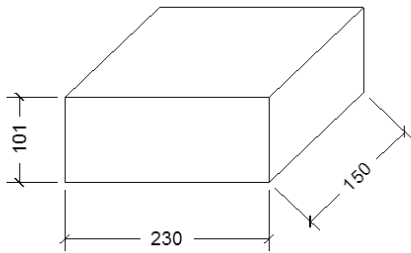
Elastomer horizontal untuk arah vertikal = 230 mm × 150 mm × 97 mm.
 Elastomer vertikal untuk gaya horizontal = 230 mm × 150 mm × 97 mm.
 Elastomer vertikal untuk gaya ke samping = 230 mm × 150 mm × 97 mm.



Gambar 8. Elastomer Bentang 16,6 m

Perletakan Bentang 50,8 m:

Elastomer horizontal untuk arah vertikal = 350 mm × 170 mm × 69 mm. Elastomer vertikal untuk gaya horizontal = 230 mm × 150 mm × 101 mm. Elastomer vertikal untuk gaya ke samping = 230 mm × 150 mm × 97 mm



Gambar 9. Elastomer Bentang 50,8 m

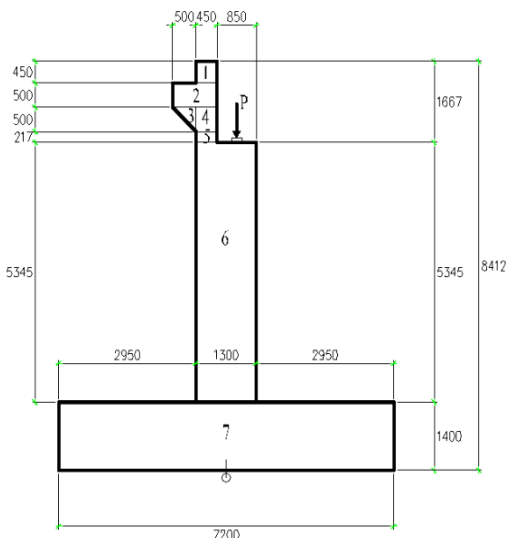
Bangunan Bawah Jembatan

Fungsi utama bangunan bawah jembatan adalah untuk menyalurkan semua beban yang bekerja pada bangunan atas ke tanah^[4]. Perhitungan struktur dibawah ini, meliputi : *abutment*, pilar, pondasi^[3].

Perencanaan *Abutment* direncanakan:

- Tinggi *abutment* = 8,412 m
- Panjang *abutment* (L) = 10,8 m
- Berat beton (Bj) = 24 KN/m³
- Berat tanah (γ_d) = 17,2 KN/m³
- f_c' = 29 Mpa

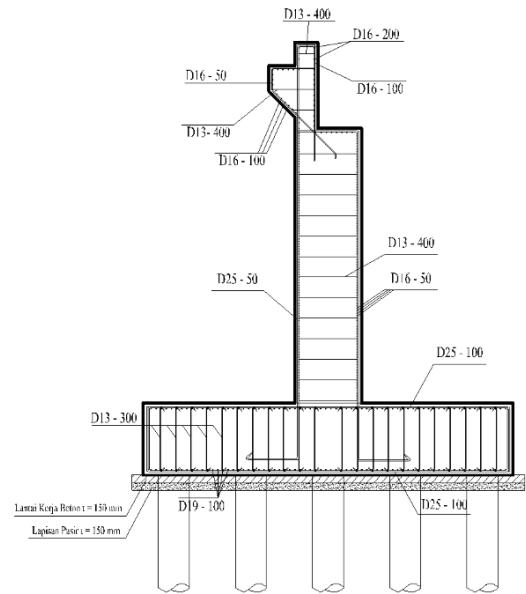
Penulangan *Pile Cap* digunakan tulangan pokok D25-100, tulangan bagi D19-100, dan tulangan geser D13-300. Penulangan Dinding Badan (*Breast Wall*) digunakan tulangan pokok D25-50, tulangan bagi D16-50, dan tulangan geser D13-400^[7].



