



**TUGAS AKHIR**

**PENINJAUAN ULANG STRUKTUR *PIER* PADA  
PEMBANGUNAN FLY OVER JALAN AKSES PELABUHAN  
PATIMBAN SUBANG, JAWA BARAT**

Oleh:

**WEGIG HASAN R.**

**40030117060045**

Diajukan Sebagai

Salah Satu Syarat Menyelesaikan Studi Program Studi Diploma III  
Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro

**PROGRAM STUDI DIPLOMA III TEKNIK SIPIL**

**SEKOLAH VOKASI**

**UNIVERSITAS DIPONEGORO**

**2020**

## HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Tugas Akhir ini adalah karya saya sendiri,  
dan semua sumber baik yang dikutip maupun  
dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

NAMA : WEGIG HASAN R.

NIM : 40030117060045

Tanda Tangan :.....

Tanggal :.....

## HALAMAN PENGESAHAN



## TUGAS AKHIR

“Peninjauan Ulang Struktur *Pier* pada Pembangunan Fly Over Jalan  
Akses Pelabuhan Patimban Subang, Jawa Barat”  
Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disahkan pada,

Hari :

Tanggal :

Disusun oleh :

**Wegig Hasan R. 40030117060045**

Dosen Pembimbing,

**Asri Nurdiana, ST, MT.**

**NIP. 19850209201212200**

Mengetahui,

Ketua Program Studi Diploma III Teknik Sipil SV UNDIP

**Asri Nurdiana, ST, MT.**

**NIP. 19851209201212200**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur, penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan hikmat-Nya dalam penyusunan Tugas Akhir, sehingga dapat terselesaikan.

Tugas Akhir dengan judul **“PENINJAUAN ULANG PIER PADA FLY OVER JALAN AKSES PELABUHAN PATIMBAN SUBANG, JAWA BARAT”** disusun guna melengkapi dan memenuhi persyaratan kelulusan pendidikan pada Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro Semarang.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tugas akhir ini tidak akan selesai tanpa bantuan dan dorongan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih atas bantuannya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat-Nya sehingga kerja praktik dapat berjalan lancar.
2. Ayah, ibu, dan kakak serta keluarga yang telah, dan selalu mencurahkan kasih sayang dan dukungannya.
3. Ibu Asri Nurdiana, S.T., M.T selaku Ketua Jurusan Teknik yang telah memberikan izin untuk melaksanakan kerja praktik.
4. Ibu Fardzanela Suwanto, S.T., Msc selaku Dosen Pembimbing kerja praktik yang telah memberi bimbingan dan arahan dalam penyusunan laporan kerja praktik ini.

5. Bapak Eka Jaya Selindra, S.T. selaku Chief Site Engineer dan Bapak Darian, S.T. selaku pembimbing lapangan yang telah membimbing penyusun selama melaksanakan kerja praktik.
6. Teman-teman Diploma III Teknik Sipil angkatan 2017 secara umum dan terlebih kepada Faiq Ahmad dan Bayu Prakoso yang telah memberikan dukungan serta bantuan dalam bentuk apapun dalam pelaksanaan kerja praktik dan proses penyusunan laporan.
7. Semua pihak yang telah membantu penyusunan laporan kerja praktik ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis menyadari akan ketidaksempurnaan maupun kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun guna kesempurnaan tugas akhir ini. Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi insan teknik sipil khususnya dan semua pihak pada umumnya.

Semarang, 22 November 2021

Penyusun

## HALAMAN MOTTO

**“Usaha baik dan keras tidak akan mengkhianati hasil”**

*It wasn't a waste of time if you learned something*

**“itu bukanlah membuang waktu jika anda mempelajari sesuatu”**

**Hidup adalah petulangan, banyak jalan yang bisa kamu pilih, dan setelah kamu pilih salah satu jalan, jalanlah terus kedepan hadapi semua rintangan.**

**Lika – liku kehidupan adalah bagian garis hidup semua orang, temukanlah setiap hikmah dari setiap permasalahan yang ada, belajar dan jadilah orang yang bijaksana.**

**Ingatlah Allah saat hidupmu tak berjalan sesuai dengan keinginanmu, Allah pasti memiliki jalan yang terbaik untukmu.**

# DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
HALAMAN MOTTO .....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL .....	xvi
BAB I.....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang Proyek .....	1
1.2. Maksud dan Tujuan Penulisan.....	2
1.3. Permasalahan.....	3
1.4. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II.....	5
TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Uraian Umum .....	5
2.1.1 Struktur Bangunan Atas ( <i>Upper Structure</i> ) .....	5
2.1.2 Struktur Bangunan Bawah ( <i>Sub Structure</i> ).....	9
2.2 Pilar Jembatan ( <i>Pier</i> ) .....	14
2.2.1 Jenis Pilar Jembatan .....	14
2.2.2 Penyebaran Gaya.....	27
BAB III.....	31
METODE PENULISAN .....	31
3.1 Subjek dan Objek Penulisan .....	31
3.2 Metode Pengumpulan Data .....	31
3.3 Studi Literatur .....	33
3.4 Pengolahan Data .....	33
BAB IV .....	34
ANALISA DAN PERHITUNGAN .....	34

4.1	Perhitungan dan Analisa Struktur <i>Abutment</i> .....	34
4.1.1	Data Konstruksi .....	34
4.1.2	Perhitungan Beban Konstruksi .....	35
4.1.3	Kombinasi Pembebanan .....	60
4.1.4	Pemeriksaan Kestabilan Abutmen .....	68
4.1.5	Penulangan <i>Abutment</i> .....	74
4.1.6	Penulangan <i>Wing Wall</i> .....	95
BAB V	.....	99
PENUTUP	.....	99
5.1	Kesimpulan.....	99
5.2	Saran .....	99
DAFTAR PUSTAKA	.....	101



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 tipe dinding penuh.....	14
Gambar 2. 2 tipe dua kolom.....	15
Gambar 2. 3 tipe balok cap .....	15
Gambar 2. 4 beban "D" .....	188
Gambar 2. 5 ketentuan penggunaan beban "D" .....	19
Gambar 2. 6 lokasi pembagian daerah gempa .....	25
Gambar 4. 1 struktur <i>abutment</i> .....	35
Gambar 4. 2 <i>barrier</i> .....	37
Gambar 4. 3 parapet .....	38
Gambar 4. 4 aspal.....	39
Gambar 4. 5 <i>slab</i> .....	40
Gambar 4. 6 potongan memanjang PCI girder.....	40
Gambar 4. 7 potongan PCI girder .....	44
Gambar 4. 8 beban hidup D .....	45
Gambar 4. 9 beban genangan air.....	45
Gambar 4. 10 reaksi akibat beban hidup pada sandaran .....	47
Gambar 4. 11 skema pembebanan angin.....	50
Gambar 4. 12 gaya gempa dan letaknya .....	52
Gambar 4. 13 beban pada plat injak.....	53
Gambar 4. 14 reaksi akibat beban pada plat injak .....	53

Gambar 4. 15 tekanan tanah pada abutment .....	53
Gambar 4. 16 gaya akibat tekanan tanah isian.....	57
Gambar 4. 17 berat sendiri abutment dan sayap .....	60
Gambar 4. 18 kombinasi pembebanan ditinjau dari titik A .....	64
Gambar 4. 19 kombinasi pembebanan ditinjau dari titik B .....	71
Gambar 4. 20 gaya geser pada abutment .....	72
Gambar 4. 21 gaya guling pada abutment.....	74
Gambar 4. 22 potongan struktur perhitungan penulangan abutment .....	75
Gambar 4. 23 gaya yang bekerja pada bagian I (A) .....	80
Gambar 4. 24 penulangan bagian I .....	81
Gambar 4. 25 gaya yang bekerja pada bagian II ( I dan II) .....	88
Gambar 4. 26 penulangan bagian 2.....	89
Gambar 4. 27 gaya yang bekerja pada bagian III.....	91
Gambar 4. 28 beban tanah isian .....	94
Gambar 4. 29 penulangan bagian III.....	95
Gambar 4. 30 tekanan tanah pada wing wall .....	98
Gambar 4. 31 penulangan wing wall.....	98

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 jumlah jalur lalu lintas.....	17
Tabel 2. 2 jumlah median anggapan untuk menghitung reaksi perletakan .....	20
Tabel 2. 3 <i>modulus young</i> (E) dan koefisien muai panjang .....	23
Tabel 4. 1 beban angin .....	49
Tabel 4. 2 gaya dan momen akibat gempa.....	51
Tabel 4. 3 tekanan tanah pada abutment .....	54
Tabel 4. 4 gaya akibat tanah isian .....	56
Tabel 4. 5 gaya akibat berat sendiri abutment dan sayap.....	59
Tabel 4. 6 pembebanan abutment ditinjau dari titik A.....	61
Tabel 4. 7 kombinasi pembebanan ditinjau dari titik A .....	64
Tabel 4. 8 kombinasi pembebanan ditinjau dari titik B .....	68
Tabel 4. 9 kontrol terhadap geser .....	72
Tabel 4. 10 gaya dan momen akibat tekanan tanah .....	76
Tabel 4. 11 gaya dan momen akibat berat sendiri abutment.....	77
Tabel 4. 12 gaya dan momen akibat tekanan tanah .....	82
Tabel 4. 13 gaya dan momen akibat berat sendiri abutment.....	82
Tabel 4. 14 gaya dan momen akibat tekanan tanah .....	90
Tabel 4. 15 gaya dan momen akibat berat sendiri abutment.....	91
Tabel 4. 16 gaya dan momen akibat isian tanah .....	92
Tabel 4. 17 gaya akibat tekanan tanah .....	96

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1.Latar Belakang Proyek**

Pada era ini, perkembangan moda transportasi sudah cukup berkembang dibandingkan dengan sebelumnya. Hal ini bisa dilihat dari berbagai sarana prasarana serta infrastruktur yang mendukung perkembangan transportasi di Indonesia. Dengan berkembangnya moda transportasi di Indonesia ini harapannya proses perpindahan barang atau manusia dari satu tempat ke tempat yang lain menjadi lebih mudah, praktis, dan efisien. Salah satu bentuk sarana dan infrastruktur pendukung bagi moda transportasi di Indonesia, khususnya moda transportasi laut, adalah adanya dermaga atau pelabuhan.

Pada kenyataannya, proses ekspor impor melalui jalur laut yang dilakukan oleh pemerintah Indonesia saat ini masih terfokus di pelabuhan Tanjung Priok. Hal ini menyebabkan sering terjadi penumpukan kegiatan ekspor impor yang berimbas pada proses ekspor impor cukup lama. Oleh karena itu, pemerintah pusat melalui kementerian perhubungan mengembangkan sebuah pelabuhan baru yang berada di Patimban, Subang. Pelabuhan ini pada nantinya akan menjadi pusat ekspor impor untuk otomotif di Indonesia. Dengan pembangunan pelabuhan ini harapannya bisa mengurangi kepadatan yang terjadi di pelabuhan Tanjung Priok dan meningkatkan efisiensi dan kinerja pelabuhan Patimban dan pelabuhan Tanjung Priok .

Dalam pembangunan pelabuhan patimban ada beberapa infrastruktur pendukung guna meningkatkan kinerja pelabuhan patimban di masa yang akan datang. Salah satunya adalah pembangunan jalan akses serta *flyover* dari jalan eksisting menuju pelabuhan utama patimban. Hal ini disebabkan karena akses dari jalan eksisting menuju pelabuhan utama hanya berbentuk persawahan dan lahan kosong. Dengan pembangunan jalan akses menuju pelabuhan patimban diharapkan memudahkan kendaraan dari dan menuju pelabuhan tersebut.

Secara garis besar, proyek pembangunan jalan akses pelabuhan patimban ini dikelola oleh Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia dengan bekerja sama dengan beberapa kontraktor lokal maupun asing guna mewujudkan proyek tersebut.

Pekerjaan pembangunan struktur bawah *flyover* pada proyek pembangunan jalan akses pelabuhan patimban ini dinilai layak dan memenuhi kriteria untuk mahasiswa melakukan kerja praktik karena sudah memenuhi persyaratan panjang bentang jembatan, yaitu minimal 20 m dengan harapan mampu memahami langkah kerja dalam proses pembangunan struktur bawah pada sebuah *flyover*.

## **1.2.Maksud dan Tujuan Penulisan**

Maksud penyusunan Tugas Akhir ini adalah peninjauan ulang struktur bawah *flyover* Sta 7+128 Pembangunan Jalan Akases Pelabuhan Patimban Subang, Jawa Barat serta secara akademis penulisan Tugas Akhir ini mempunyai tujuan adalah sebagai berikut :

1. Meninjau ulang struktur bagian pondasi Tiang Pancang

2. Meninjau ulang struktur bagian *Pile Cap/Footing*.
3. Meninjau ulang struktur bagian Kolom.

### **1.3. Permasalahan**

Pokok permasalahan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini meliputi peninjauan struktur pondasi *Fly Over* Sta 7+128 Pembangunan Jalan Akses Pelabuhan Patimban, penulis membatasi masalah:

1. Analisa Pembebanan Struktur Bawah
2. Struktur bawah yang ditinjau adalah PW6 dan Pondasi Tiang Pancang

### **1.4. Sistematika Penulisan**

Dalam penyusunan tugas akhir ini, penulis membagi menjadi 5 BAB, dengan sistematika penulisan sebagai berikut:

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Meliputi latar belakang, maksud dan tujuan, ruang lingkup penulisan, dan sistematika penulisan.

#### **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Meliputi landasan teori yang menjadi dasar analisa dan perhitungan pada penulisan.

#### **BAB III METODE PENULISAN**

Meliputi subjek dan objek perhitungan, metode pengumpulan data, dan pengolahan data.

#### **BAB IV PERHITUNGAN DAN ANALISA**

Meliputi analisa dan perhitungan dari data-data yang terkumpul.

#### **BAB V PENUTUP**

Meliputi kesimpulan dan saran berdasarkan pembahasan yang telah dilakukan.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Uraian Umum**

Menurut KBBI (2020), jalan layang adalah jalan raya yang dibangun di atas tiang pancang (beberapa meter di atas jalan biasa). Dengan tujuan menghubungkan jalur transportasi tersebut untuk peningkatana kesejahteraan dalam perekonomian, pendidikan, social, kesehatan hingga budaya, sehingga menyebabkan tingkat arus lalu lintas semakin meningkat dari desa ke kota maupun sebaliknya. Pembangunan ini diharapkan mampu mendorong pemerintah daerah maupun pusat dalam mengembangkan fasilitas yang menunjang kebutuhan rakyatnya, sehingga tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara masyarakat desa dengan masyarakat kota.

Jalan layang adalah jalan yang di bangun tidak sebidang melayang menghindari daerah/kawasan yang selalu menghadapi permasalahan lalu lintas, melewati persilangan kereta api untuk meningkatkan keselamatan lalu lintas dan efisiensi.

