



TUGAS AKHIR

**PENINJAUAN ULANG STRUKTUR *PIER* P6 (7+128) PADA
PEMBANGUNAN FLY OVER JALAN AKSES PELABUHAN
PATIMBAN SUBANG, JAWA BARAT**

Oleh:

BAYU PRAKOSO

400301170600111

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**

2021

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

NAMA : Bayu Prakoso

NIM : 400301170600111

Tanda Tangan :.....

Tanggal :.....

HALAMAN PENGESAHAN



TUGAS AKHIR

“Peninjauan Ulang Struktur *Pier* P6 (7+128) pada Pembangunan Fly
Over Jalan Akses Pelabuhan Patimban Subang, Jawa Barat”

Tugas Akhir ini telah diperiksa dan disahkan pada,

Hari :

Tanggal :

Disusun oleh :

Bayu Prakoso 40030117060111

Dosen Pembimbing,

Asri Nurdiana, ST, MT.

NIP. 198502092012122001

Mengetahui,

Ketua Program Studi Diploma III Teknik Sipil SV UNDIP

Asri Nurdiana, ST, MT.

NIP.

198512092012122001

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 P6 (7+128) 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 Asri Nurdiana ,ST, MT 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 Mohamad Dwi Febrian, 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 Wegig Hasan dan Fa'iq Ahmad Razaq yang telah memberikan dukungan serta bantuan dalam bentuk apapun dalam pelaksanaan kerja praktik dan proses penyusunan tugas akhir.
7. Semua pihak yang telah membantu penyusunan tugas akhir 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, Desember 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	vi
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Proyek	1
1.2. Maksud dan Tujuan Penulisan.....	3
1.3. Permasalahan.....	3
1.4. Sistematika Penulisan.....	3
BAB II TIJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Uraian Umum	5
2.2.2 Struktur Bangunan Atas (<i>Upper Structure</i>)	6
2.2.3 Struktur Bangunan Bawah (<i>Sub Structure</i>).....	9
2.2 Pilar (<i>Pier</i>).....	14
2.2.1 Jenis Pilar Jembatan	14
2.2.2 Perhitungan Pembebanan	15
2.2.3 Penyebaran Gaya.....	28
2.3 Pondasi Spun Pile	31
2.3.1 Uji Penetrasi Standar (SPT)	31
2.3.2 Prosedur Uji SPT.....	32

BAB III METODE PENULISAN.....	38
3.1 Subjek dan Objek Penulisan.....	38
3.2 Metode Pengumpulan Data	39
3.3 Pengolahan Data.....	41
BAB IV ANALISA PERHITUNGAN	42
4.1 Perhitungan Pilar	42
4.1.1 Data Konstruksi.....	42
4.1.2 Perhitungan Beban Konstruksi	46
4.1.3 Kombinasi Pembebanan	62
4.2 Perhitungan Daya Dukung dengan Nilai SPT	78
4.2.1 Mencari beban terfaktor	82
4.2.2 Mencari kapasitas dukung ijin	82
4.2.3 Perhitungan Pondasi Tiang Pancang berdasarkan Kelompok Tiang..	83
BAB V.....	85
5.1 Kesimpulan.....	85
5.2 Saran.....	86

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 berkerja 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

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.

Pengembangan transportasi diarahkan untuk menjembatani kesenjangan antar wilayah dan mendorong pemerataan hasil pembangunan. Transportasi laut memegang peranan penting dalam kelancaran perdagangan karena memiliki nilai ekonomis yang tinggi antara perdagangan dan lalu lintas muatan, Pelabuhan diciptakan sebagai titik kumpul perpindahan muatan barang dimana kapal dapat bersandar, melakukan bongkar muat barang dan penerusan ke daerah lainnya (Putra & Djalate, 2016)

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

kementrian 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 Kementrian 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.
4. Meninjau ulang struktur bagian *Pier Head*

1.3.Permasalahan

Pokok permasalahan yang akan dibahas dalam Tugas Akhir ini meliputi peninjauan struktur pondasi *Fly Over* Sta 6+228 Pembangunan Jalan Akses Pelabuhan Patimban, penulis membatasi masalah:

1. Analisa Pembebanan Struktur Bawah
2. Struktur bawah yang ditinjau adalah Pier P6 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. (Wikipedia, Arti Jalan Layang)

2.2.2 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 Conventional.
- 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 membantu 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.

2.2.3 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 ± 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)

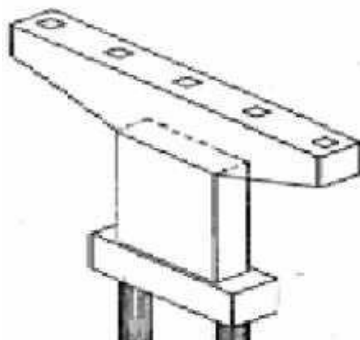
2.2 Pilar (*Pier*)

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

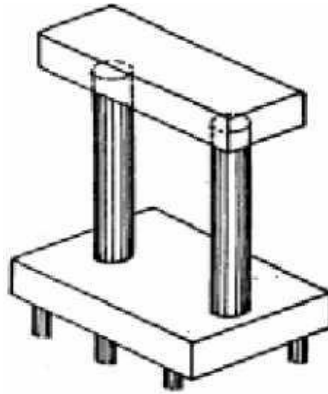
Secara umum, ada beberapa macam jenis pilar jembatan, yaitu :

1. Tipe dinding penuh



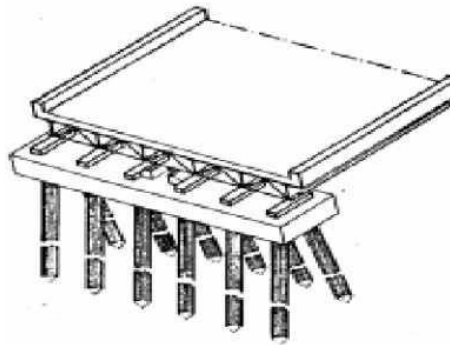
Gambar 2. 1 tipe dinding penuh

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.

2.2.2.1 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^3
Besi Tuang.....	7,25 t/m^3
Alumunium Paduan.....	2,80 t/m^3
Beton Bertulang/Pratekan	2,50 t/m^3
Beton Biasa, Tumbuk, Siklop	2,20 t/m^3
Pasangan Batu/Bata.....	2,00 t/m^3
Kayu	1,00 t/m^3
Tanah, Pasir, Kerikil	2,00 t/m^3
Perkerasan Jalan Beraspal	2,00 – 2,50 t/m^3
Air	1,00 t/m^3

*) 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.