Gambar 10. Dimensi *Abutment*

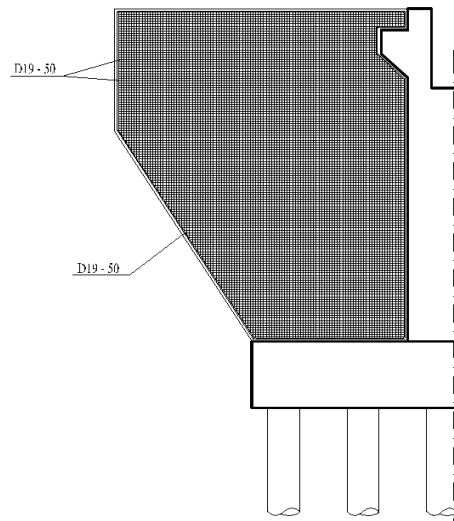
Penulangan Dinding Belakang (*Back Wall*) Bawah digunakan tulangan pokok D16-50, tulangan bagi D16-100, dan tulangan geser

D13-400. Penulangan Dinding Belakang (*Back Wall*) Atas digunakan tulangan pokok D16-100, tulangan bagi D16-200, dan tulangan geser D13-400.



Gambar 11. Penulangan *Abutment*

Penulangan *Wing Wall* digunakan tulangan pokok D19-50, tulangan bagi D19-50, dan tulangan geser D13-400



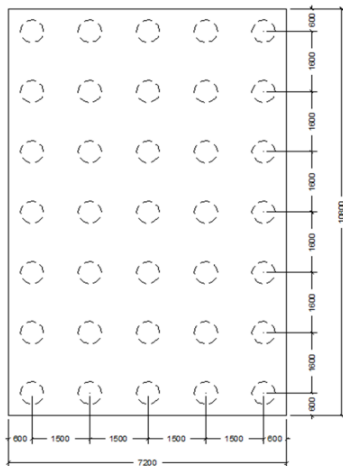
Gambar 12. Penulangan *Wing Wall*

Pondasi *Abutment*

- Dimensi = 7,2 m × 10,8 m
- Diameter (D) = 0,60 m
- Panjang (L) = 11 m
- f_c' tiang pancang = 50 MPa

Tabel 2. Kombinasi Beban pada Pondasi Abutment

No	Kombinasi Beban	Persamaan Kombinasi Terfaktor
1	Kuat I	$Q = 1,25 MS + 1,40 MA + 1,25 TA + 1,80 (TD + TB) + 1,20 E_{un} + 1,3 BF$
2	Kuat V	$Q = 1,25 MS + 1,40 MA + 1,25 TA + 0,40 EW_S + 1,00 EW_L + 1,20 E_{un} + 1,3 BF$
3	Ekstrem I	$Q = 1,25 MS + 1,40 MA + 1,25 TA + 0,50 (TD + TB) + 1,00 (EQ + AE) + 1,3 BF$
4	Daya Layan I	$Q = 1,00 (MS + MA + TA + TD + TB) + 1,20 E_{un} + 0,3 EW_S + 1,00 EW_L + 1,3 BF$
5	Daya Layan IV	$Q = 1,00 (MS + MA + TA) + 0,7 EW_S + 1,20 E_{un} + 1,3 BF$



Gambar 13. Pondasi Abutment

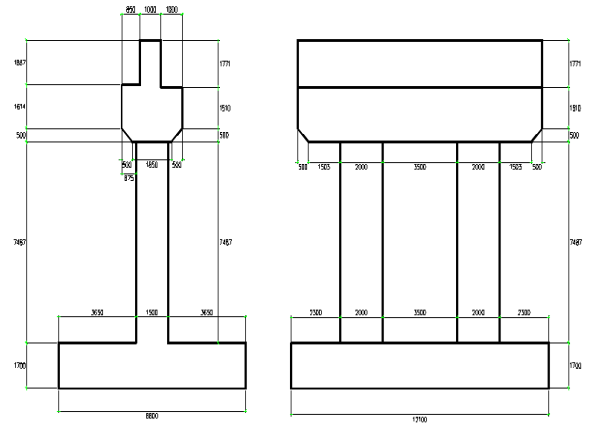
Perencanaan Pilar direncanakan dengan merujuk pada standar yang berlaku^[8]:

- Tinggi Pilar = 12,968 m
- Berat beton (Bj) = 24 KN/m³
- Berat tanah (γd) = 17,2 KN/m³
- fc' = 29 Mpa

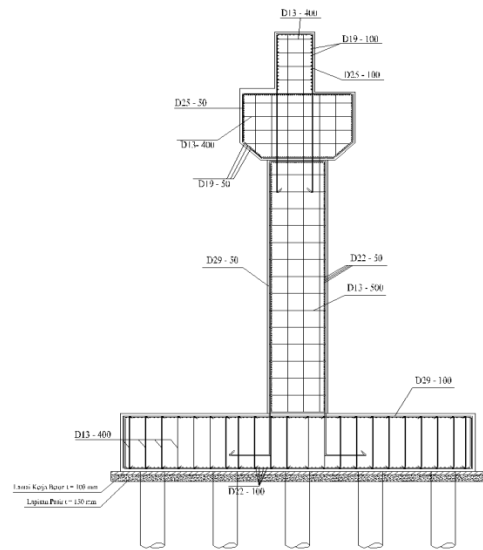
Penulangan Pile Cap digunakan tulangan pokok D29-100, tulangan bagi D22-100, dan tulangan geser D13-250 arah y dan D13-400 arah x.

Penulangan Dinding Badan (*Breast Wall*) digunakan tulangan pokok D29-50, tulangan bagi D22-50, dan tulangan geser D13-200 arah y dan D13-500 arah x.

Penulangan Dinding Belakang (*Back Wall*) Bawah digunakan tulangan pokok D25-50, tulangan bagi D19-50, dan tulangan geser D13-400.



Gambar 14. Dimensi Pilar



Gambar 15. Penulangan Pilar

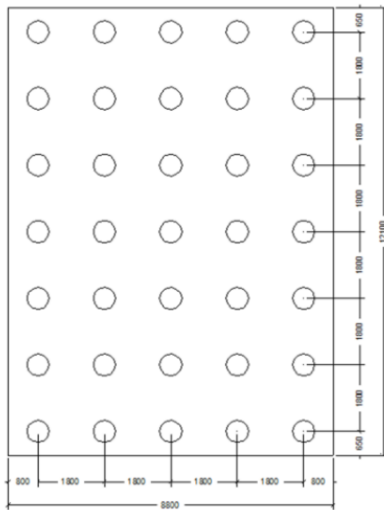
Penulangan Dinding Belakang (*Back Wall*) Atas digunakan tulangan pokok D25-100, tulangan bagi D19-100, dan tulangan geser D13-400.

Pondasi Pilar

- Dimensi = 8,80 m × 12,1 m
- Diameter (D) = 0,60 m
- Panjang (L) = 15 m
- fc' tiang pancang = 50 MPa

Tabel 3. Kombinasi Beban pada Pondasi Pilar

No	Kombinasi Beban	Persamaan Kombinasi Terfaktor
1	Kuat I	$Q = 1,25 MS + 1,40 MA + 1,80 (TD + TB) + 1,20 E_{un} + 1,3 BF$
2	Kuat V	$Q = 1,25 MS + 1,40 MA + 0,40 EW_S + 1,00 EW_L + 1,20 E_{un} + 1,3 BF$
3	Ekstrem I	$Q = 1,25 MS + 1,40 MA + 0,50 (TD + TB) + 1,00 EQ + 1,3 BF$
4	Daya Layan I	$Q = 1,00 (MS + MA + TD + TB) + 1,20 E_{un} + 0,3 EW_S + 1,00 EW_L + 1,3 BF$
5	Daya Layan IV	$Q = 1,00 (MS + MA) + 0,7 EW_S + 1,20 E_{un} + 1,3 BF$