Jalan layang merupakan perlengkapan jalan bebas hambatan untuk mengatasi hambatan karena konflik dipersimpangan, melalui kawasan kumuh yang sulit ataupun melewati kawasan rawa-rawa.



### 2.1.1 Struktur Bangunan Atas (*Upper Structure*)

Struktur bangunan atas (*upper structure*) adalah bagian konstruksi jembatan yang berfungsi menahan beban yang ditimbulkan oleh arus lalu lintas, orang, dan kendaraan yang kemudian disalurkan ke bangunan dibawahnya (*sub structure*). (Pengantar dan Prinsip-Prinsip Perencanaan Bangunan Jembatan PUPR, 1988)

Konstruksi bagian atas jembatan terdiri dari :

#### a. Plat Lantai

Plat lantai merupakan komponen jembatan yang memiliki fungsi utama untuk mendistribusikan beban sepanjang potongan melintang jembatan dan beban-beban sepanjang bentang jembatan. (Hardiyatmo, 2010). Bahan untuk membuat lantai jembatan dapat dibuat dari beberapa jenis konstruksi, yaitu:

- Lantai beton bertulang.
- Lantai kayu.

Bahan konstruksi lantai jembatan yang sering digunakan di Indonesia adalah lantai beton bertulang. Hal ini ditinjau dari sudut pelaksanaan dan pemeliharaannya lebih mudah, lebih murah dan lebih kuat serta tingkat keawetannya lebih lama dibandingkan dengan lantai dari kayu.

#### b. Gelagar Induk

Gelagar induk merupakan komponen utama yang berfungsi untuk mendistribusikan beban-beban secara longitudinal dan biasanya di

desain untuk menahan lendutan. (Hardiyatmo, 2010). Balok utama / gelagar induk biasanya dibuat dari beberapa macam/jenis konstruksi, antara lain:

- Gelagar dari beton bertulang dengan lantai kendaraan dari beton bertulang (monolith) atau T Beam Convensional.
- Gelagar beton bertulang dengan lantai dari kayu.
- Gelagar dari baja dengan lantai kendaraan dari beton bertulang (komposit).
- Gelagar dari baja dengan lantai kendaraan dari kayu.
- Gelagar dari kayu dengan lantai kendaraan dari kayu.

Pada penggunaan gelagar beton bertulang dapat dibuat di lapangan / lokasi pekerjaan atau di pabrik (pabrikasi) seperti pratekan atau prestessed.

c. Gelagar Melintang (Diafragma)

Gelagar melintang merupakan pengikat antar gelagar induk yang didesain untuk menahan deformasi melintang dari rangka struktur atas dan membatu pendistribusian bagian dari beban vertikal antara gelagar induk. (Hardiyatmo, 2010)

d. Bangunan Pelengkap

Bangunan pelengkap pada jembatan adalah bangunan yang dibangun dengan maksud untuk menambah keamanan konstruksi jembatan dan juga pejalan kaki. Bangunan pelengkap biasanya meliputi tiang

sandaran (*railing*), saluran pembuangan (*drainase*), lampu jembatan, dan lain-lain. (Hardiyatmo, 2010)

e. Ikatan Angin Atas / Bawah dan Ikatan Rem

Ikatan angin berfungsi untuk menahan atau melawan gaya yang diakibatkan oleh angin baik pada bagian atas jembatan maupun bagian bawah jembatan agar jembatan tetap dalam keadaan stabil. Sedangkan ikatan rem berfungsi untuk menahan saat terjadi gaya rem akibat pengeraman kendaraan yang melintas di atasnya.

f. Tumpuan atau Andas

Tumpuan atau andas adalah bagian dari jembatan yang terletak diantara bangunan atas atau bangunan bawah yang berfungsi menerima gaya-gaya dari konstruksi bangunan atas, baik secara horizontal, vertical, maupun lateral dan menyalurkannya ke bangunan bawah.

Gaya-gaya yang timbul adalah diakibatkan oleh :

- Beban vertical dan horizontal.
- Geser vertical dan horizontal.
- Putaran sudut.

Macam-macam andas :

- Andas pelat.
- Andas garis.

- Andas titik (pin).
- Andas bidang.
- Andas pivot.
- Andas karet (elastomer).
- Andas karet dengan seal.
- Andas roll (tunggal, ganda)
- Andas pelat khusus.

### **2.1.2 Struktur Bangunan Bawah (*Sub Structure*)**

Struktur bangunan bawah (*sub structure*) adalah bagian konstruksi yang menahan beban dari bangunan atas jembatan dan menyalurkannya ke pondasi yang kemudian disalurkan ke tanah dasar. (Pengantar dan Prinsip-Prinsip Perencanaan Bangunan Jembatan PUPR, 1988)

Ditinjau dari konstruksinya, struktur bangunan bawah jembatan terdiri dari:

#### **a. Pondasi**

Pondasi adalah konstruksi jembatan yang terletak di paling bawah dan berfungsi untuk menerima beban dan meneruskannya ke lapisan tanah, sehingga beban dapat dipikul oleh struktur secara keseluruhan. (Hardiyatmo, 2010). Dalam perencanaan pondasi ada 2 (dua) hal utama yang harus diperhatikan, yaitu:

- Daya dukung tanah, adalah kemampuan tanah dasar untuk menahan beban pondasi tanpa terjadi keruntuhan, geser atau deformasi geser.

- Penurunan, yaitu penurunan yang disebabkan oleh beban bangunan, besar dan lamanya penurunan tergantung dari macam kepadatan kompresibilitas tanah dan beban.

Jenis – jenis pondasi pada jembatan ada 3 (tiga) macam yaitu:

- Pondasi telapak (*Spread Footing*).

Pondasi telapak dipergunakan apabila lapisan tanah dasar untuk pondasi mampu mendukung beban yang dilimpahkan terletak tidak terlalu dalam  $\pm 10$  m dari permukaan tanah. Jenis pondasi telapak yang dapat dibuat dari:

- ✓ Pasangan batu
- ✓ Beton bertulang
- ✓ Kombinasi pasangan batu dan beton
- Pondasi sumuran (*Caisson*).

Pondasi sumuran dipergunakan apabila lapisan tanah dasar untuk pondasi yang mampu mendukung beban yang dilimpahkan terletak cukup dalam atau dengan pertimbangan adanya pergeseran pada daerah pondasi dikemudian hari ( tanah keras berada antara 10-15 meter dari permukaan tanah ).

Type – type pondasi sumuran adalah :

- ✓ Dapat berbentuk sumuran.
- ✓ Dapat berbentuk lubang bor.
- ✓ Dapat berbentuk tiang ulir.
- Pondasi dalam (*Pile Foundation*).

Pondasi tiang dipergunakan apabila lapisan tanah dasar untuk pondasi yang mampu mendukung beban yang dilimpahkan terletak terlalu dalam ( tanah keras / batuan berada lebih dari 15 meter dari permukaan tanah ). Jenis pondasi type ini biasa disebut pondasi tiang pancang.

Jenis-jenis type pondasi tiang pancang :

- ✓ Dapat terdiri dari balok kayu.
- ✓ Dapat terdiri dari pipa baja.
- ✓ Dapat terdiri dari profil baja.
- ✓ Dapat terdiri dari beton prestress.
- ✓ Dapat terdiri dari kombinasi pipa baja dan beton.

Dari ketiga jenis pondasi jembatan, dalam penggunaannya berbeda-beda tetapi untuk dasar penelitian yang memadai untuk berbagai kondisi, ekonomis biaya serta pelaksanaannya tepat waktu. Dari semua type pondasi tersebut diatas, yang perlu diperhatikan dan sangat menentukan jika dikaitkan dengan kondisi dan situasi setempat adalah :

- ✓ Kondisi tanah dasar pondasi.
- ✓ Kondisi dan perilaku sungai.
- ✓ Batasan-batasan konstruksi diatasnya.
- ✓ Pelaksanaan dan kondisi lahannya.
- ✓ Konstruksi yang akan dipergunakan.
- ✓ Ekonomisnya ( pembiayaan ).

- ✓ Waktu pelaksanaan.

Syarat-syarat yang perlu diperhatikan dalam perencanaan pondasi jembatan adalah :

- ✓ Struktur secara keseluruhan, yaitu :

Stabil dalam arah vertical dan arah horizontal serta terhadap guling.

- ✓ Pergeseran bangunan, yaitu :

Besarnya penurunan, sudut kemiringan dan pergeseran mendatar, dimana harus lebih kecil dari nilai yang diijinkan bagi bangunan atas.

- ✓ Bagian-bagian pondasi harus memiliki kekuatan yang diperlukan.

#### b. Abutment

Abutment adalah suatu konstruksi jembatan yang terdapat pada ujung-ujung jembatan yang berfungsi sebagai penahan beban dari bangunan atas dan tekanan tanah lateral yang kemudian diteruskan ke pondasi. (Hardiyatmo, 2010)

Bentuk umum dari abutmen yang sering kita jumpai baik pada jembatan lama maupun jembatan baru pada prinsipnya semua sama sebagai pendukung beban, tetapi yang paling dominan sekali ditinjau dari kondisi lapangannya, seperti daya dukung tanah dasar dan penurunannya ( Settlement ) yang terjadi.

Adapun jenis abutmen ini dapat dibuat dari jenis pasangan batu atau dari beton bertulang dengan konstruksi seperti dinding atau tembok.

Perencanaan kita sesuaikan dengan kondisi medan dan kemampuan mendukung dari konstruksi tersebut, dapat juga dari konstruksi kombinasi.

Macam-macam type pangkali jembatan dan penggunaannya :

- Type Masif (solid) / type dinding penuh
  - Pada umumnya type ini terbuat dari pasangan batu kali atau dari beton bertulang dengan konstruksi berupa dinding / tembok, maksudnya untuk menyesuaikan elevasi ketinggian muka jalan dan ketinggian muka air banjir, dimana sebelumnya elevasi tanah dasar jauh lebih rendah (dalam kondisi belum ditinggikan).
  - Penggunaannya disamping untuk menyesuaikan elevasi muka jalan, juga sebagai dinding penahan tanah belakang.
- Type Cap (tipe topi)
  - Pada konstruksi ini umumnya dapat dibuat dari beton bertulang, terdiri dari pondasi langsung, sumuran atau tiang pancang yang permukaan elevasi tanah dasarnya tidak perlu dalam, sehingga type topi ini disamping untuk menahan beban di atasnya, juga sebagai dinding penahan tanah dibelakangnya.
  - Konstruksi ini pada umumnya dipergunakan pada daerah sungai yang curam dan tanah kerasnya lebih dalam dan cukup stabil.



c. Pilar

Pilar adalah salah satu konstruksi bangunan bawah jembatan yang terletak diantara dua abutment yang juga berfungsi sebagai penahan beban bangunan atas dan meneruskannya ke pondasi. (Hardiyatmo, 2010)

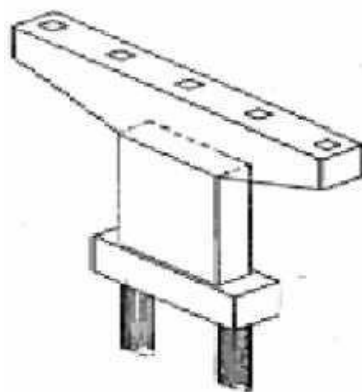
## 2.2 Pilar (*Pier*)

Pilar (*pier*) adalah suatu konstruksi beton bertulang yang menumpu di atas pondasi dan terletak diantara dua abutment yang berfungsi sebagai pemikul antara bentang tepi dan bentang tengah bangunan atas jembatan. Pilar (*pier*) jembatan juga berfungsi menyalurkan gaya – gaya vertikal dan horisontal dari bangunan atas ke pondasi. (Hardiyatmo, 2010)

### 2.2.1 Jenis Pilar Jembatan

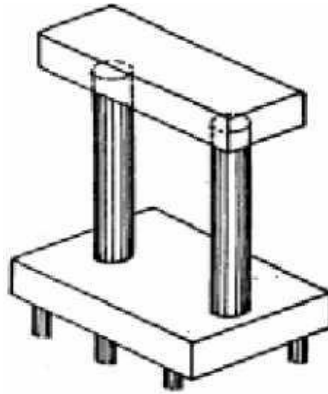
Secara umum, ada beberapa macam jenis pilar jembatan, yaitu :

1. Tipe dinding penuh



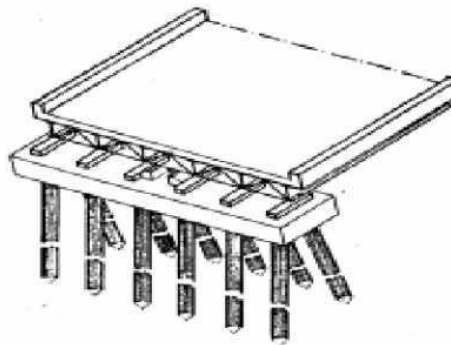
**Gambar 2. 1 tipe dinding penuh**

## 2. Tipe dua kolom



**Gambar 2. 2 tipe dua kolom**

## 3. Tipe balok cap



**Gambar 2. 3 tipe balok cap**

### 2.2.2 Perhitungan Pembebanan

Dasar teori merupakan materi yang didasarkan pada buku-buku referensi dengan tujuan memperkuat materi pembahasan, maupun sebagai dasar dalam menggunakan rumus-rumus tertentu guna mendesain suatu struktur. Dalam Perencanaan dipakai referensi Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya (PPPJJR) tahun 1987 yang diterbitkan

oleh Departemen Pekerjaan Umum. Pedoman pembebanan meliputi beban primer dan beban sekunder.

### 2.2.1.1 Beban Primer

Beban primer adalah beban yang merupakan beban utama dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya, 1987)

Adapun yang termasuk beban primer adalah :

#### a. Beban Mati (M)

Beban mati adalah semua beban yang berasal dari berat sendiri jembatan atau bagian jembatan yang ditinjau, termasuk segala unsur tambahan yang dianggap merupakan satu kesatuan tetap dengannya.

Dalam menentukan besarnya beban mati, harus digunakan nilai berat isi untuk bahan-bahan bangunan seperti tersebut di bawah ini :

Baja Tuang .....	7,85 t/m <sup>3</sup>
Besi Tuang .....	7,25 t/m <sup>3</sup>
Alumunium Paduan.....	2,80 t/m <sup>3</sup>
Beton Bertulang/Pratekan .....	2,50 t/m <sup>3</sup>
Beton Biasa, Tumbuk, Siklop .....	2,20 t/m <sup>3</sup>
Pasangan Batu/Bata.....	2,00 t/m <sup>3</sup>
Kayu .....	1,00 t/m <sup>3</sup>
Tanah, Pasir, Kerikil .....	2,00 t/m <sup>3</sup>
Perkerasan Jalan Beraspal .....	2,00 – 2,50 t/m <sup>3</sup>
Air .....	1,00 t/m <sup>3</sup>

\*) untuk bahan-bahan yang belum disebut diatas, harus diperhitungkan berat isi yang sesungguhnya.