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

Tabel 2. 1 jumlah jalur lalu lintas

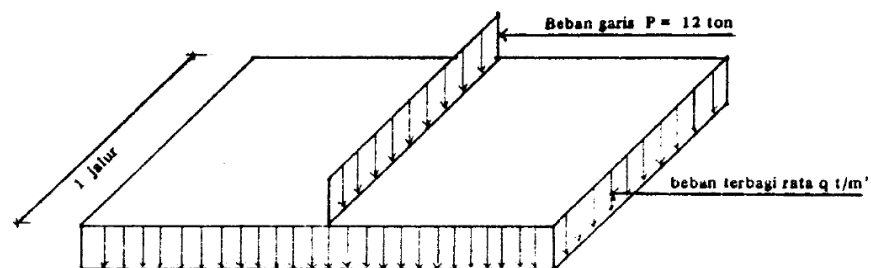
Beban hidup dinyatakan dalam dua macam yaitu :

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



Gambar 2. 4 beban "D"

Besar “ q ” ditentukan sebagai berikut:

$$q = 2,2 \text{ t/m} \dots\dots\dots \text{untuk } L \leq 30 \text{ m}$$

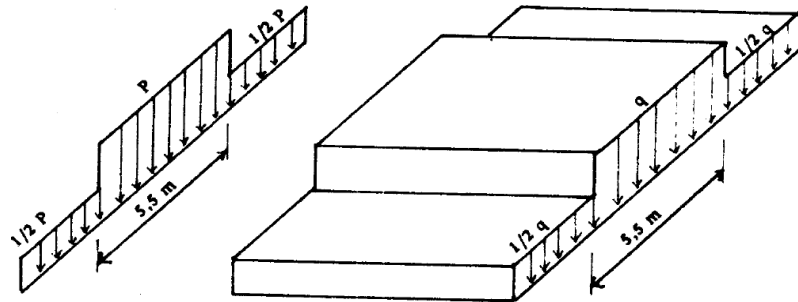
$$q = 2,2 \text{ t/m} - 1,1/60 \times (L - 30) \text{ t/m} \dots\dots\dots \text{untuk } 30 \text{ m} < L < 60 \text{ m}$$

$$q = 1,1 \times (1 + 30/L) \text{ t/m} \dots\dots\dots \text{untuk } L > 60 \text{ m}$$

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 bebaskan 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:

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

Tabel 2. 2 jumlah median anggapan untuk menghitung reaksi perletakan

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)

2.2.2.2 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 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°C

Perbedaan suhu antara bagian jembatan = 15°C

- Bangunan Beton

Perbedaan suhu maksimum/minimum = 15°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	$E \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$	ϵ per derajat Celcius
Baja	$2,1 \times 10^6$	12×10^{-6}
Beton	$2 \text{ sampai } 4 \times 10^5^*$	10×10^{-6}
Kayu: Sejajar Serat	$1,0 \times 10^5^*$	5×10^{-6}
Kayu: Tegak Lurus Serat	$1,0 \times 10^4^*$	$50 \times 10^{-6}^*$

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)

$$G_h = E \times G$$

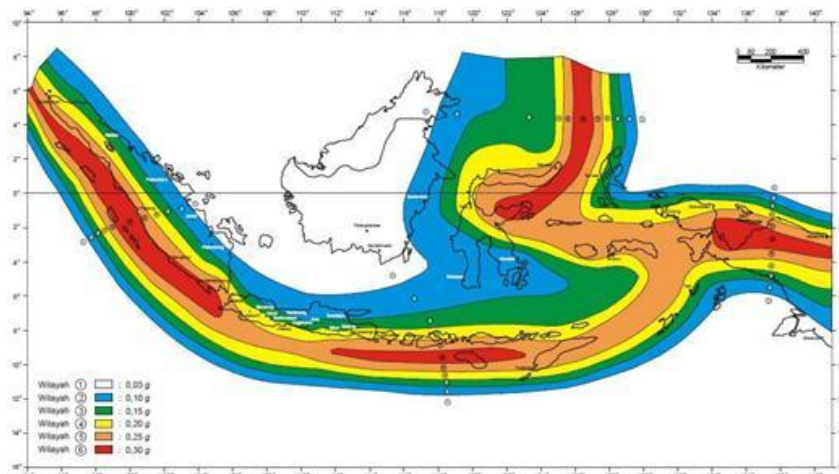
keterangan:

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

2.2.2.3 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)

Besar nya 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 besar nya dihitung denan cara pelaksanaan pekerjaan yang digunakan. (Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya, 1987)

2.2.3 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.

α = 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.

α = 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)

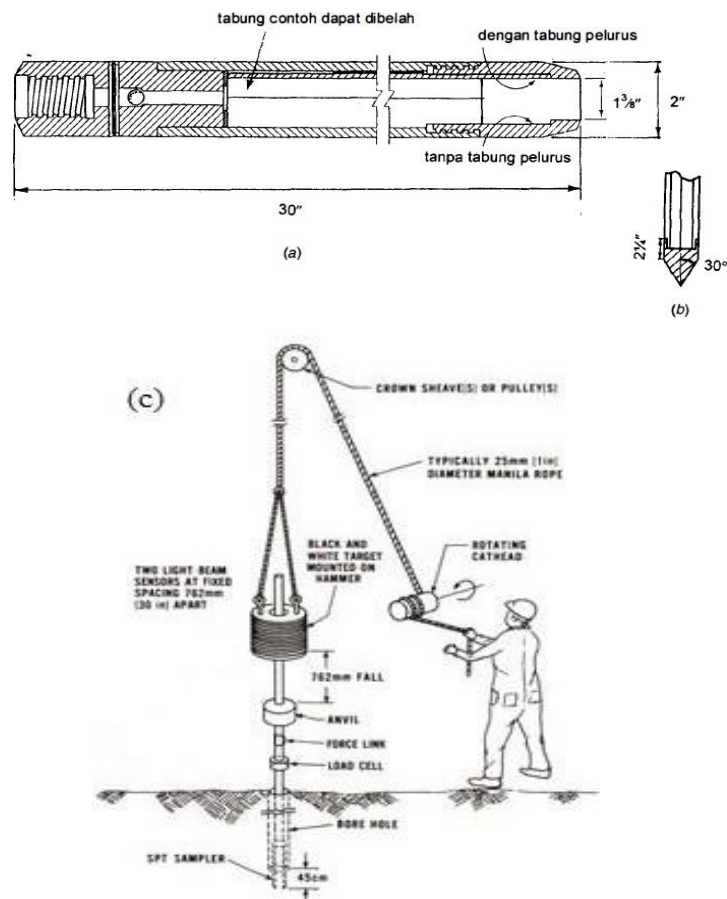
Penyelidikan tanah di lapangan sangat berguna untuk mengetahui karakteristik tanah dalam mendukung beban pondasi dengan tidak dipengaruhi oleh kerusakan tanah akibat operasi pengeboran dan. SPT (*Standard Penetration Test*) merupakan salah satu cara pengujian lapangan yang dilakukan karena sulitnya memperoleh 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 dipukul 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 2.3 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. 4 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. 5 Hubungan Nilai N, konsistensi dan kuat tekan-bebas (q_u) untuk tanah lempung jenuh (*Terzaghi dan Peck, 1948*)

Nilai N	Konsistensi	Kuat Tekan Bebas (q_u) (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