Gambar 16. Pondasi Pilar

3.4. Manajemen Proyek

Manajemen merupakan suatu usaha dalam pengerjaan suatu proyek yang dibatasi oleh anggaran, jadwal, dan mutu agar tercapainya pelaksanaan secara efisien dan efektif tanpa mengurangi mutu dan kualitas^[12]. Atau manajemen dapat diartikan dengan berjalan suatu pekerjaan dengan lancar dan kondusif sesuai dengan yang telah direncanakan.

Dalam Proyek Pembangunan Jembatan Tanjung Enim II, Tanjung Enim, Kab. Muara Enim ditentukan rancangan anggaran biaya yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi Biaya

No. Divisi	Uraian	Jumlah Harga Pekerjaan (Rupiah)
1	Umum	470.813.027,50
2	Pekerjaan Tanah	897.368.976,59
3	Pekerjaan Aspal	217.800.520,09
4	Pekerjaan Struktur	10.175.988.998,51
5	Pekerjaan Bangunan Pelengkap	4.631.715,11
6	Pekerjaan <i>Finishing</i>	159.000.000
(A) Jumlah Harga Pekerjaan (termasuk Biaya Umum dan Keuntungan)		11.925.603.238,70
(B) Pajak Pertambahan Nilai (PPN) = 10% × (A)		1.192.560.323,87
(C) JUMLAH TOTAL HARGA PEKERJAAN = (A) + (B)		13.118.163.563

Terbilang : Tiga Belas Milyar Seratus Delapan Belas Juta Seratus Enam Puluh Tiga Ribu Lima Ratus Enam Puluh Tiga Rupiah

4. KESIMPULAN

Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan untuk mendapatkan jembatan yang kokoh dan efektif diperlukan jembatan dengan bentang 81 m dan lebar jalur lalu lintas 8,7 m yang didesain dengan balok induk PCI Girder dan pondasi tiang pancang berdiameter 0,6 m sedalam 11 m berjumlah 35 buah.

Daftar Pustaka

- [1] Badan Pusat Statistik Muara Enim. 2019. Muara Enim Dalam Angka. Badan Pusat Statistik.
- [2] Badan Standarisasi Nasional. 2016. SNI 1725-2016 Pembebanan Untuk Jembatan. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- [3] Badan Standarisasi Nasional. 2004. RSNI T-12-2004 Perencanaan Struktur Beton Untuk Jembatan. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- [4] Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 2847-2002 Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- [5] Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI

2833-2008 Standar Perencanaan Tahan Gempa Untuk Jembatan. Badan Standardisasi Nasional : Jakarta.

- [6] Badan Standardisasi Nasional. 2012. SNI 3966-2012 Cara Uji Kekakuan Tekan dan Kekakuan Geser Bantalan Karet Jembatan. Badan Standardisasi Nasional : Jakarta.
- [7] Badan Standardisasi Nasional. 2018. Spesifikasi Umum 2018 Untuk Pekerjaan Konstruksi Jalan dan Jembatan. Badan Standardisasi Nasional : Jakarta.
- [8] Badan Standardisasi Nasional. 2015. Pedoman Persyaratan Umum Perencanaan Jembatan. Badan Standardisasi Nasional : Jakarta.
- [9] Budiadi, Andri. 2008. Desain Praktis Beton Prategang. Yogyakarta : Andri Yogyakarta.
- [10] Nawy, Edward G. 2001. Beton Prategang: Suatu Pendekatan Mendasar. Jakarta : Erlangga.
- [11] Supriyadi, Dr.Ir.Bambang dan Agus Setyo Mutohar. 2007. Jembatan. Yogyakarta : Rineka Cipta.
- [12] Wideasanti, Ir. Irika dan Lenggogeni, M.T. 2013. Manajemen Konstruksi. Bandung : PT. Remaja Rosdakarya.