Apabila bahan bangunan setempat memberikan nilai berat isi yang jauh menyimpang dari nilai-nilai yang tercantum di atas, maka berat ini harus ditentukan tersendiri dan nilai yang didapat, setelah disetujui oleh orang yang berwenang, selanjutnya digunakan dalam perhitungan. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya, 1987)

**b. Beban Hidup (H)**

Beban hidup adalah semua beban yang berasal dari berat kendaraan- kendaraan bergerak/lalu lintas dan pejalan kaki yang dianggap bekerja pada jembatan.

**Tabel 2. 1 jumlah jalur lalu lintas**

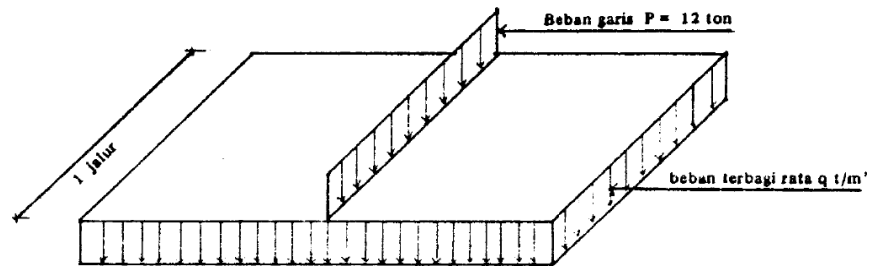
Lebar lantai kendaraan	Jumlah Jalur Lalu Lintas
5,50 sampai dengan 8,25 m.	2
Lebih dari 8,25 m sampai dengan 11,25 m	3
Lebih dari 11,25 m sampai dengan 15,00 m	4
Lebih dari 15,00 m sampai dengan 18,75 m	5
Lebih dari 18,75 m sampai dengan 32,50 m	6

Beban hidup dinyatakan dalam dua macam yaitu :

- Beban “T”  

Beban “T” adalah beban kendaraan truk yang memiliki beban roda ganda (*dual wheel load*).
- Beban “D”

Beban hidup pada jembatan harus ditinjau dari beban “D” yang merupakan beban jalur untuk gelagar. Beban “D” atau beban jalur adalah susunan beban pada setiap jalur lalu lintas yang



**Gambar 2. 4 beban "D"**

terdiri dari beban terbagi rata sebesar “q” ton per meter panjang per jalur, dan beban garis “P” ton per jalur lalu lintas tersebut.

Besar “q” ditentukan sebagai berikut:

$$q = 2,2 \text{ t/m}' \dots\dots\dots \text{ untuk } L \leq 30 \text{ m}$$

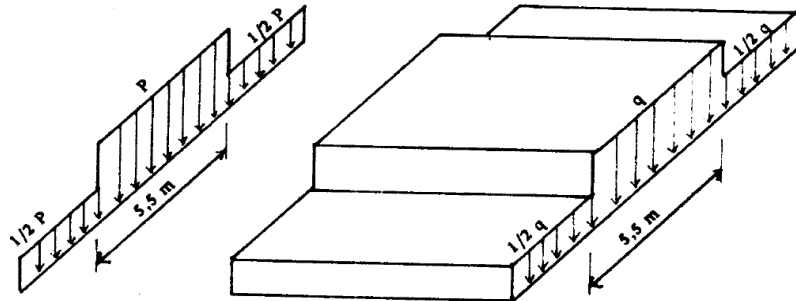
$$q = 2,2 \text{ t/m}' - 1,1/60 \times (L - 30) \text{ t/m}' \dots\dots\dots \text{ untuk } 30 \text{ m} < L < 60 \text{ m}$$

$$q = 1,1 \times (1 + 30/L) \text{ t/m}' \dots\dots\dots \text{ untuk } L > 60 \text{ m}$$

Ketentuan penggunaan beban “D” dalam arah melintang jembatan adalah sebagai berikut:

- Untuk jembatan dengan lebar lantai kendaraan sama atau lebih kecil dari 5,50 meter, beban “D” sepenuhnya (100%) harus di bebankan pada seluruh lebar jembatan.
- Untuk jembatan dengan lebar lantai kendaraan lebih besar dari 5,50

meter sedang lebar selebihnya dibebani hanya separuh beban “D” (50%).



**Gambar 2. 5 ketentuan penggunaan beban "D"**

Dalam menentukan beban hidup (beban terbagi rata dan beban garis) perlu diperhatikan ketentuan bahwa beban hidup per meter lebar jembatan menjadi sebagai berikut :

$$\text{Beban Terbagi Rata} = \frac{q \text{ ton/meter}}{2,75 \text{ meter}}$$

$$\text{Beban Garis} = \frac{P \text{ ton}}{2,75 \text{ meter}}$$

\*) angka pembagi 2,75 meter diatas selalu tetap dan tidak tergantung pada lebar jalur lalu lintas.

Beban “D” tersebut harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga menghasilkan pengaruh terbesar dengan pedoman sebagai berikut:

- Dalam menghitung momen-momen maksimum akibat beban hidup (beban terbagi rata dan beban garis) pada gelagar menerus di atas beberapa perletakan digunakan ketentuan, yaitu: satu beban garis untuk momen positif menghasilkan pengaruh maksimum. Dua beban garis untuk momen negatif yang menghasilkan pengaruh

maksimum. Beban terbagi rata di tempatkan pada beberapa bentang/bagian bentang yang akan menghasilkan momen maksimum.

- Dalam menghitung momen maksimum positif akibat beban hidup pada gelagar dua perletakan digunakan beban terbagi rata sepanjang bentang gelagar dan satu beban garis.

Dalam menghitung reaksi perletakan pada pangkal jembatan dan pilar perlu diperhatikan jumlah jalur lalu lintas sesuai ketentuan. Dan untuk jumlah lalu lintas mulai 4 (empat) jalur atau lebih, beban “D” harus diperhitungkan dengan menganggap jumlah median sebagai berikut:

**Tabel 2. 2 jumlah median anggapan untuk menghitung reaksi perletakan**

Jumlah	Jumlah Median Anggapan
n = 4	1
n = 5	1
n = 6	1
n = 7	1
n = 8	3
n = 9	3
n = 10	3

**c. Beban Kejut**

Untuk memperhitungkan pengaruh getaran-getaran dan pengaruh dinamis lainnya, tegangan-tegangan akan memberikan hasil maksimum sedangkan beban merata “q” dan beban “T” tidak dikalikan

dengan koefisien kejut.

Koefisien kejut ditentukan dengan rumus:

$$K = 1 + \frac{20}{50 + L}$$

keterangan :

K = Koefisien Kejut

L = Panjang bentang dalam keadaan meter, ditentukan oleh tipe konstruksi jembatan (keadaan statis) dan kedudukan muatan garis “P”

Koefisien kejut tidak diperhitungkan terhadap bangunan bawah apabila bangunan bawah dan bangunan atas merupakan satu kesatuan maka koefisien kejut diperhitungkan terhadap bangunan bawah. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya, 1987)

### **2.2.1.2 Beban Sekunder**

Beban sekunder adalah beban yang merupakan beban sementara yang selalu diperhitungkan dalam perhitungan tegangan pada setiap perencanaan jembatan. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya, 1987)

Yang termasuk beban sekunder antara lain :

#### **a. Beban Angin**

Pengaruh beban angin sebesar  $150 \text{ kg/m}^2$  pada jembatan ditinjau berdasarkan bekerjanya beban angin horizontal terbagi rata pada bidang vertikal jembatan, dalam arah tegak lurus sumbu memanjang jembatan. Jumlah luas bidang vertikal bangunan atas jembatan yang



dianggap terkena oleh angin ditetapkan sebesar suatu presentase tertentu terhadap luas bagian-bagian sisi jembatan dan luas bidang vertikal beban hidup. Bidang vertikal beban hidup ditetapkan sebagai suatu permukaan bidang vertikal yang mempunyai tinggi menerus

sebesar 2 meter di atas lantai kendaraan. Dalam menghitung jumlah luas bagian-bagian sisi jembatan yang terkena angin dapat digunakan ketentuan sebagai berikut:

- Keadaan tanpa beban hidup
  - Untuk jembatan gelagar penuh diambil sebesar 100% luas bidang sisi jembatan yang langsung terkena angin, ditambah 50% luas bidang sisi lainnya.
  - Untuk jembatan rangka diambil sebesar 30% luas bidang sisi jembatan yang langsung terkena angin, ditambah 15% luas bidang sisi-sisi lainnya.
- Keadaan dengan beban hidup
  - Untuk jembatan diambil sebesar 50% terhadap luas bidang.
  - Untuk beban hidup diambil sebesar 100% luas bidang sisi yang langsung terkena angin.
- Jembatan menerus diatas lebih dari 2 perletakan.

Untuk perletakan tetap perlu diperhitungkan beban angin dalam arah longitudinal jembatan yang terjadi bersamaan dengan beban angin yang sama besar dalam arah lateral jembatan, dengan beban

angin masing-masing sebesar 40% terhadap luas bidang menurut keadaan. Pada jembatan yang memerlukan perhitungan pengaruh angin yang teliti, harus diadakan penelitian khusus. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya, 1987)

**b. Gaya Akibat Perbedaan Suhu**

Peninjauan diadakan terhadap timbulnya tegangan-tegangan struktural karena adanya perubahan suhu akibat perbedaan suhu antara bagian-bagian jembatan baik yang menggunakan bahan yang sama maupun dengan bahan yang berbeda. Perbedaan suhu ditetapkan sesuai dengan data perkembangan suhu setempat.

Pada umumnya pengaruh perbedaan suhu tersebut dapat dihitung dengan mengambil perbedaan suhu untuk:

- Bangunan Baja

Perbedaan suhu maksimum/minimum =  $30^{\circ}\text{C}$

Perbedaan suhu antara bagian jembatan =  $15^{\circ}\text{C}$

- Bangunan Beton

Perbedaan suhu maksimum/minimum =  $15^{\circ}\text{C}$

Perbedaan suhu antara bagian jembatan  $< 10^{\circ}\text{C}$

\*) tergantung pada mutu bahan

**Tabel 2. 3 modulus young (E) dan koefisien muai panjang**

Jenis Bahan	E(Kg/cm <sup>2</sup> )	ε per derajat Celcius
Baja	2,1 x 10 <sup>6</sup>	12 x 10 <sup>-6</sup>
Beton	2 sampai 4 x 10 <sup>5</sup> *	10 x 10 <sup>-6</sup>
Kayu: Sejajar Serat	1,0 x 10 <sup>5</sup> *	5 x 10 <sup>-6</sup>
Kayu: Tegak Lurus Serat	1,0 x 10 <sup>4</sup> *	50 x 10 <sup>-6</sup> *

**c. Gaya Rangkak dan Susut**

Pengaruh rangkak dan susut bahan beton terhadap konstruksi, harus ditinjau besarnya pengaruh tersebut apabila tidak ada ketentuan lain, dapat dianggap senilai dengan gaya yang timbul akibat turunnya suhu sebesar 15°C. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya, 1987)

**d. Gaya Rem**

Pengaruh gaya-gaya dalam arah memanjang jembatan akibat gaya rem, harus ditinjau. Pengaruh ini diperhitungkan senilai dengan pengaruh gaya rem sebesar 5% dari beban “D” tanpa koefisien kejut yang memenuhi semua lajur lalu lintas yang ada, dan dalam satu jurusan. Gaya rem tersebut dianggap bekerja horizontal dalam arah sumbu jembatan dengan titik tangkap setinggi 1,80 meter diatas permukaan lantai kendaraan. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya, 1987)

**e. Gaya Akibat Gempa Bumi**

Jembatan-jembatan yang akan dibangun pada daerah-daerah dimana diperkirakan terjadi pengaruh-pengaruh gempa bumi, harus direncanakan dengan menghitung pengaruh-pengaruh gempa bumi tersebut sesuai dengan “Buku Petunjuk Perencanaan Tahan Gempa untuk Jembatan Jalan Raya 1986”. Pengaruh-pengaruh gempa bumi pada jembatan dihitung senilai dengan pengaruh suatu gaya gaya horizontal pada konstruksi akibat beban mati konstruksi/bagian konstruksi yang ditinjau dan perlu ditinjau pula gaya-gaya lain yang berpengaruh seperti gaya gesek pada perletakan, tekanan hidrodinamik akibat gempa, tekanan tanah akibat gempa dan gaya angkat apabila pondasi yang direncanakan merupakan pondasi terapung/pondasi langsung. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya, 1987)

$$G_h = E \times G$$

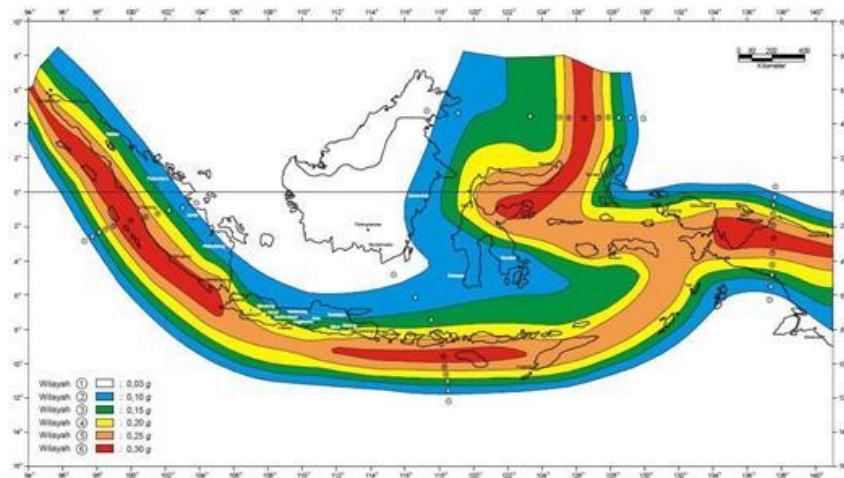
keterangan:

$G_h$  = Gaya horizontal

$E$  = Muatan mati pada konstruksi (kN)

$G$  = Koefisien gempa

\*) nilai koefisien gempa ( $G$ ) di ambil dari peta pembagaian daerah gempa yang ada di Indonesia.