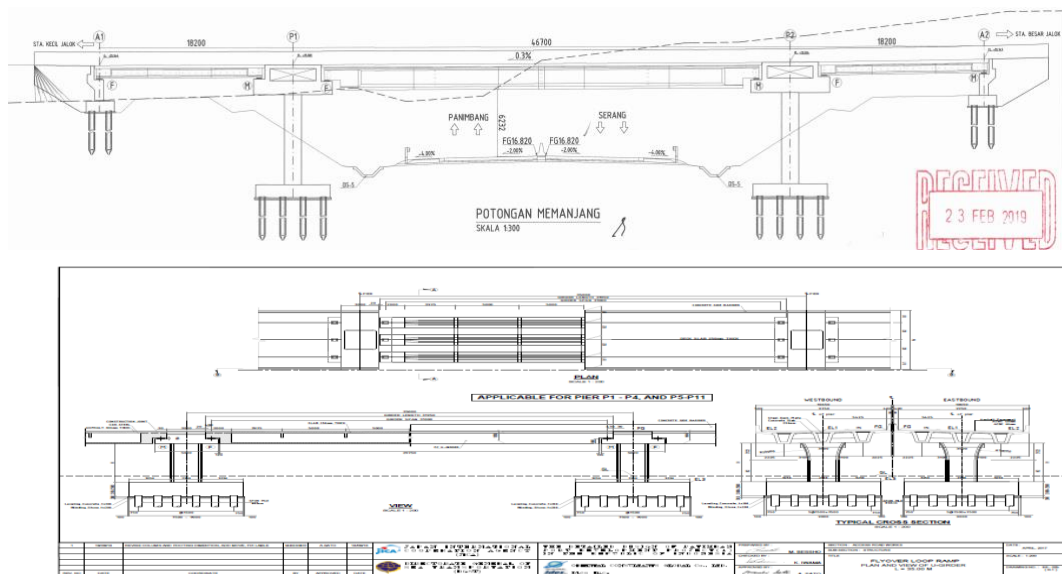
Sumber: (*Terzaghi dan Peck, 1948*)

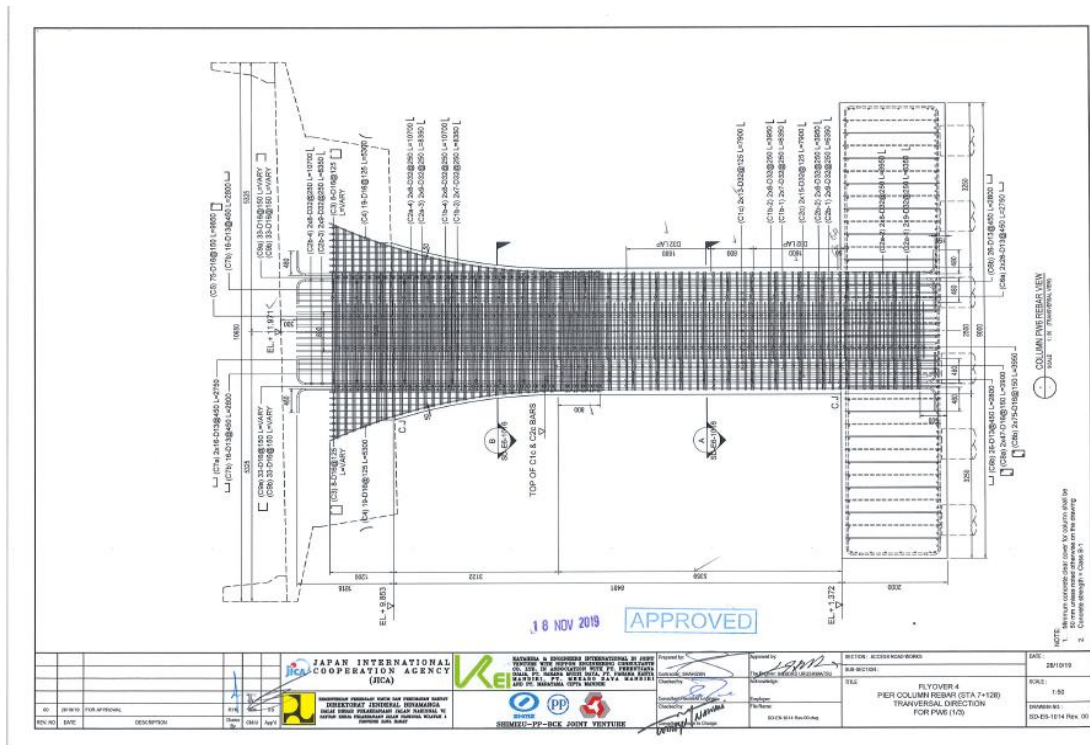
BAB III

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 pilar P6 dan pondasi tiang pancang pada P6.





Gambar 3.1 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

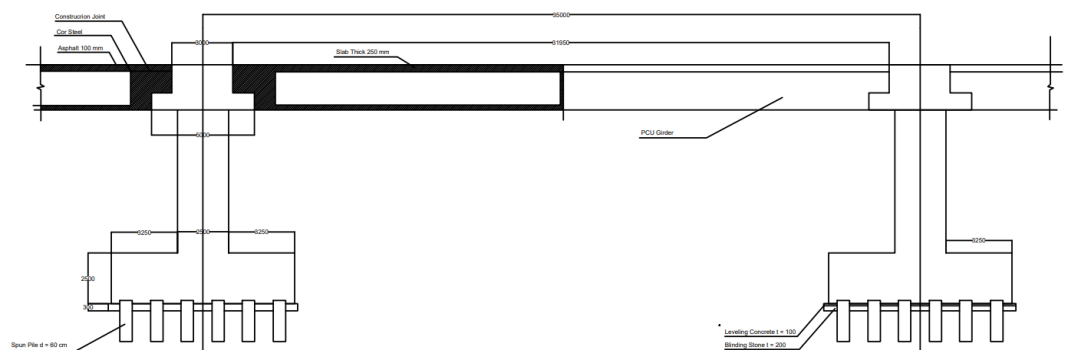
Peninjauan ulang perencanaan tiang pancang meliputi kapasitas daya dukung tiang tunggal, kapasitas daya dukung tiang kelompok, dan penulangan yang digunakan.

BAB IV ANALISA PERHITUNGAN

4.1 Perhitungan Pilar

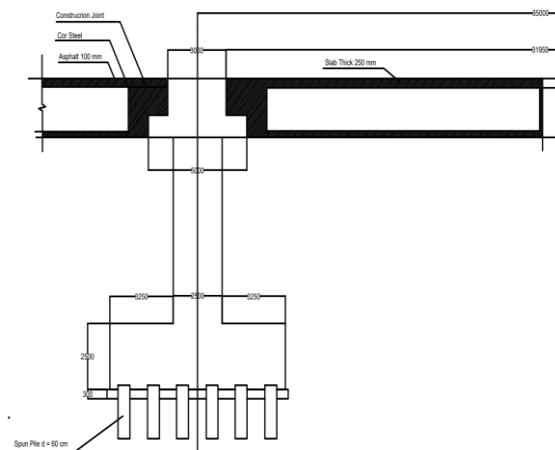
Pilar jembatan merupakan struktur perantara antara struktur atas dengan struktur bawah jembatan. Pilar jembatan berfungsi untuk mendistribusi dan mentransfer beban struktur atas ke struktur bawah jembatan. Maka, pilar jembatan ini merupakan salah satu bagian dari substruktur sebuah jembatan. Dalam bab 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