**Gambar 2. 6 lokasi pembagian daerah gempa**

**f. Gaya Akibat Gesekan**

Jembatan harus pula ditinjau terhadap gaya yang timbul akibat gesekan pada tumpuan bergerak, karena adanya pemuaian dan penyusutan dari jembatan akibat perbedaan suhu atau akibat-akibat lain. Gaya gesek yang timbul hanya ditinjau akibat beban mati saja, sedang besarnya ditentukan berdasarkan koefisien gesek pada tumpuan yang bersangkutan dengan nilai sebagai berikut :

- Tumpuan rol baja:
  - Dengan satu atau dua rol ..... 0,01
  - Dengan tiga atau lebih rol..... 0,05
- Tumpuan gesekan:
  - Antara baja dengan campuran tembaga keras & baja ..... 0,15
  - Antara baja dengan baja atau besi tuang ..... 0,25
  - Antara karet dengan baja/beton.....0,15-0,18

### **2.2.1.3 Beban Khusus**

#### **a. Gaya Sentrifugal**

Konstruksi jembatan yang ada pada tikungan harus diperhitungkan terhadap suatu gaya horizontal radial yang dianggap bekerja pada tinggi 1,80 meter diatas lantai kendaraan. Gaya horizontal tersebut dinyatakan dalam proses terhadap beban “D” yang dianggap ada pada semua jalur lalu lintas tanpa dikalikan koefisien kejut. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya, 1987)

Besarnya presentase tersebut dapat ditentukan dengan rumus:

$$K_s = 0,79 V^2 / R$$

keterangan :

$K_s$  = Koefisien gaya sentrifugal (prosen)

$V$  = Kecepatan rencana (km/jam)

$R$  = Jari-jari tikungan (meter)

#### **b. Beban dan Gaya Selama Pelaksanaan**

Gaya-gaya khusus yang mungkin timbul dalam masa pelaksanaan pembangunan jembatan, harus ditinjau dan besarnya dihitung dengan cara pelaksanaan pekerjaan yang digunakan. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya, 1987)

## 2.2.2 Penyebaran Gaya

### a. Beban Mati

- Beban mati Primer

Beban mati yang digunakan dalam perhitungan kekuatan gelagar-gelagar (baik gelagar tengah maupun gelagar pinggir) adalah berat sendiri pelat dan sistem lainnya yang dipikul langsung oleh masing-masing gelagar tersebut.

- Beban mati Sekunder

Beban mati sekunder yaitu kerb, trotoir, tiang sandaran dan lain-lain yang dipasang setelah pelat di cor, dan dapat dianggap terbagi rata di semua gelagar.

### b. Beban Hidup

- Beban “T”

Dalam menghitung kekuatan lantai akibat beban “T” dianggap bahwa beban tersebut menyebar ke bawah dengan arah 45 derajat sampai ke tengah-tengah tebal lantai.

- Beban “D”

Dengan menghitung momen dan gaya lintang dianggap bahwa gelagar-gelagar mempunyai jarak dan kekuatan yang sama atau hampir sama, sehingga penyebaran beban “D” melalui lantai kendaraan ke gelagar-gelagar harus dihitung dengan cara sebagai berikut:

- Perhitungan Momen

*Gelagar hidup* yang diterima oleh tiap gelagar tengah adalah sebagai berikut:

$$\text{Beban merata } (q') = q/2,75 \times \alpha \times s$$

$$\text{Beban garis } (P') = P/2,75 \times \alpha \times s$$

keterangan :

$s$  = jarak gelagar yang berdekatan (yang ditinjau) dalam meter, diukur dari sumbu ke sumbu.

$\alpha$  = faktor distribusi.

$\alpha = 0,75$  bila kekuatan gelagar melintang di perhitungkan.

$\alpha = 1,00$  bila kekuatan gelagar melintang tidak diperhitungkan.

*Gelagar pinggir*, beban hidup yang diterima oleh gelagar pinggir adalah  $r$  adalah beban hidup tanpa memperhitungkan faktor distribusi ( $\alpha = 1,00$ ). Bagaimana pun juga gelagar pinggir harus direncanakan minimum sama kuat dengan gelagar tengah. Dengan demikian beban hidup yang diterima oleh tiap gelagar pinggir tersebut adalah sebagai berikut:

$$\text{Beban merata } (q') = q/2,75 \times s'$$

$$\text{Beban garis } (P') = P/2,75 \times s'$$

keterangan :

$s'$  = Lebar pengaruh beban hidup pada gelagar pinggir

- Perhitungan Gaya Lintang

*Gelagar tengah*, beban hidup yang diterima oleh gelagar tengah



adalah sebagai berikut :

$$\text{Beban merata (q')} = q/2,75 \times \alpha \times s$$

$$\text{Beban garis (P')} = P/2,75 \times \alpha \times s$$

keterangan :

s = jarak gelagar yang berdekatan (yang ditinjau) dalam meter,  
diukur dari sumbu ke sumbu.

$\alpha$  = faktor distribusi.

$\alpha = 0,75$  bila kekuatan gelagar melintang di perhitungkan.

$\alpha = 1,00$  bila kekuatan gelagar melintang tidak diperhitungkan.

*Gelagar pinggir*, baik beban merata maupun beban garis yang diterima oleh gelagar pinggir adalah beban tanpa perhitungan distribusi. Bagaimana pun juga gelagar pinggir harus direncanakan minimum sama kuat dengan gelagar tengah. Dengan demikian beban hidup yang diterima oleh tiap gelagar pinggir tersebut adalah sebagai berikut:

$$\text{Beban merata (q')} = q/2,75 \times s'$$

$$\text{Beban garis (P')} = P/2,75 \times s'$$

keterangan :

s' = Lebar pengaruh beban hidup pada gelagar pinggir

### 2.3 Pondasi Spun Pile

Tiang pancang adalah salah satu type pondasi untuk suatu bangunan apabila tanah dasar di bawah bangunan tersebut tidak

mempunyai daya dukung (Bearing Capacity), yang cukup untuk memikul berat bangunan dan bebannya, mau apabila tanah keras yang mempunyai daya dukung yang cukup untuk memikul berat bangunan dan bebannya letaknya sangat dalam.

Tiang pancang mempunyai struktur dasar berupa rangkaian besi yang dilapisi dengan beton yang terdiri dari campuran semen semen, split, pasir, air dan bahan tambah dengan perbandingan tertentu. Menurut (PUBBI, 1982).

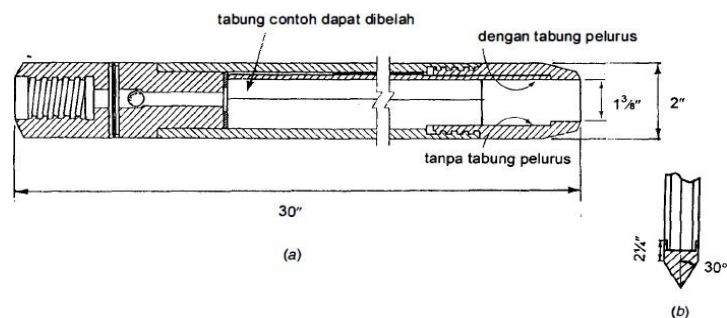
### **2.3.1 Uji Penetrasi Standar (SPT)**

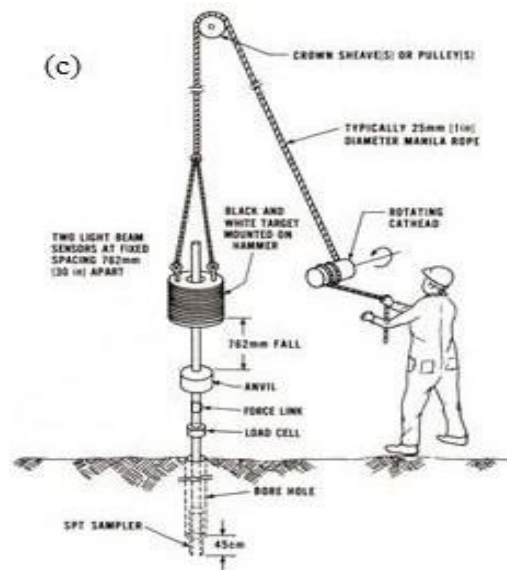
Penyelidikan tanah di lapangan sangat berguna untuk mengetahui karakteristik tanah dalam mendukung beban pondasi dengan tidak dipengaruhi oleh kerusakan tanah akibat operasi pengeboran dan. SPT (*Standard Penetration Test*) merupakan salah satu cara pengujian lapangan yang dilakukan karena sulitnya memperoleh contoh tanah tak terganggu pada tanah granular. Pada pengujian ini, sifat-sifat tanah pasir ditentukan dari pengukuran kerapatan relatif secara langsung di lapangan. Pengujian untuk mengetahui nilai kerapatan relatif yang sering digunakan adalah Uji Penetrasi Standar (SPT). Prosedur uji SPT tercantum dalam ASTM D1586.

### 2.3.2 Prosedur Uji SPT

Sewaktu melakukan pengeboran inti, jika kedalaman pengeboran telah mencapai lapisan tanah yang akan diuji, mata bor dilepas dan diganti dengan alat yang disebut tabung belah standar (*standard split barrel sampler*). Setelah tabung ini dipasang, bersama-sama dengan pipa bor, alat diturunkan sampai ujungnya menumpu lapisan tanah dasar, dan kemudian dipukul dari atas. Pukulan diberikan oleh alat pemukul yang beratnya 63,5 kg, yang ditarik naik turun dengan tinggi jatuh 76,2 cm.

Untuk memperoleh Nilai N-SPT, dilakukan dengan tahap pertama, tabung belah standar sipukul hingga sedalam 15 cm, kemudian dilanjutkan dengan pemukulan tahap kedua sedalam 30,48 cm. Jumlah pemukulan tahap kedua ini, yaitu jumlah pemukulan yang dibutuhkan untuk penetrasi tabung belah standar sedalam 30,48 cm, didefinisikan sebagai nilai-N. Pengujian yang lebih baik dilakukan dengan menghitung pukulan pada tiap-tiap penembusan sedalam 7,62 cm atau setiap 15 cm dengan cara ini, kedalaman sembarang jenis tanah di dasar lubang bor dapat ditaksir, dan elevasi dimana gangguan terjadi dalam usaha menembus lapisan yang keras seperti batu, dapat dicatat.





**Gambar 2.7** Tabung Belah Standar dan Uji SPT

Sumber: (Terzaghi dan Peck, 1948)

1. Tabung Standar
2. Tabung SPT untuk Tanah Berbatu
3. Uji SPT Secara Manual (dari Kovacs *et al.* 1981)

Untuk mendapat nilai N-SPT dilakukan dengan memukul tabung belah standar hingga kedalaman 15 cm (6 inci). Kemudian dilanjutkan dengan pemukulan tahap kedua sedalam 30,48 cm (12 inci). Jumlah pukulan pada tahap kedua ini, yaitu jumlah pukulan yang dibutuhkan untuk penetrasi tabung belah standar sedalam 30,48 cm, didefinisikan sebagai nilai-N. Pengujian yang lebih baik dilakukan dengan menghitung pukulan pada tiap-tiap penembusan sedalam 7,62 cm (3 inci) atau setiap

15cm (6 inci). Dengan cara ini, kedalaman sembarang jenis tanah di dasar lubang bor dapat ditaksir, dan elevasi di mana gangguan terjadi dalam usaha menembus lapisan yang keras seperti batu dapat dicatat.

Dalam kasus-kasus yang umum, pengujian SPT dilakukan pada tiap-tiap 1,5 m atau paling sedikit pada tiap-tiap pergantian jenis lapisan tanah di sepanjang kedalaman lubang bornya. Untuk tanah yang berbatu, *Palmer dan Stuart (1957)* memodifikasi tabung belah standar yang terbuka menjadi tertutup dan meruncing 30° pada ujungnya. Pengamatan telah menunjukkan bahwa pada umumnya nilai N yang diperoleh oleh kedua tipe alat ini mendekati sama, untuk jenis tanah dan kerapatan relatif tanah yang sama. Pada perancangan pondasi, nilai N dapat dipakai sebagai indikasi kemungkinan model keruntuhan pondasi yang akan terjadi (*Terzaghi dan Peck, 1948*). Kondisi keruntuhan geser lokal (*local shear failure*) dapat dianggap terjadi bila nilai  $N < 5$ , dan kondisi keruntuhan geser umum (*general shear failure*) terjadi pada nilai  $N > 30$ . Untuk nilai N antara 5 dan 30, interpolasi linier dari koefisien daya dukung tanah  $N_e$ ,  $N_q$ ,  $N_y$  dapat dilakukan. Bila nilai-nilai kerapatan relatif ( $D_r$ ) diketahui, nilai N dapat didekati dengan persamaan (*Meyerhof, 1957*):

$$N = 1,7 \times D_r^2 \times (14,2 \times P_o' + 10)$$

dengan,

$D_r$  = Kerapatan relative

$P_o'$  = tekanan vertical akibat beban tanah efektif pada kedalaman tanah yang ditinjau, atau tekanan *overburden* efektif.

Hubungan nilai N dengan kerapatan relatif ( $D_r$ ) yang diusulkan oleh *Terzaghi dan Peck* (1948), untuk tanah pasir adalah:

**Tabel 2. 3 Hubungan nilai N dan kerapatan relatif ( $D_r$ ) tanah pasir.**

Sumber: (*Terzaghi dan Peck*, 1948)

Nilai N	Kerapatan relatif ( $D_r$ )
< 4	Sangat tidak padat
4 – 10	Tidak padat
10 – 30	Kepadatan sedang
30 – 50	Padat
>50	Sangat padat

Untuk tanah lempung jenuh, *Terzaghi dan Peck* (1948) memberikan hubungan N secara kasar dengan kuat geser tekan-bebas. Kuat geser tekan-bebas ( $q_u$ ) diperoleh dari pengujian tekan-bebas,

dengan  $C_u = 0,5 \times q_u$  dan  $\phi = 0$ .

Hubungan empiris antara  $C_u$  dan N:

$$C_u = 6 N \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

Penggunaan hubungan nilai N dan kuat geser tanah lempung jenuh hanya pendekatan kasar. *Peck et al* (1953) menyatakan bahwa nilai N hasil pengujian SPT untuk tanah lempung hanyalah sebagai pendekatan kasar,

sedang pada tanah pasir, nilai N pengujian SPT dapat dipercaya. Untuk menentukan kuat geser tanah lempung jenuh di lapangan, lebih baik jika nilainya diperoleh dari uji geser kipas (*vane shear test*) di lapangan atau dari pengujian contoh tanah tak terganggu di laboratorium.

Untuk menentukan kapasitas dukung ijin dari hasil uji SPT, diperlukan estimasi kasar nilai lebar pondasi (B) dari pondasi yang terbesar pada bangunan. Untuk pondasi dangkal pengujian SPT dilakukan pada interval 2,5 ft (76 cm) di bawah dasar pondasi, dimulai dari kedalaman dasar pondasi ( $D_f$ ) sampai kedalaman  $D_f + B$  (*Terzaghi dan Peck, 1948*). Nilai N rata-rata sepanjang kedalaman ini akan berfungsi sebagai gambaran kasar dari kerapatan relatif pasir yang berada di bawah dasar pondasi, yang masih mempengaruhi besar penurunan. Jika uji SPT dilakukan pada beberapa lubang pada lokasi yang berlainan, nilai N rata-rata terkecil digunakan dalam memperkirakan nilai kapasitas dukung tanahnya (*Terzaghi dan Peck, 1948*). (Hary Christady Hardiyatmo, 2010).

**Tabel 2. 4 Hubungan Nilai N, konsistensi dan kuat tekan-bebas ( $q_u$ ) untuk tanah lempung jenuh (Terzaghi dan Peck, 1948)**

Sumber: (Terzaghi dan Peck, 1948)

Nilai N	Konsistensi	Kuat Tekan Bebas ( $q_u$ ) ( $\text{kN/m}^2$ )
< 2	Sangat Lunak	< 25
2 – 4	Lunak	25 – 50
4 – 8	Sedang	50 – 100
8 – 15	Kaku	100 – 200
15 – 30	Sangat Kaku	200 – 400
>30	Keras	>400

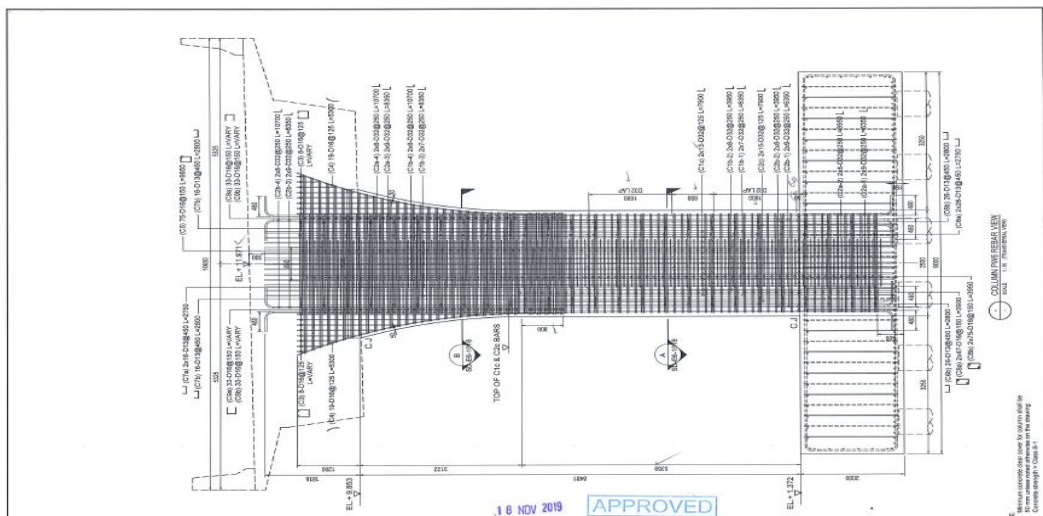
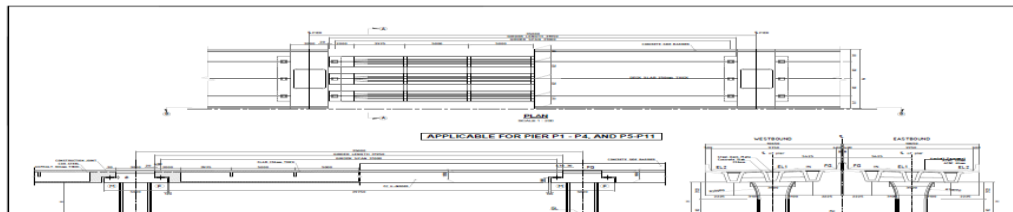
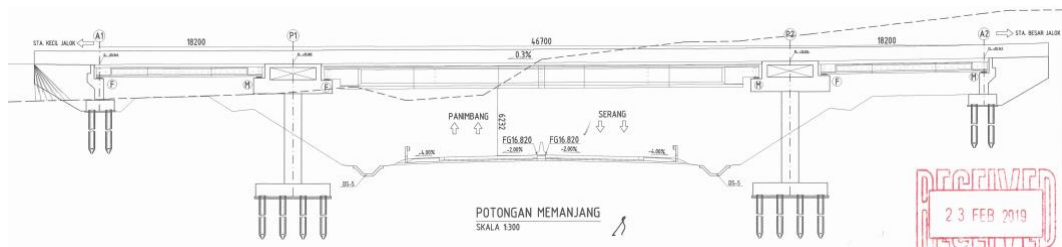


## BAB III

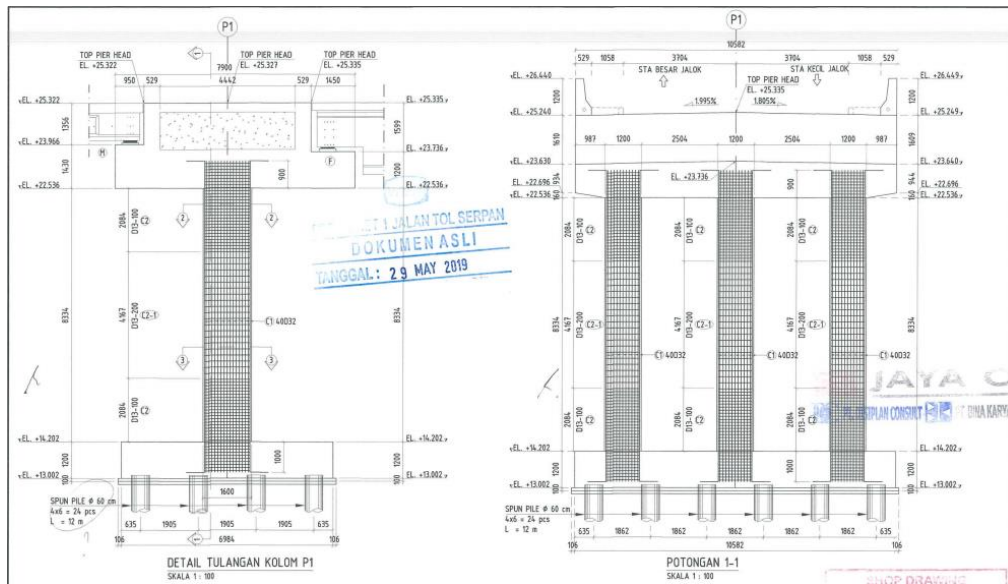
### METODE PENULISAN

#### 3.1 Subjek dan Objek Penulisan

Subjek penulisan tugas akhir ini adalah Jalan Layang Pada Proyek Pembangunan Jalan Akses Pelabuhan Patimban, sedangkan yang menjadi objek pada penulisan ini adalah peninjauan ulang pada struktur bawah jembatan meliputi peninjauan perencanaan ulang pada pilar P6 dan pondasi tiang pancang pada P6.



				REVIEW: ACCESSORY WORKS DATE: 28/10/19
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA)		KEI		PER COLUMN REINFORCING STA 7+120 TRANSVERSE DIRECTION FOR P.W. 1/0
SUPERVISOR: [Signature] CHECKED: [Signature] DRAWN: [Signature]		DESIGNED: [Signature] CHECKED: [Signature] DRAWN: [Signature]		SCALE: 1:50 DRAWING NO.: 100-001-101-4 Page 1/3



**Gambar 3.2** Pilar P6

Sumber : (*Shop Drawing Patimban Port Development, 2017*)

### 3.2 Metode Pengumpulan Data

Secara umum untuk merencanakan suatu pekerjaan maka diperlukan suatu acuan. Acuan tersebut dapat berupa data, baik data teknis maupun non teknis. Data tersebut digunakan sebagai dasar evaluasi dan perencanaan sehingga hasil yang dicapai setelah pelaksanaannya diharapkan sesuai dengan maksud dan tujuan diadakannya pekerjaan tersebut. Berdasarkan fungsinya data-data yang diperoleh dapat dibedakan menjadi dua, yaitu :

a. Data Teknis

Data teknis adalah data-data yang berhubungan langsung dengan analisa struktur bawah jembatan seperti : *shop drawing, time schedule*, spesifikasi bahan, dll.

b. Data Non Teknis

Data non teknis adalah data yang bersifat sebagai penunjang untuk mempertimbangkan perkembangan lalu lintas di daerah tersebut, seperti arah perkembangan daerah, kondisi sosial ekonomi, tingkat kepemilikan kendaraan dan sebagainya.

Menurut sifat data maka dapat dibagi menjadi dua yaitu :

a. Data Primer

Data primer adalah data yang didapatkan dengan cara mengadakan survei lapangan. Untuk metode pengumpulan data tersebut dapat dilakukan dengan metode observasi, yaitu melakukan survei langsung ke lokasi. Hal ini mutlak diperlukan untuk mengetahui kondisi sebenarnya lokasi proyek.

b. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang didapatkan dari beberapa instansi terkait, seperti *shop drawing*, *time schedule*, spesifikasi bahan, dll.

Secara umum metode pengumpulan data dilakukan dengan cara :

1. Metode Literatur

Metode ini dilakukan dengan mengumpulkan, mengidentifikasi, mengolah data tertulis, dan metode kerja yang digunakan sebagai input proses perencanaan.

2. Metode Observasi

Metode ini dilakukan dengan pengamatan langsung ke lokasi untuk mengetahui kondisi sebenarnya di lapangan.

3. Metode Wawancara

Metode ini dilakukan dengan menanyakan langsung pada narasumber atau instansi yang terkait.

#### 4. Metode Dokumentasi

Metode ini dilakukan dengan pengambilan data melalui dokumen tertulis maupun elektronik yang digunakan sebagai pendukung kelengkapan data.

### **3.3 Pengolahan Data**

#### 1. Pilar

Peninjauan ulang perencanaan pilar meliputi dimensi dan penulangan yang digunakan.

#### 2. Pondasi Tiang Pancang

Peninjauan ulang perencanaan tiang pancang meliputi kapasitas daya dukung tiang tunggal, kapasitas daya dukung tiang kelompok, dan penulangan yang digunakan.

## BAB IV

### ANALISA PERHITUNGAN

#### 4.1 Perhitungan Pilar

Pilar jembatan merupakan struktur perantara antara struktur atas dengan struktur bawah jembatan. Pilar jembatan berfungsi untuk mendistribusi dan mentransfer beban struktur atas ke struktur bawah jembatan. Maka, pilar jembatan ini merupakan salah satu bagian dari substruktur sebuah jembatan. Dalam bab ini, akan dibahas mengenai tinjauan perhitungan pembebanan dan penulangan pada struktur beton pilar jembatan dengan menggunakan Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya (PPPJJR) tahun 1987 yang diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum.

##### 4.1.1 Data Konstruksi

###### 4.1.1.1 Data Struktur Atas

Bentang antar pilar	:35 m
Lebar <i>Pier head</i>	: 10,65 m
Panjang <i>Steel Box Girder</i>	: 31 m
Lalu lintas jalan	: 2 lajur
Tinggi pilar	: 10,85 m

###### 4.1.1.2 Data Struktur Bawah

Panjang Tiang Pancang	: 24 m
Diameter Tiang Pancang	: 0,6 m

Jenis konstruksi : beton bertulang

Berat jenis beton bertulang ( $\gamma$ ) : 2,5 t/m<sup>2</sup>

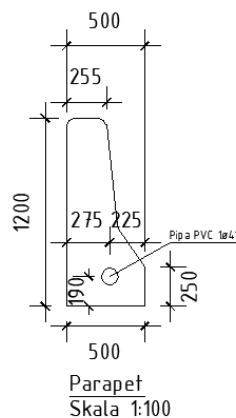
#### 4.1.1.3 Data Tanah

Standart Penetration Test (SPT) : Terlampir

## 4.2 Perhitungan Beban Konstruksi

### 4.2.1 Beban Mati

#### 4.2.1.1 Parapet



**Gambar 4.1** Parapet

Sumber : (*Shop Drawing Patimban Port Development, 2017*)

Bentang = 35 m

Berat jenis beton ( $\gamma$ ) = 2,5 t/m<sup>3</sup>

Jumlah *parapet* = 2 buah

Luas l =  $\frac{1}{2} \times (a + b) \times c$

$$= \frac{1}{2} x ( 0,25 + 0,325 ) x 0,70$$

$$= 0,2013 \text{ m}^2$$

Luas 2  $= \frac{1}{2} x ( b + e ) x d$

$$= \frac{1}{2} x ( 0,325 + 0,5 ) x 0,25$$

$$= 0,1031 \text{ m}^2$$

Luas 3  $= e x f$

$$= 0,25 x 0,5$$

$$= 0,125 \text{ m}^2$$

Luas 4  $= \pi x r^2$

$$= 3,14 x 0,0508^2$$

$$= 0,0081 \text{ m}^2$$

Volume  $= ( \text{Luas 1} + \text{Luas 2} + \text{Luas 3} - \text{L4} ) x \text{Bentang} x 2$

$$= ( 0,2013 + 0,1031 + 0,125 - 0,0081 ) x 35 x 2$$

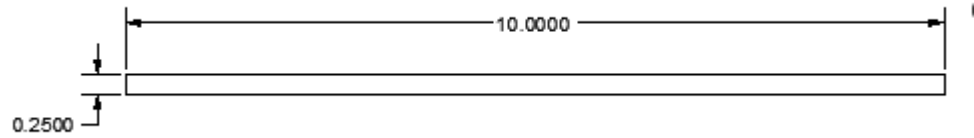
$$= 29,491 \text{ m}^2$$

**Berat Beton Parapet**  $= \text{Volume} x \gamma$

$$= 29,491 x 2,5$$

$$= 76,7 \text{ t}$$

#### 4.2.1.2 Berat Lantai Jembatan



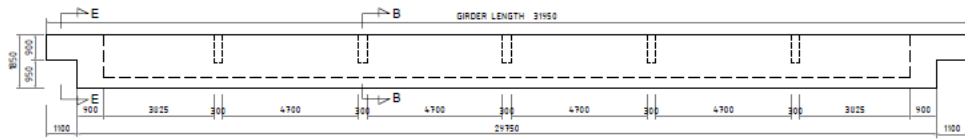
**Gambar 4. 2** Plat Lantai Jembatan

Sumber : (*Shop Drawing Acces Road Patimbangan Project, 2017*)