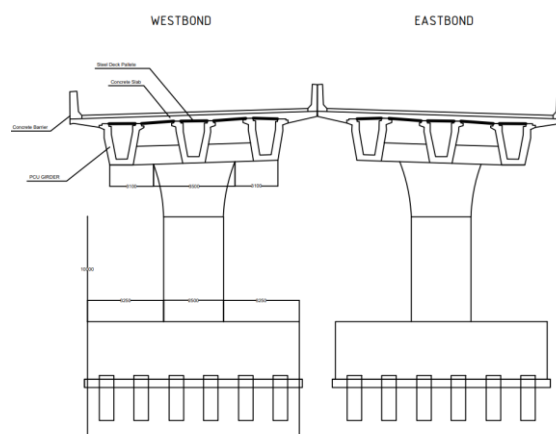


Gambar 4.1 Tampak Samping P6-P7

Jenis Struktur	: Beton Bertulang
Berat Jenis Beton Bertulang	: 25 kN/m ³
Bentang Antar Pilar	: 35 meter
Panjang Girder	: 35 meter
Lalu Lintas Jalan	: 2 lajur
Dimensi Pile Kolom P6	



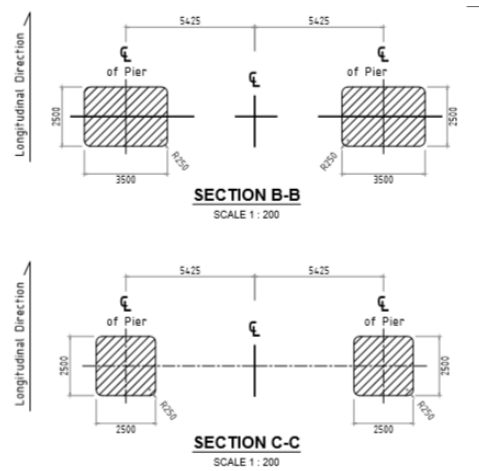
Gambar 4.2 P6 Tampak Samping



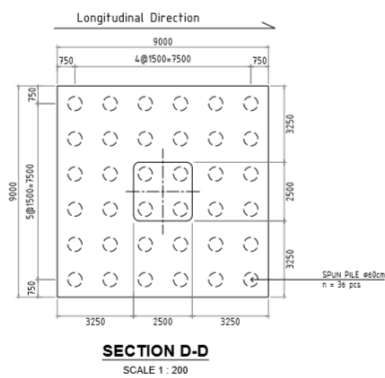
Gambar 4.2 P6 Cross Section

Sumber : (Shop Drawing Patimban Project Development, 2017)

Tinggi Pilar	: 10,85 meter
Panjang Pile Bawah	: 2,5 meter
Lebar Pile Bawah	: 2,5 meter
Panjang Pile Atas	: 3,5 meter
Lebar Pile Bawah	: 2,5 meter
Jumlah Pile	: 2



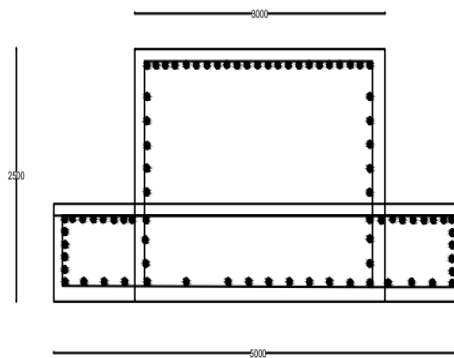
Gambar 4.3 P6 Kolom Tampak Atas dan Bawah



Gambar 4.4 P6 Pile Cap Tampak Atas

Dimensi Pile Cap Kolom P6

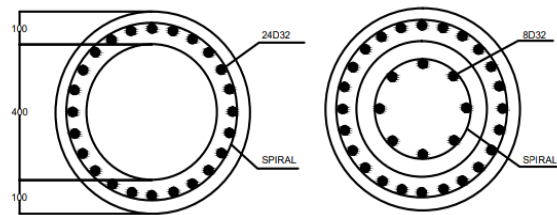
Panjang Pile Cap	: 9 meter
Lebar Pile Cap	: 9 meter
Tinggi Pile Cap	: 2 meter
Jumlah Pile Cap	: 2



Gambar 4.5 Dimensi *Pierhead*

Dimensi *Pierhead* P6

Tinggi T1	: 1,3 meter
Tinggi T2	: 0,7 meter
Panjang P1	: 2,75 meter
Panjang P2	: 4,75 meter
Lebar	: 9 meter
Jumlah	: 2



Gambar 4.6 Detail Dimensi Tiang Pancang

Data Struktur Bawah

Panjang Tiang Pancang	: 24 meter
Diameter Tiang Pancang	: 0,6 meter
Jenis Konstruksi	: Beton Bertulang
Berat Jenis Beton Bertulang	: 2,5 t/m ²
Jumlah Tiang Pancang P6	: 72 titik

4.1.2 Perhitungan Beban Konstruksi

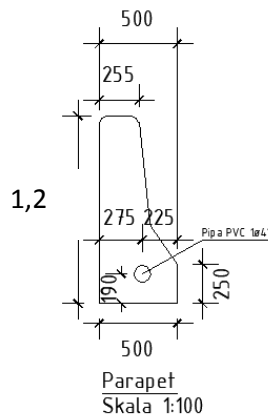
4.1.2.1 Beban Mati

a. Berat *Parapet*



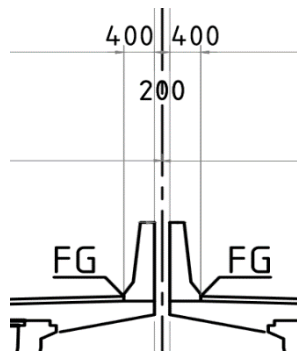
Gambar 4.7 Parapet Tipe 1

Sumber : (Shop Drawing Patimban Project Development, 2017)

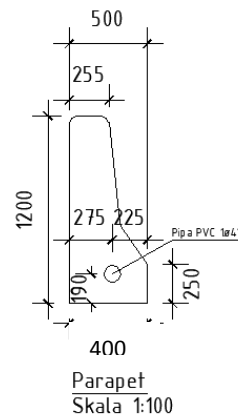


Gambar 4.8 Dimensi Parapet Tipe 1

Berat jenis beton	$= 2,5 \text{ t/m}^3$
Jumlah parapet	$= 2 \text{ sisi (sisi kanan dan sisi kiri)}$
Bentang	$= 35 \text{ m}$
Luas 1	$= 0,5 \times 0,25$ $= 0,125 \text{ m}^2$
Luas 2	$= \frac{1}{2} (0,50 + 0,25) \times 0,25$ $= 0,09375 \text{ m}^2$
Luas 3	$= 0,7 \times 0,5$ $= 0,35 \text{ m}^2$
Volume	$= (L1 + L2 + L3) \times \text{Bentang}$ $= (0,125 + 0,09375 + 0,35) \times 35$ $= 19,906 \text{ m}^3$
Berat	$= \text{Volume} \times \gamma \times \text{Jumlah Parapet}$ $= 19,906 \times 2,5 \times 2$ $= 99,531 \text{ kN}$



Gambar 4.9 Parapet Tipe 2

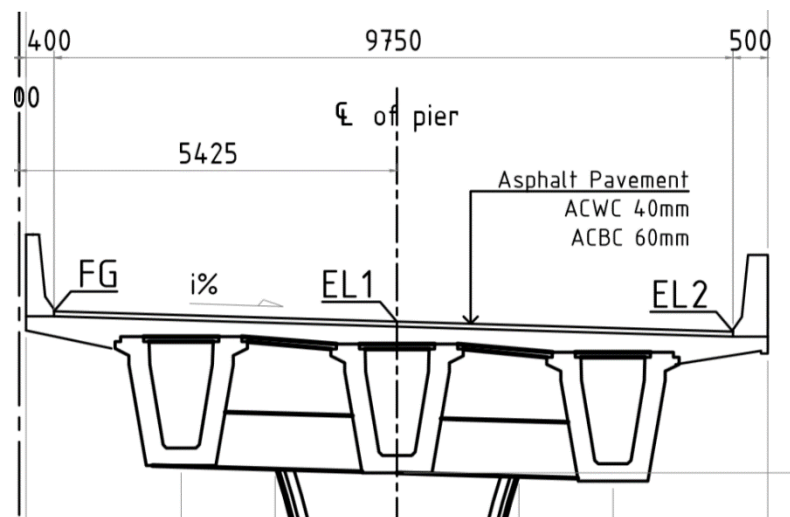


Gambar 4.9 Detail Parapet Tipe 2

Berat jenis beton	$= 2,5 \text{ t/m}^3$
Jumlah parapet	$= 2 \text{ sisi (sisi kanan dan sisi kiri)}$
Bentang	$= 35 \text{ m}$
Luas 1	$= 0,4 \times 0,25$ $= 0,1 \text{ m}^2$
Luas 2	$= \frac{1}{2} (0,40 + 0,25) \times 0,25$ $= 0,08125 \text{ m}^2$
Luas 3	$= 0,7 \times 0,4$ $= 0,28 \text{ m}^2$
Volume	$= (L1 + L2 + L3) \times \text{Bentang}$ $= (0,1 + 0,08125 + 0,28) \times 35$

$$\begin{aligned}
 &= 16,144 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat} &= \text{Volume} \times \gamma \times \text{Jumlah Parapet} \\
 &= 16,144 \times 2,5 \times 2 \\
 &= 80,72 \text{ kN} \\
 \text{Total Berat Parapet} &= \text{Berat Tipe 1} + \text{Berat Tipe 2} \\
 &= 99,531 \text{ kN} + 80,72 \text{ kN} \\
 &= 180,251 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

b. Berat Aspal



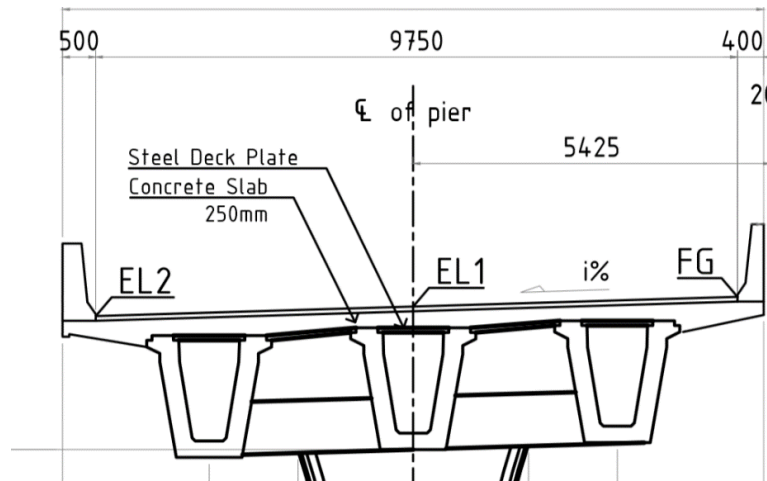
Gambar 4.10 Aspal

$$\begin{aligned}
 \text{Bentang} &= 35 \text{ meter} \\
 \text{Berat jenis aspal} &= 2,3 \text{ t/m}^3 \\
 \text{Volume} &= a \times b \times \text{Bentang} \times 2 \\
 &= 9,75 \times 0,1 \times 35 \times 2 \\
 &= 68,25 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat} &= \text{Volume} \times \gamma
 \end{aligned}$$

$$= 68,25 \text{ m}^3 \times 2,3 \text{ t/m}^3$$

$$= 156,975 \text{ t} = 1569,75 \text{ kN}$$

c. Berat Slab



Gambar 4.11 Dimensi Slab

Volume $= \text{Bentang} \times \text{Lebar} \times \text{Tebal} \times 2$

$$= 35 \times 9,75 \times 0,25 \times 2$$

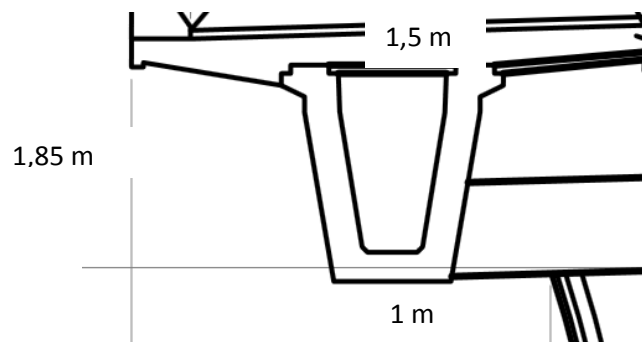
$$= 170,625 \text{ m}^3$$

Berat $= \text{Volume} \times \gamma$

$$= 170,625 \times 25$$

$$= 4265,625 \text{ kN}$$

d. Berat PCU Girder



Gambar 4.12 Dimensi PCU Girder

Jumlah Girder	= 6
Tebal Girder	= 0,25 m
Panjang Girder	= 35 m
Luas Girder	$= \frac{1}{2} \times 1,85 \times 0,25 \times 2 + 0,25 \times 1$ $= 0,4625 + 0,25$ $= 0,7125 \text{ m}^2$
Volume Girder	$= \text{Luas} \times \text{Bentang}$ $= 0,7125 \times 35$ $= 24,9375 \text{ m}^3$
Berat Girder	$= \text{Volume} \times \gamma \times \text{Jumlah Girder}$ $= 24,9375 \times 2,5 \times 6$ $= 374,0625 \text{ kN}$

Σ Beban Mati :

a. Berat Parapet	= 180,251 kN
b. Berat Aspal	= 1569,75 kN
c. Berat Slab	= 4265,625 kN
d. Berat PCU Girder	= 374,0625 kN +
	= 6389,6885 kN

Momen M_M = Gaya x Jarak

$$= 6389,6885 \times 2,0$$

$$= \mathbf{12779,377 \text{ kNm}}$$

4.1.2.2 Beban Hidup

a. Beban “D”

Menghitung menggunakan bentang gelagar

$$\text{Bentang gelagar (L)} = 35 \text{ meter}$$

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

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

maka besar q

adalah :

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

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

$$q = 2,2 - 0,9167$$

$$q = 1,283 \text{ t/m}$$

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)

$$Q = \frac{q}{2,75}$$

$$P = \frac{p}{2,75}$$

$$= \frac{1,283}{2,75}$$

$$= \frac{12}{2,75}$$

$$= 0,467 \text{ t}$$

$$= 4,364 \text{ T}$$

Muatan merata diperhitungkan berdasarkan lebar lantai kendaraan.