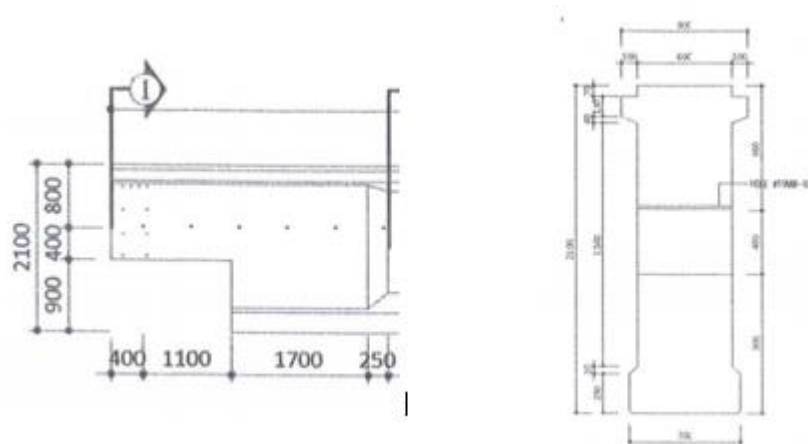
Bentang	= 35 m
Berat jenis beton ( $\gamma$ )	= 2,5 t/m <sup>3</sup>
Luas	= a x b
	= 0,25 x 10
	= 2,5 m <sup>2</sup>
Volume	= Luas x Bentang
	= 2,5 x 35
	= 87,5 m <sup>3</sup>
<b>Berat Beton</b>	= V x $\gamma$
	= 87,5 x 2,5
	= 218,75 t



### 4.2.1.3 Girder



Sumber : (Shop Drawing Patimban Project Development, 2017)



**Gambar 4. 4** Detail girder Pot. A-A

Sumber : (Shop Drawing Patimban Project Development, 2017)

#### Pot A-A

Luas 1  $= 0,6 \times 0,07 = 0,042 \text{ m}^2$

Luas 2  $= 0,13 \times 0,8 = 0,104 \text{ m}^2$

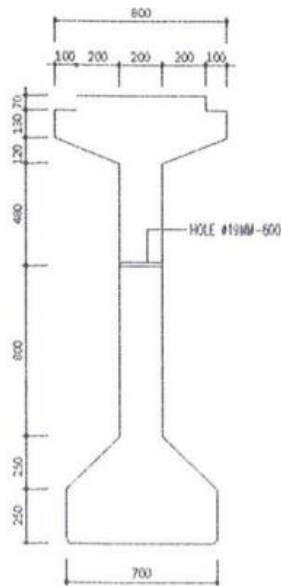
Luas 3  $= \frac{1}{2} \times (0,6 + 0,8) \times 0,04 = 0,028 \text{ m}^2$

Luas 4  $= 0,96 \times 0,6 = 0,576 \text{ m}^2$

Luas 5  $= 0,6 \times 0,6 = 0,36 \text{ m}^2$

Luas 6  $= \frac{1}{2} \times (0,6 + 0,7) \times 0,05 = 0,035 \text{ m}^2$

$$\begin{aligned}
 \text{Luas 7} &= 0,7 \times 0,25 = 0,175 \text{ m}^2 \\
 \text{Ltotal} &= (L1+L2+L3+L4+L5+L6+L7) \\
 &= (0,042+0,104+0,028+0,576+0,036+0,035+0,175) \\
 &= 0,996 \text{ m}^2 \\
 \text{Volume Potongan A-A} &= ((L1 + L2 + L3 + L4 \times \text{Bentang}) + (L5 + L6 + L7 \\
 &\quad \times \text{Bentang})) \times 2 \\
 &= ((0,042+0,104+0,028+0,576 \times 1,5) + \\
 &\quad (0,036+0,035+0,175 \times 1,95)) \times 2 \\
 &= (1,125 + 0,48) \times 2 \\
 &= 3,21 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$



**Gambar 4. 5** Detail girder Pot. A-A

Sumber : (*Shop Drawing Patimban Port Development, 2017*)

**Pot B-B**

$$\text{Luas 1} = 0,6 \times 0,07 = 0,042 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas 2} = 0,13 \times 0,8 = 0,104 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas 3} = \frac{1}{2} \times (0,2 + 0,8) \times 0,12 = 0,060 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas 4} = 1,28 \times 0,2 = 0,256 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas 5} = \frac{1}{2} \times (0,2 + 0,7) \times 0,25 = 0,1125 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas 6} = 0,7 \times 0,25 = 0,175 \text{ m}^2$$

$$\text{Ltotal} = (\text{L1} + \text{L2} + \text{L3} + \text{L4} + \text{L5} + \text{L6})$$

$$= (0,042 + 0,104 + 0,06 + 0,256 + 0,1125 + 0,175)$$

$$= 0,7495 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume Potongan B-B} = \text{Ltotal} \times \text{Bentang}$$

$$= 0,7495 \times 46,7$$

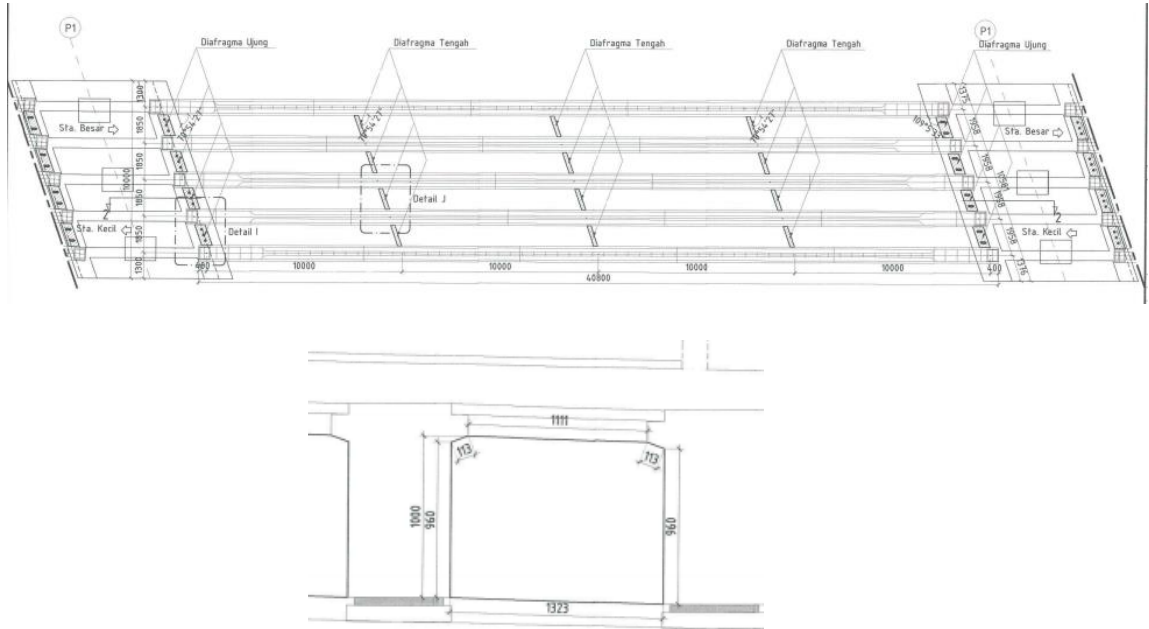
$$= 35,002 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat Total Girder} = (\text{Volume A} + \text{Volume B}) \times \gamma \times n$$

$$= (3,21 + 35,002) \times 2,5 \times 5$$

$$= 477,65 \text{ t}$$

#### 4.2.1.4 Berat Diafragma



**Gambar 4.6** Diafragma Type A

Sumber : (Shop Drawing Patimban Project Development, 2017)

#### **Diafragma Type A**

Tebal = 0,2 m

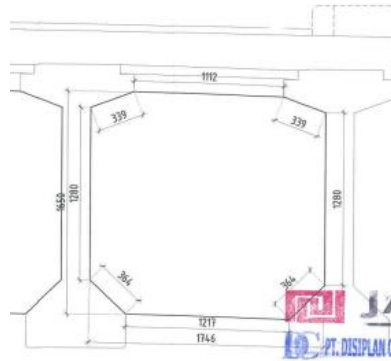
Luas 1 =  $\frac{1}{2} \times (1,323 + 1,111) \times 0,04 = 0,048 \text{ m}^2$

Luas 2 =  $0,96 \times 1,323 = 1,27 \text{ m}^2$

Ltotal = L1 + L2  
= 0,048 + 1,27  
= 1,318 m<sup>2</sup>

Volume = Ltotal x tebal  
= 1,318 x 0,2  
= 0,2636 m<sup>3</sup>

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Diafragma A} &= V \times \gamma \times n \\
 &= 0,2636 \times 2,5 \times 8 \\
 &= 5,272 \text{ t}
 \end{aligned}$$



**Gambar 4.7** *Diafragma Type B*

Sumber : (*Shop Drawing Patimban Project Development, 2017*)

### **Diafragma Type B**

$$\text{Tebal} = 0,5 \text{ m}$$

$$\text{Luas 1} = \frac{1}{2} \times (1,112 + 1,746) \times 0,12 = 0,171 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas 2} = 1,28 \times 1,746 = 2,235 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas 3} = \frac{1}{2} \times (1,746 + 1,217) \times 0,25$$

$$= 0,37 \text{ m}^2$$

$$\text{Ltotal} = \text{L1} + \text{L2} + \text{L3}$$

$$= 0,171 + 2,235 + 0,37$$

$$= 2,776 \text{ m}^2$$

$$\text{Volume} = \text{Ltotal} \times \text{tebal}$$

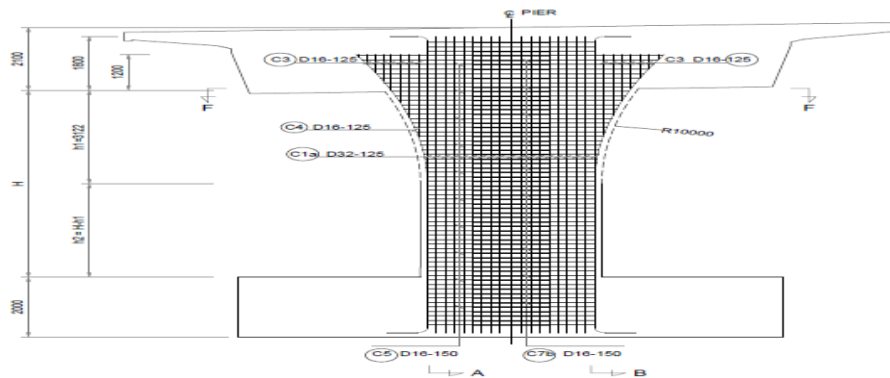
$$= 2,776 \times 0,5$$

$$= 1,388 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Diafragma B} &= V \times \gamma \times n \\ &= 1,388 \times 2,5 \times 12 \\ &= 41,64 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Berat Diafragma} &= (\text{Berat Type A} + \text{Berat Type B}) \\ &= (5,272 + 41,64) \\ &= 46,912 \text{ t} \end{aligned}$$

#### 4.2.1.5 Berat Pilar



Sumber : ( Shop Drawing Patimban Port Project Development, 2017)

- Volume Pier Head :  
Diketahui dimensi Pier Head :  
 $b_1 = 3,1 \text{ m}$   
 $b_2 = 2,225 \text{ m}$   
lebar = 5,000 m  
 $\text{Volume} = b_1 \times b_2 \times \text{lebar} = 30,879 \text{ m}^3$
- Volume Coloumn :  
 $V = p \times l \times t$   
 $= 2,5 \text{ m} \times 2,5 \text{ m} \times 10 \text{ m}$   
 $= 62,5 \text{ m}^3$
- Volume Footing :  
 $V = p \times l \times t$

$$\begin{aligned}
 &= 9 \times 9 \times 2,5 \\
 &= 202,5 \text{ m}^3 \\
 V_{\text{tot}} &= 295,879 \text{ m}^3 \\
 \text{➤ Berat Pier} &= V_{\text{tot}} \times \text{Berat jenis Beton } f'c \text{ 30} \\
 &= 295,879 \times 31,3 \text{ ton} \\
 &= 643,16 \text{ t}
 \end{aligned}$$

**TOTAL BEBAN MATI:**

- Berat *Parapet* = 76,7 t
- Berat Lantai Jembatan = 291,875 t
- Berat PCI *Girder* = 47,65 t
- Berat *Diafragma* = 46,912 t
- Berat Pilar = 643,16 t +  
= 893,137 t = 8758,68 KN

## 4.2.2 Beban Hidup

### 4.2.2.1 Beban “D”

Menghitung menggunakan bentang gelagar

Bentang gelagar (L) = 35 meter

Untuk bentang  $30 \text{ m} < L < 60 \text{ m}$  menggunakan rumus :

$$q = 2,2 - \frac{1,1}{60}(L - 30)$$

maka besar q adalah :

$$q = 2,2 - \frac{1,1}{60}(L - 30)$$

$$q = 2,2 - \frac{1,1}{60}(35 - 30)$$

$$q = 2,2 - 0,306$$

$$q = 1,894 \text{ t/m}$$

Beban hidup parameter lebar jembatan, dengan rumus :

$$\text{Beban terbagi rata (Q)} = \frac{q}{2,75}$$

$$\text{Beban garis (P)} = \frac{p}{2,75}$$

Untuk beban garis digunakan nilai  $P = 12$  (menurut PPPJJR tahun 1987)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{q}{2,75} \\ &= \frac{1,894}{2,75} \\ &= 0,689 \text{ t} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{12}{2,75} \\ &= 4,364 \text{ t} \end{aligned}$$



Muatan merata diperhitungkan berdasarkan lebar lantai kendaraan.

Lebar lantai jembatan = 10 meter

Ketentuan PPPJRR 1987 :

“Untuk jembatan dengan lebar lantai kendaraan lebih besar dari 5,50 m, beban “D” sepenuhnya (100%) dibebankan pada lebar jalur 5,50 m.

Sedangkan lebar selebihnya dibebani hanya separuh beban “D” (50%)”

Sehingga besarnya muatan merata adalah :

$$q = (100\% \times q \times 5,50) + 2 (50\% \times q \times 8,95)$$

$$p = (100\% \times p \times 5,50) + 2 (50\% \times p \times 8,95)$$

dengan berat  $Q = 0,689$  t dan  $P = 4,364$  T

$$\begin{aligned} q &= (100\% \times 0,689 \times 5,50) + 2 (50\% \times 0,689 \times 8,95) \\ &= 3,79 + 2 (3,08) \\ &= 9,956 \text{ t} = 97,635 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= (100\% \times 4,364 \times 5,50) + 2 (50\% \times 4,364 \times 8,95) \\ &= 24,002 + 2 (19,529) \\ &= 24,002 + 39,058 \\ &= 63,060 \text{ t} = 618,41 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q &= q \times L \\ &= 9,956 \times 10 \\ &= 99,56 \text{ t} \end{aligned}$$

#### 4.2.2.2 Beban Kejut

Untuk memperhitungkan beban kejut digunakan beban “P” dan “Q”.

Untuk beban “P” dikalikan dengan koefisien kejut.