Lebar lantai jembatan = 21,3 meter

Ketentuan PPPJJR 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 $Q = 0,467 \text{ t}$ dan $P = 4,364 \text{ T}$

$$\begin{aligned} q &= (100\% \times 0,467 \times 5,50) + 2 (50\% \times 0,733 \times 8,95) \\ &= 2,5685 + 2 (3,280) \\ &= 9,1285 \text{ t} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} Q &= q \times L \\ &= 9,1285 \text{ t} \times 21,3 \\ &= 194,437 \text{ t} \end{aligned}$$

b. 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 :

$$\begin{aligned} K &= 1 + \frac{20}{50+L} \\ &= 1 + \frac{20}{50+35} \\ &= 1 + 0,235 \\ &= 1,235 \end{aligned}$$

Untuk beban “P” (beban garis) :

$$P = K \times P$$

$$= 1,235 \times 63,060$$

$$= 77,879 \text{ t}$$

Σ Beban Hidup :

$$\text{a. Beban “D”} = 194,437 \text{ t}$$

$$\text{b. Beban “P”} = 77,879 \text{ t} +$$

$$= 272,316 \text{ t} = \mathbf{2723,16 \text{ kN}}$$

Momen M_H = Gaya x Jarak

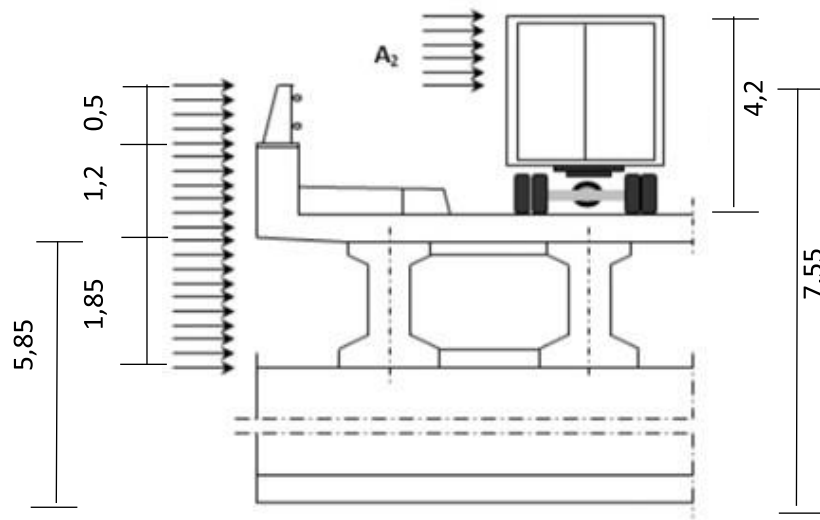
$$= 2723,16 \times 2,0$$

$$= 5446,32 \text{ kNm}$$

4.1.2.3 Beban Sekunder

a. Beban Angin

Pengaruh Tekanan angin sebesar 1,5 kPa pada jembatan ditinjau berdasarkan bekerjanya beban angin horizontal, terbagi rata pada bidang vertikal jembatan dalam arah tegak lurus sumbu memanjang. Tekanan angin: $P = 1,5 \text{ kPa} = 1,5 \text{ kN/m}^2$



Gambar 4.13 Pembebanan Angin

- Keadaan tanpa beban hidup

Untuk jembatan gelagar penuh diambil 100% luas sisi jembatan yang terkena angin, ditambah 50% luas bidang lainnya.

Luas bidang sisi jembatan yang langsung terkena angin:

$$\begin{aligned} L_1 &= (1,25+1,2) \times 35 \\ &= 85,75 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$L_2 = 0,50 \times 35$$

$$= 17,5 \text{ m}^2$$

Gaya angin yang bekerja :

$$A_1 = [100\%(L_1 \times P) + 50\% (L_2 \times P)] / 2$$

$$= [100\%(85,75 \times 1,5) + 50\% (17,5 \times 1,5)] / 2$$

$$= (128,625 + 13,125) / 2$$

$$= 70,875 \text{ kN}$$

$$MA_1 = A_1 \times Y_1$$

$$= 70,875 \times 5,85$$

$$= 414,619 \text{ kN/m}$$

- Keadaan dengan beban hidup

Untuk jembatan diambil sebesar 50% terhadap luas bidang terhadap luas sisi jembatan.

$$L_3 = (50\% L_1) + (50\% L_2)$$

$$= (50\% \times 85,750) + (50\% \times 17,5)$$

$$= 42,875 + 8,75$$

$$= 51,625 \text{ m}^2$$

$$L_4 = (4,20 - 1,85) \times 35$$

$$= 82,250 \text{ m}^2$$

Gaya Angin yang bekerja:

$$A_2 = [50\%(L_3 \times P) + 100\%(L_4 \times P)] / 2$$

$$= [50\%(51,625 \times 1,5) + 100\%(82,25 \times 1,5)] / 2$$

$$= [38,719 + 123,375] / 2$$

$$= 81,047 \text{ kN}$$

$$MA_2 = A_2 \times Y_2$$

$$= 81,047 \times 7,55$$

$$= 611,905 \text{ kNm}$$

Tabel 4.1 Beban Angin

Beban Angin	Beban	Z (m)	Momen
A1	70,875	5,85	414,619
A2	81,047	7,55	611,905
ΣA	151,922		1026,524

b. Gaya Rem

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.

$$\begin{aligned}
 R_m &= 5\% \times (P + \frac{1}{2} \times q \times l) \\
 &= 5\% \times (630,6 + \frac{1}{2} \times 91,285 \times 35) \\
 &= 5\% \times 2228,087 \\
 &= \mathbf{111,404 \text{ Kn}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{Rm} (\text{Gaya Rem}) &= 111,404 \times 5,80 \\
 &= \mathbf{646,145 \text{ kNm}}
 \end{aligned}$$

c. Gaya Akibat Gempa Bumi

$$G_H = 0,9 \times \text{Beban Mati}$$

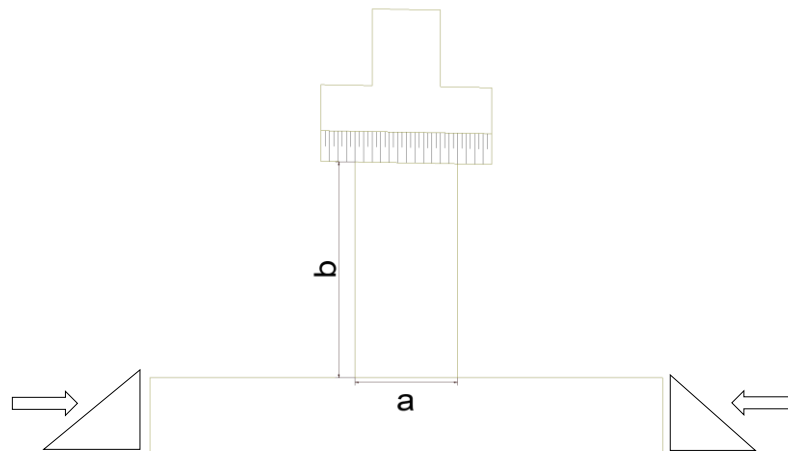
$$= 0,9 \times 6389,6885$$

$$= 5750,720 \text{ kN}$$

$$M_{GH} = 5750,720 \times 3,84$$

$$= 22082,76 \text{ kNm}$$

d. Gaya Akibat Tekanan Tanah



Gambar 4.14 Pembebanan Angin

Gaya terjadi pada *pilecap* yang berada dibawah permukaan tanah.

$$(\gamma) = 14,7 \text{ kN/m}^3$$

$$(c) = 22,359 \text{ kPa}$$

$$(\varphi) = 33,81^\circ$$

$$K_a = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}$$

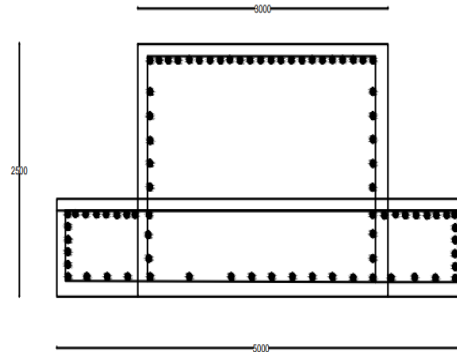
$$= \frac{1 - \sin 33,81}{1 + \sin 33,81}$$

$$= 0,285$$

$$P_a = \frac{1}{2} \times K_a \times \lambda \times H^2$$

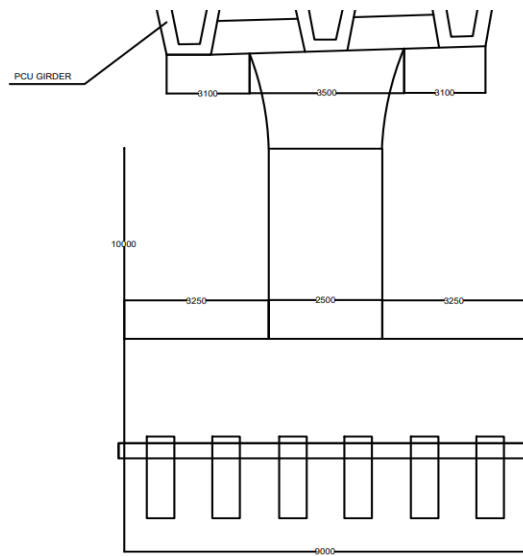
$$\begin{aligned}
&= \frac{1}{2} \times 0,285 \times 14,7 \times 2,5^2 \\
&= 13,092 \text{ kN} \\
\text{Ma} &= \text{Pa} \times 6,6 \\
&= 13,092 \times 6,6 \\
&= 86,408 \text{ kNm} \\
\text{Kp} &= \frac{1}{Ka} \\
&= \frac{1}{0,285} \\
&= 3,509 \\
\text{Pp} &= \frac{1}{2} \times Kp \times \lambda \times H^2 \\
&= \frac{1}{2} \times 3,509 \times 14,7 \times 2,5^2 \\
&= 161,195 \text{ kN} \\
\text{Mp} &= \text{Pp} \times 6,6 \\
&= 161,195 \times 6,6 \\
&= 1063,885 \text{ kNm} \\
\text{Gaya Total} &= \text{Pa} + \text{Pp} \\
&= 13,092 + 161,195 \\
&= \mathbf{174,287 \text{ kN}} \\
\text{Momen} &= \text{Ma} + \text{Mp} \\
&= 86,408 + 1063,885 \\
&= \mathbf{1150,293 \text{ kNm}}
\end{aligned}$$

e. Beban Akibat Berat Sendiri Pilar



Gambar 4.15 Dimensi PierHead P6

Area 1	$= 0,8 \times 1 \times 6,2$ $= 4,96 \text{ m}^3$
Area 2	$= 1,85 \times 3 \times 6,2$ $= 34,41 \text{ m}^3$
Area 3	$= 0,8 \times 1 \times 6,2$ $= 4,96 \text{ m}^3$
Volume	$= (\text{Area 1} + \text{Area 2} + \text{Area 3}) \times 2$ $= (4,96 + 34,41 + 4,96) \times 2$ $= 88,66 \text{ m}^3$
Berat	$= \text{Volume} \times \gamma$ $= 88,66 \times 25$ $= 2216,5 \text{ kN}$
Momen	$= 2216,5 \times 6,2$ $= 13742,3 \text{ kNm}$



Gambar 4.16 Dimensi Pier P6

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

$$\text{Volume} = \frac{1}{2} \times (2,5 + 3,5) \times 10,5 \times 3,5$$

$$= 110,25 \text{ m}^3$$

$$\text{Total Volume} = 110,25 \times 2$$

$$= 220,5 \text{ m}^3$$

$$\text{Berat} = \text{Volume} \times \gamma$$

$$= 220,5 \times 25$$

$$= 5512,5 \text{ kN}$$

$$\text{Momen} = 5512,5 \times 1,75$$

$$= 9646,875 \text{ kNm}$$

$$\text{Beban Total Pilar (Gc)} = \text{Berat Pierhead} + \text{Berat Pier}$$

$$= 2216,5 \text{ kN} + 5512,5 \text{ kN}$$

$$= 7729 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned}
 M_{Gc} &= 13742,3 \text{ kNm} + 9646,875 \text{ kNm} \\
 &= 23389,175 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

4.1.3 Kombinasi Pembebanan

Konstruksi jembatan beserta bagian-bagiannya harus ditinjau terhadap kombinasi pembebanan dan gaya yang mungkin bekerja. Sesuai dengan sifat-sifat serta kemungkinan-kemungkinan pada setiap beban yang digunakan dalam pemeriksaan kekuatan konstruksi yang bersangkutan dinaikan terhadap tegangan yang diizinkan sesuai keadaan elastis.

a. Kombinasi I $\{(M+(H+K) + Ta)\}$

$$\begin{aligned}
 V &= \{M + (H + K) + G_c + T_a\} \times 100\% \\
 &= \{6389,6885 + 2723,160 + 7729 + 174,287\} \times 100\% \\
 &= 17016,135 \text{ kN} \\
 M &= (M_M + M_{H+K} + M_{Gc} + M_{Ta}) \times 100\% \\
 &= (12779,377 + 5446,32 + 23389,175 + 1150,293) \times 100\% \\
 &= 42764,990 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

b. Kombinasi II $(M + A)$

$$\begin{aligned}
 V &= (M + A + T_a) \times 125\% \\
 &= (6389,6885 + 151,922 + 174,287) \times 125\% \\
 &= 8394,872 \text{ kN} \\
 M &= (M_M + M_A + M_{Ta}) \times 125\% \\
 &= (12779,377 + 1026,524 + 1150,293) \times 125\% \\
 &= 18695,243 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

c. Kombinasi III (Kombinasi I + R_m + A)

$$\begin{aligned}
 V &= V_1 \times 140\% \\
 &= 17016,135 \times 140\% \\
 &= 23822,589 \text{ kN} \\
 M &= (M_{y1} + M_{Rm} + M_A) \times 140\% \\
 &= (46194,06 + 646,145 + 1026,524) \times 140\% \\
 &= 67013,421 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

d. Kombinasi IV (M + T_a + G_H)

$$\begin{aligned}
 V &= \{(M + T_a + G_H)\} \times 150\% \\
 &= \{6389,6885 + 174,287 + 5750,720\} \times 150\% \\
 &= 18472,043 \text{ kN} \\
 M &= (M_M + M_{Ta} + M_{GH}) \times 150\% \\
 &= (12779,377 + 1150,293 + 22082,76) \times 150\% \\
 &= 54018,645 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Tabel 4.2 Kombinasi Beban