Koefisien kejut dirumuskan :

$$K = 1 + \frac{20}{50+L}$$

keterangan :

K = koefisien kejut

L = panjang bentang

Nilai koefisien kejut sebesar :

$$\begin{aligned} K &= 1 + \frac{20}{50+35} \\ &= 1 + 0,215 \\ &= 1,206 \end{aligned}$$

Untuk beban “P” (beban garis) :

$$\begin{aligned} P &= K \times P \\ &= 1,206 \times 63,060 \\ &= 76,050 \text{ t} \end{aligned}$$

Σ Beban Hidup :

$$\text{Beban “D”} = 99,56 \text{ t}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban “P”} &= 76,050 \text{ t} \quad + \\ &\underline{\hspace{1.5cm}} \\ &= 175,61 \text{ t} = \mathbf{1722,15 \text{ kN}} \end{aligned}$$

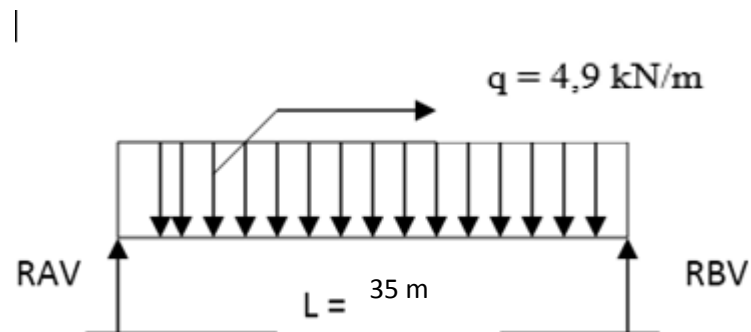
#### 4.2.2.3 Beban Air

Diperkirakan tebal air pada lantai kendaraan 5 cm dengan berat jenis air sebesar  $9,8 \text{ kN/m}^3$

$$\text{Beban Air (q)} = \text{Tebal} \times \text{Lebar} \times \text{Bj Air}$$

$$= 0,05 \times 10 \times 9,8$$

$$q = 4,9 \text{ kN/m}$$



**Gambar 4. 8** Beban Genangan Air

Sumber : (*Shop Drawing Patimban Project Development, 2017*)

$$RAV = RBV = \frac{1}{2} \times 4,9 \times 35 \times 2 = 228,83 \text{ KN}$$

#### 4.2.2.4 Total beban hidup (H)

a. Beban "D" = 1722,15 KN

b. Beban Genangan Air = 228,83 KN

$$\begin{aligned} \text{Jumlah} &= a + b \\ &= 1722,15 + 228,83 \\ &= 19510,98 \text{ kN} \end{aligned}$$

#### **Kombinasi beban P6**

$$1,2 \text{ LL} + 1,6 \text{ DL} = 41791,984 \text{ KN}$$

#### 4.2.2.5 Beban rem dan traksi

Pengaruh gaya rem yang diperhitungkan senilai atau sebesar 5% dan muatan D tanpa koefisien kejut yang memenuhi semua jalur lalu lintas yang ada dan dalam satu jurusan (Sumber PPPJIR tahun 1987 Bab III pasal 2 Beban Sekunder hal.15) .

$$\begin{aligned} R_m &= 5\% \times (P + \frac{1}{2} \times q \times l) \\ &= 5\% \times (1722,15 + \frac{1}{2} \times 97,635 \times 10) \\ &= 110,516 \text{ Kn} \end{aligned}$$

#### 4.2.2.6 Gaya Akibat Gempa Bumi (Gh)

Lokasi jembatan sisi pile slab, Kota Subang. menurut RSNI T-02-2005 dengan koefisien gempa sebesar 0,9.

$$G_h = M \times G$$

dimana,

G<sub>h</sub> = gaya horisontal akibat gempa (ton)

M = muatan mati dari konstruksi

G = koefisien gempa

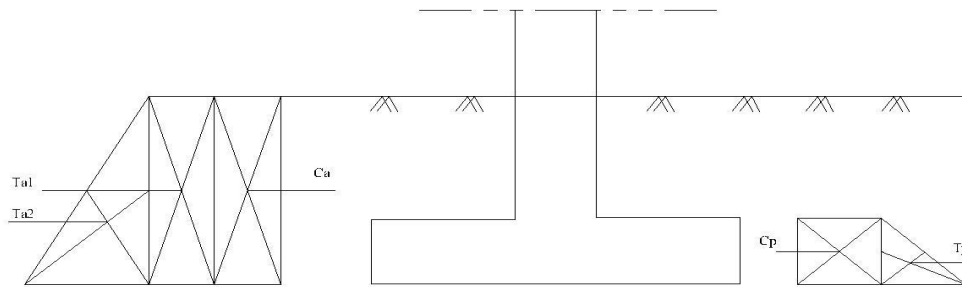
Gaya gempa pada beban mati jembatan :

$$G_{h1} = 0,9 \times \text{jumlah beban mati}$$

$$= 0,9 \times 8758,68 \text{ kN}$$

$$= 7882,812 \text{ kN}$$

#### 4.2.2.7 Beban akibat Tekanan Tanah (Ta)



Lebar Pilar (L) = 9 m

Data tanah :  $\gamma = 17,270 \text{ KN/m}^3$ ,  $C = 19 \text{ KN/M}^2$ ,  $\varphi = 10^\circ$

Menurutkan rankine, koefisien tekanan tanah :

$$K_a = \text{tg}^2 (45^\circ - \varphi/2)$$

$$= \text{tg}^2 (45 - 10/2) = 0,7$$

$$K_p = \text{tan}^2 (45^\circ + \varphi/2)$$

$$= \text{tan}^2 (45 + 10/2)$$

$$= 1,42$$

Setelah koefisien tekanan aktif (  $K_a$  ) diketahui, maka dengan menggunakan rumus didapatkan nilai tekanan tanah aktif (  $T_{a2}$  ).

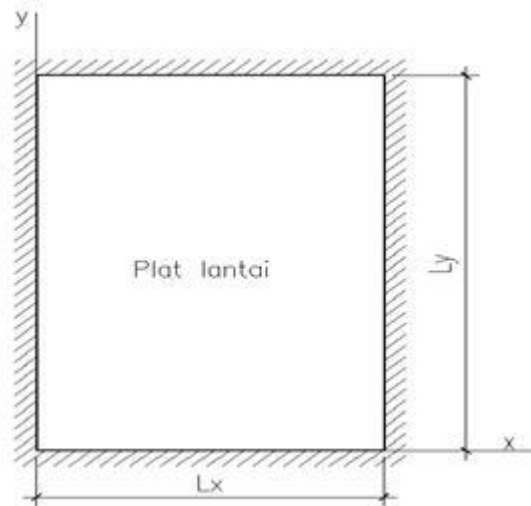
$$\begin{aligned}
 T_{\alpha 2} &= \left( \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot K_a \cdot H^2 \right) \cdot L \\
 &= \left( \frac{1}{2} \cdot 17,27 \cdot 0,7 \cdot 2,8^2 \right) \cdot 9 \\
 &= 609,2856 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Telah koefisien tekanan pasif (  $K_p$ ), maka dengan menggunakan rumus di dapat nilai tekana pasif ( $T_p2$ )

$$\begin{aligned}
 T_{p2} &= \left( \frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot K_p \cdot H^2 \right) \cdot L \\
 &= \left( \frac{1}{2} \cdot 17,27 \cdot 1,42 \cdot 2,8^2 \right) \cdot 9 \\
 &= 865,185 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

### 4.3 Perhitungan Penulangan

#### 4.3.1 Perhitungan Penulangan Pile Cap P6



Dimensi Plat lantai

$$l_x = 9000 \text{ mm}$$

$$b = 6985 \text{ mm}$$

$$l_y = 9000 \text{ mm}$$

$$h = 10581 \text{ mm}$$

$$F'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$t = 1200 \text{ mm}$$

$$F_y = 400 \text{ Mpa}$$

Penulangan didasarkan terhadap  $P_{\text{maks}} \text{ tiang} = 1.454,88 \text{ KN}$

$M_{tx} = M_{ly} = P_{\text{tiang}} \times \text{jarak tiang ke tepi}$

$$= 1.454,88 \times 0,635$$

$$= 923,85 \text{ KNm}$$

$$\sigma_u = \frac{P}{A} = \frac{923,85}{10} = 92,385$$

$$M_u = \frac{1}{2} \times \sigma_u \left(\frac{1}{2} \times L\right)^2$$

$$= \frac{1}{2} \times 92,385 \left(\frac{1}{2} \times 10,581\right)^2$$



$$= 1.292,899 \text{ KNm}$$

▪ Penulangan arah x :

- Tulangan pokok

$$\begin{aligned} \text{As dibutuhkan} &= \rho \times t \times d \\ &= 0,0035 \times 1200 \times 1174,93 \\ &= 4934,706 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi digunakan D32-250 ( $A_s = 5671 \text{ mm}^2$ )

- Tulangan Bagi

$$\begin{aligned} A' &= 20\% \times A \\ &= 20\% \times 4934,706 \\ &= 986,941 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi digunakan tulangan D32-125 ( $A_s = 1005 \text{ mm}^2$ )

▪ Tulangan arah y :

- Tulangan Pokok

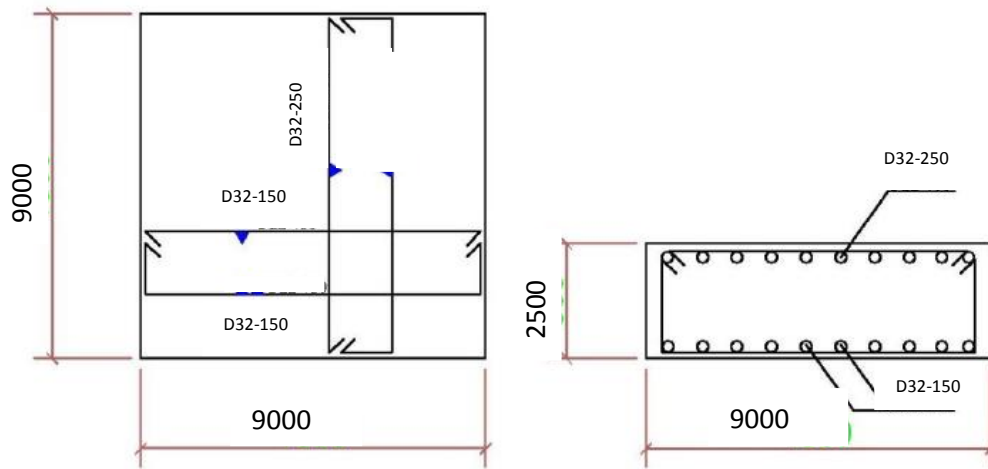
$$\begin{aligned} \text{As dibutuhkan} &= \rho \times t \times d \\ &= 0,0035 \times 1200 \times 1174,93 \\ &= 4934,706 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Digunakan tulangan D32-250 ( $A_s = 5671 \text{ mm}^2$ )

- Tulangan Bagi

$$\begin{aligned} A' &= 20\% \times A \\ &= 20\% \times 4934,706 \\ &= 986,941 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jadi tulangan yang dipakai **D32-125** ( $A_s = 1005 \text{ mm}^2$ )



**Gambar 4.3.1** Penulangan Pile Cap

### 4.3.2 Perhitungan Penulangan Kolom P6

- Perhitungan Tulangan Pokok

$$\text{Beban Hidup} = 19550,98 \text{ KN}$$

$$\text{Beban Mati} = 8758,68 \text{ KN}$$

$$\text{Gaya Gempa} = 7882,812 \text{ KN}$$

$$\text{Gaya Rem} = 110,516 \text{ KN}$$

$$\text{Mu} = 1.292,899 \text{ KNm}$$

$$f_c' = 30 \text{ Mpa}$$

$$d = 13 \text{ mm}$$

$$\text{Mutu Beton} = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$b = 2500 \text{ mm}$$

$$h = 10000 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut (p)} = 50 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} dx &= h - p - \frac{1}{2} D \\ &= 1600 - 50 - (\frac{1}{2} 13) \\ &= 1.543,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mn} &= \text{Mu} / \phi \\ &= 99,453 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Cb} &= \frac{0,003}{0,003 + f_y/E_s} \times dx \\ &= \frac{0,003}{0,003 + 400/200000} \times 1.534,5 \\ &= 920,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= \phi_1 \times \text{Cb} \\ &= 0,85 \times 920,7 \end{aligned}$$

$$= 782.595 \text{ mm}$$

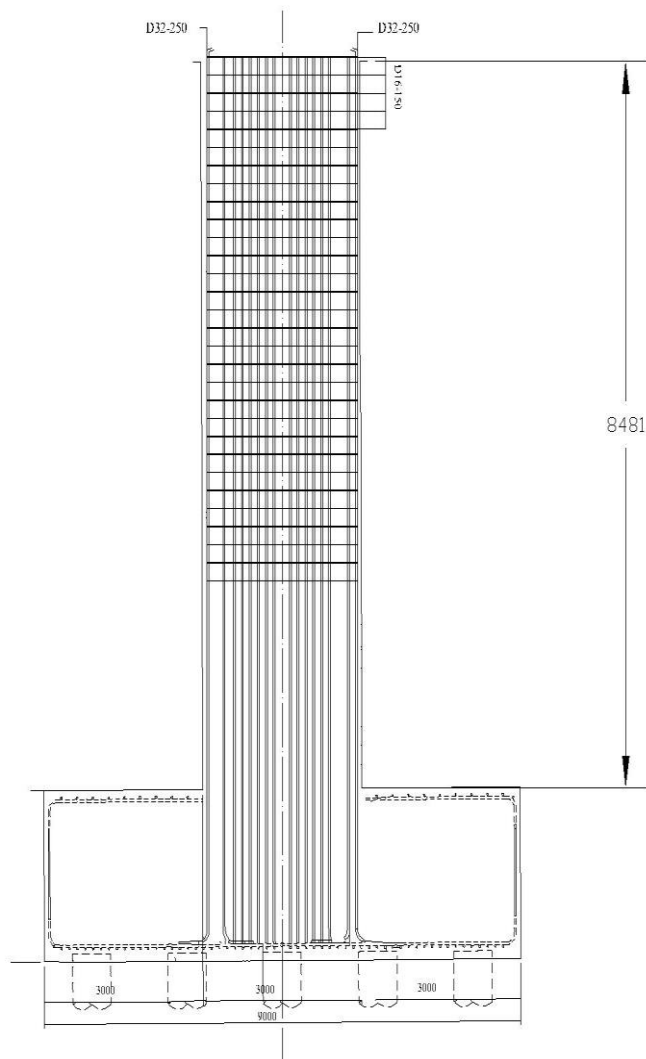
$$\begin{aligned} \text{As} &= \frac{Mn}{fy(dx - \frac{a}{2})} \\ &= \frac{99,453}{400(1.543,5 - \frac{782.595}{2})} \\ &= 5.608,412 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{As 1 buah} &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 13^2 \\ &= 132,665 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Tulangan} &= \frac{\text{As}}{\text{As 1 buah}} \\ &= \frac{5.608,412}{132,665} \\ &= 42.275 \approx 42 \text{ batang} \end{aligned}$$

$$\text{Jarak antar tulangan} = \frac{8455}{42} = 125 \text{ mm}$$

Jadi tulangan yang digunakan **D32-125** (As = 6434 mm<sup>2</sup>)



**Gambar 4.3.2 Penulangan Column**

### 4.3.3 Perhitungan Penulangan Pierhead P6

$$\begin{aligned}
 h &= 2.799 \text{ mm} \\
 d &= 32 \text{ mm} \\
 \text{Selimut (p)} &= 50 \text{ mm} \\
 dx &= h - p - \frac{1}{2} D \\
 &= 2.799 - 50 - (\frac{1}{2} 32) \\
 &= 2.733 \text{ mm} \\
 f_c &= 30 \text{ N/mm}^2 \\
 f_y &= 400 \text{ N/mm}^2 \\
 \phi &= 0,8 \\
 M_u &= 1.292,899 \text{ kNm} \\
 M_n &= M_u / \phi \\
 &= 704,092 \text{ kNm} \\
 C_b &= \frac{0,003}{0,003 + f_y / E_s} \times dx \\
 &= \frac{0,003}{0,003 + 400 / 200000} \times 2.733 \\
 &= 1.639,8 \text{ mm} \\
 a &= \beta_1 \times C_b \\
 &= 0,85 \times 1.639,8 \\
 &= 1.393,83 \text{ mm} \\
 A_s &= \frac{M_n}{f_y (dx - \frac{a}{2})} \\
 &= \frac{704,092}{400 (2.733 - \frac{1.393,83}{2})} \\
 &= 14.999,654 \text{ mm}^2 \\
 A_s \text{ 1 buah} &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times d^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 32^2 \\
 &= 803,84 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah Tulangan} &= \frac{As}{As \text{ 1 buah}} \\ &= \frac{14.999,654}{803,84} \\ &= 29,65 \approx 30 \text{ batang}\end{aligned}$$

$$\text{Jarak antar tulangan} = \frac{2.799}{19} = 150 \text{ mm}$$

Jadi digunakan tulangan **D32-125**

#### 4.4 Analisa Perhitungan Kapasitas Dukung Aksial Tiang Tunggal P6

##### 4.4.1 Perhitungan Daya Dukung dengan Nilai SPT

**Tabel 4. 1** Perhitungan Daya Dukung dengan Nilai SPT

Db	N	$\bar{N}$	As.fs	Qf (kN/m <sup>2</sup> )		Ab.qf	Ab.qf + As.fs
(m)	(blows/ft)		( kN )	$40.N \frac{Db}{B}$	400N	( kN )	( kN )
2,50	8	8	$(3,14 \times 0,6 \times 2,50) \times (2 \times 8)$ = 75,36	$40.8. \frac{2,50}{0,6}$ = 1.333,34	400.8 = 3.200	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right) \times 1.333,34$ = 376,801	376,801 + 75,36 = 452,161
4,50	11	9,5	$(3,14 \times 0,6 \times 4,50) \times (2 \times 9,5)$ = 161,082	$40.11. \frac{4,50}{0,6}$ = 2.300	400.11 = 4.400	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right) \times 2.300$ = 649,98	649,98 + 161,082 = 811,062
6,50	13	10,667	$(3,14 \times 0,6 \times 6,50) \times (2 \times 10,667)$ = 261,256	$40.13. \frac{6,50}{0,6}$ = 5.633,333	400.13 = 5.200	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right) \times 5.633,333$ = 1.591,979	1.591,979 + 261,256 = 1.853,235



8,50	15	11,75	$(3,14 \times 0,6 \times 8,50) \times (2 \times 11,75)$ = 376,329	$40.15. \frac{8,50}{0,6}$ = 8.500	400.15 = 6.000	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right) \times 8.500$ = 2.402,1	2.402,1 + 376,329 = 2.778,429
10,50	13	12	$(3,14 \times 0,6 \times 10,50) \times (2 \times 12)$ = 474,768	$40.13. \frac{10,50}{0,6}$ = 9.100	400.13 = 5.200	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right) \times 9.100$ = 2.571,66	2.571,66 + 474,768 = 3.046,428
12,50	16	12,667	$(3,14 \times 0,6 \times 12,50) \times (2 \times 12,667)$ = 596,616	$40.16. \frac{12,50}{0,6}$ = 13.333,333	400.16 = 6.400	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right) \times 13.333,333$ = 3.767,999	3.767,999 + 596,616 = 4.364,615
14,50	19	13,571	$(3,14 \times 0,6 \times 14,50) \times (2 \times 13,571)$ = 741,465	$40.19. \frac{14,50}{0,6}$ = 18.366,667	400.19 = 7.600	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right) \times 18.366,667$ = 5.190,420	5.190,420 + 741,465 = 5.931,885
16,50	22	13,375	$(3,14 \times 0,6 \times 16,50) \times (2 \times 13,375)$ = 831,550	$40.22. \frac{16,50}{0,6}$ = 24.200	400.22 = 8.800	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right) \times 24.200$ = 6.838,92	6.838,92 + 831,550 = 7.670,47

18,50	20	15,222	$(3,14 \times 0,6 \times 18,50) \times (2 \times 15,222)$ $= 1.061,095$	$40.20. \frac{18,50}{0,6}$ $= 24.666,667$	$400.20 =$ $8.000$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right) \times 24.666,667$ $= 6.970,800$	$6.970,800 + 1.061,095$ $= 8.031,895$
20,50	26	16,3	$(3,14 \times 0,6 \times 20,50) \times (2 \times 16,3)$ $= 1.259,077$	$40.26. \frac{20,50}{0,6}$ $= 35.533,333$	$400.26 =$ $10.400$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right) \times 35.533,333$ $= 10.041,719$	$10.041,719 + 1.259,077$ $= 11.300,796$
22,50	61	20,363	$(3,14 \times 0,6 \times 22,50) \times (2 \times 20,363)$ $= 1.726,375$	$40.61. \frac{22,50}{0,6}$ $= 91.500$	$400.61 =$ $24.400$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right) \times 91.500$ $= 25.857,9$	$25.857,9 + 1.726,375$ $= 27.584,275$
24,50	62	23,833	$(3,14 \times 0,6 \times 24,50) \times (2 \times 23,833)$ $= 2.200,167$	$40.62. \frac{24,50}{0,6}$ $= 101.266,667$	$400.62 =$ $24.800$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right) \times 101.266,667$ $= 28.617,960$	$28.617,960 + 2.200,167$ $= 30.818,127$

26,50	61	26,692	$(3,14 \times 0,6 \times 26,50) \times (2 \times 26,692)$ $= 2.665,249$	$40.61 \cdot \frac{26,50}{0,6}$ $= 107.766,667$	$400.61 =$ $24.400$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right) \times 107.766,667$ $= 30.454,860$	$30.454,860 + 2.665,249$ $= 33.120,109$
28,50	63	29,285	$(3,14 \times 0,6 \times 28,50) \times (2 \times 29,285)$ $= 3.144,858$	$40.63 \cdot \frac{28,50}{0,6}$ $= 119.700$	$400.63 =$ $25.200$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right) \times 119.700$ $= 33.827,22$	$33.827,22 + 3.144,858$ $= 36.972,078$
30,50	54	30,333	$(3,14 \times 0,6 \times 30,50) \times (2 \times 30,333)$ $= 3.485,989$	$40.54 \cdot \frac{30,50}{0,6}$ $= 109.800$	$400.54 =$ $21.600$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right) \times 109.800$ $= 31.029,48$	$31.029,48 + 3.485,989$ $= 34.515,469$

#### 4.4.2 Mencari beban terfaktor

$$T_u = 1,2 D + 1,6 L$$

dengan, D = Beban Mati

L = Beban Hidup

n = Jumlah Tiang Pancang

Maka besar beban terfaktor:

$$\begin{aligned} T_u &= 1,2 D + 1,6 L \\ &= (1,2 \times 893,137 \text{ t}) + (1,6 \times 1 \cdot 993,64 \text{ t}) \\ &= 4.261,884 \text{ T} \end{aligned}$$

#### 4.4.3 Mencari kapasitas dukung ijin

Dari tabel 4.1 diatas didapat nilai  $Q_u$  pada kedalaman 12,00 m adalah:

$$\begin{aligned} Q_u &= 4.364,615 \text{ KN} \\ &= 445,07 \text{ T} \end{aligned}$$

Maka Kapasitas Dukung Ijin sebesar:

$$\begin{aligned} Q_a &= \frac{Q_u}{F_s} \\ &= \frac{445,07}{3} \\ &= 148,356 \text{ t} = 1.454,88 \text{ KN} \end{aligned}$$

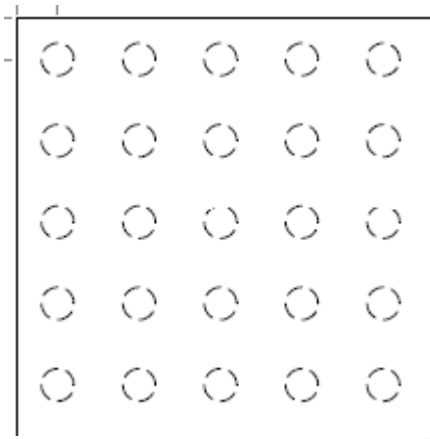
#### 4.4.4 Menghitung Jumlah Tiang Pancang

Efisiensi pondasi tiang pancang :

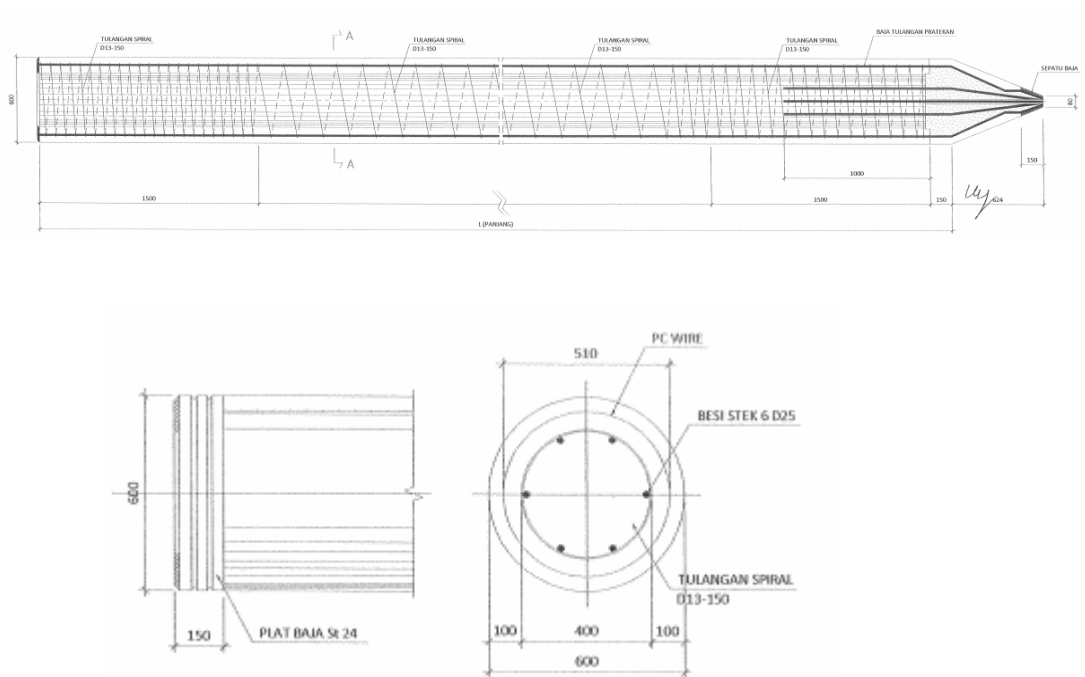
Pondasi tiang pancang berada di kedalaman **-39 m**

- A. Diagonal (D) = 60 cm
- B. Daya Dukung =  $(A_p \cdot T_{bk}) + (A_s \cdot \tau)$   
=  $(2826 \cdot 115,5) + (13,4 \cdot 2340)$   
= 357,759 t
- C. Pkolom = Total beban mati pilar + total beban hidup  
= 8931,37 + 1756,1  
= 10783 t
- D. Jarak antar tiang pancang =  $1,5D - 3D$   
=  $1,5 \times 60 - 3 \times 60$   
= 90 cm - 180 cm
- E. Diambil jarak = 180 cm
- F. Jumlah Tiang Pancang =  $\frac{P_{kolom}}{Daya\ Dukung} (efisiensi\ tiang)$   
=  $\frac{10783\ t}{357,759t} 0,988$   
= **29,78  $\approx$  30 buah**

Direncanakan denah pondasi Tiang Pancang seperti berikut :



Jadi, digunakan pondasi *tiang pancang* dengan diameter 60 cm dengan jumlah **30 buah**



**Gambar 4.12** Detail Penulangan Pondasi Tiang Pancang

Sumber : (Shop Drawing Patimban Project Development, 2017)

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil perencanaan pada bab sebelumnya diperoleh hasil perhitungan struktur bawah pada Perhitungan Pondasi Tiang Pancang pada *Overpass Acces Road Patimban Port Phase I-1*, dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Perhitungan Pembebanan pada Jembatan menggunakan pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya 1987 (PPPJJR, 1987).
2. Penyusunan Tugas Akhir ini, dibatasi pada perhitungan pembebanan dan perhitung struktur (Pondasi Tiang Pancang, Pilecap, Kolom, dan Pierhead).
3. Jumlah Tiang Pancang dihitung dengan menggunakan data tanah Uji SPT (*Standart Penetration Test*).
4. Berdasarkan perhitungan pembebanan pilar menggunakan Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya (PPPJJR) tahun 1987. digunakan tulangan D19 – 150 dan D25 – 150 pada *Pilecap*, sedangkan penulangan pada kolom digunakan tulangan D13-200, sedangkan digunakan tulangan D32 – 150 dan D25 – 150 pada *Pierhead*
5. Berdasarkan perhitungan, untuk menahan struktur *Overpass*, Pondai Tiang Pancang yang digunakan berjumlah 30 titik, dengan kedalaman 39 m dan diameter 0,6 m.

## 5.2 Saran

Dari hasil Perencanaan Pondasi Tiang Pancang pada *Overpass* 4, Proyek Pembangunan Jalan Akses Pelabuhan Patimban dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Perencanaan struktur harus berdasarkan peraturan yang berlaku sehingga dapat menghasilkan konstruksi jembatan yang aman.
2. Dalam perencanaan struktur dan perencanaan jumlah pondasi yang dibutuhkan, harus sesuai dengan hasil perhitungan agar jumlah pondasi dan struktur dalam perencanaan pondasi dapat seefisien mungkin.
3. Referensi-referensi yang lain diperlukan dalam perhitungan struktur untuk mendukung keakuratan data perencanaan.



# LAMPIRAN