	Kombinasi 1	Kombinasi 2	Kombinasi 3	Kombinasi 4
V (kN)	17016,135	8394,872	23822,589	18472,043
M (kN.m)	42764,990	18695,243	67013,421	54018,645

4.1.4 Penulangan Pilar

4.1.4.1 Penulangan Pierhead

- Arah X
- h = 5000 mm
- d = 32 mm

$$\begin{aligned}
\text{Selimut (p)} &= 100 \text{ mm} \\
dx &= h - p - \frac{1}{2} d \\
&= 5000 - 100 - \frac{1}{2} 32 \\
&= 4884 \text{ mm} \\
f_c &= 30 \text{ N/mm}^2 \\
f_y &= 400 \text{ N/mm}^2 \\
\phi &= 0,8 \\
M_u &= 67013,421 \text{ kNm} \\
M_n &= M_u / \phi \\
&= 67013,421 / 0,8 \\
&= 83766,776 \text{ kNm} \\
C_b &= \frac{0,003}{0,003 + f_y / E_s} \times dx \\
&= \frac{0,003}{0,003 + 400 / 200000} \times 4884 \\
&= 2930,4 \text{ mm} \\
a &= \beta_1 \times C_b \\
&= 0,85 \times 2930,4 \\
&= 2490,84 \text{ mm} \\
A_s &= \frac{M_n}{f_y \left(dx - \frac{a}{2} \right)} \\
&= \frac{83766,776}{400 \left(4884 - \frac{2490,8}{2} \right)} \\
&= 4934,706 \text{ mm}^2 \\
A_s \text{ 1 Buah} &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times d^2 \\
&= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 32^2 \\
&= 803,84 \text{ mm}^2
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Tulangan} &= \frac{A_s}{A_s \text{ 1 buah}} \\
 &= \frac{57554}{803,84} \\
 &= 71,59 \rightarrow 72 \text{ batang}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak antar tulangan} &= \frac{h}{\text{jumlah batang}} \\
 &= 5000/72 \\
 &= 69,4 \rightarrow 70 \text{ mm} \\
 &= \mathbf{70 \text{ mm} < 500 \text{ mm OK!}}
 \end{aligned}$$

Cek rasio penulangan

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{A_s}{b \times d} \\
 &= \frac{57554}{5000 \times 4884} \\
 &= 0,00023
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \beta \frac{0,85 \times f_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= 0,85 \frac{0,85 \times 30}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\
 &= 0,0325
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{max} &= 0,75 \times \rho_b \\
 &= 0,75 \times 0,0325 \\
 &= 0,02438
 \end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{max}$$

$$\mathbf{0,00023 < 0,02438 \dots\dots\dots \text{OK!}}$$

Jadi, penulangan yang digunakan adalah D32-125 ($A_s = 5671 \text{ mm}^2$)

- Arah Y

$$h = 1850 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
d &= 13 \text{ mm} \\
\text{Selimut (p)} &= 100 \text{ mm} \\
dy &= h - p - \frac{1}{2} d \\
&= 1850 - 100 - \frac{1}{2} 13 \\
&= 1742,5 \text{ mm} \\
f_c &= 30 \text{ N/mm}^2 \\
f_y &= 400 \text{ N/mm}^2 \\
\phi &= 0,8 \\
M_u &= 67013,421 \text{ kNm} \\
M_n &= M_u / \phi \\
&= 67013,421 / 0,8 \\
&= 83766,776 \text{ kNm} \\
C_b &= \frac{0,003}{0,003 + f_y / E_s} \times dx \\
&= \frac{0,003}{0,003 + 400 / 200000} \times 1742,5 \\
&= 1045,5 \text{ mm} \\
a &= \beta_1 \times C_b \\
&= 0,85 \times 1045,5 \\
&= 888,675 \text{ mm} \\
A_s &= \frac{M_n}{f_y \left(dx - \frac{a}{2} \right)} \\
&= \frac{83766,776}{400 \left(1742,5 - \frac{888,675}{2} \right)} \\
&= 161 \text{ mm}^2 \\
A_s \text{ 1 buah} &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times d^2 \\
&= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 13^2
\end{aligned}$$

$$= 132,665 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{As}{As \text{ 1 buah}}$$

$$= \frac{161}{132,665}$$

$$= 3 \text{ batang}$$

$$\text{Jarak antar tulangan} = 1850/4$$

$$= 462,5$$

Cek rasio penulangan

$$\rho = \frac{As}{b \times d}$$

$$= \frac{161}{1850 \times 1742,5}$$

$$= 0,0000499$$

$$\rho_b = \beta \frac{0,85 \times f_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$= 0,85 \frac{0,85 \times 30}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right)$$

$$= 0,0325$$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b$$

$$= 0,75 \times 0,0325$$

$$= 0,02438$$

$$\rho < \rho_{max}$$

$$0,0000499 < 0,02438 \text{ OK!}$$

Jadi, penulangan yang digunakan adalah D13-300 ($As = 442 \text{ mm}^2$)

4.1.4.2 Penulangan Kolom

$$\begin{aligned}
 & \text{- Arah X} \\
 h &= 14600 \text{ mm} \\
 d &= 32 \text{ mm} \\
 \text{Selimut (p)} &= 100 \text{ mm} \\
 dx &= h - p - \frac{1}{2} d \\
 &= 14600 - 100 - \frac{1}{2} 32 \\
 &= 14495 \text{ mm} \\
 f_c &= 30 \text{ N/mm}^2 \\
 f_y &= 400 \text{ N/mm}^2 \\
 \phi &= 0,8 \\
 M_u &= 67013,421 \text{ kNm} \\
 M_n &= M_u / \phi \\
 &= 67013,421 / 0,8 \\
 &= 83766,776 \text{ kNm} \\
 C_b &= \frac{0,003}{0,003 + f_y / E_s} \times dx \\
 &= \frac{0,003}{0,003 + 400 / 200000} \times 4884 \\
 &= 2930,4 \text{ mm} \\
 M_n &= M_u / \square \\
 &= 84580,95 \text{ kNm} \\
 &= \frac{0,003}{0,003 + f_y / E_s} \times dx \\
 C_b &= \frac{0,003}{0,003 + 400 / 200000} \times 14495 \\
 &= 8697 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a &= \beta_1 \times Cb \\
 &= 0,85 \times 8697 \\
 &= 7392,45 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \frac{Mn}{f_y \left(dx - \frac{a}{2}\right)} \\
 &= \frac{83766,776}{400 \left(14495 - \frac{7392,45}{2}\right)} \\
 &= 5608,412 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ 1 buah} &= 1/4 \times 3,14 \times d^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 32^2 \\
 &= 803,84 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah tulangan} &= \frac{A_s}{A_s \text{ 1 buah}} \\
 &= \frac{19392}{803,84} \\
 &= 24 \text{ batang}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jarak antar tulangan} &= 14600/24 \\
 &= 608 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Cek rasio penulangan

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{A_s}{b \times d} \\
 &= \frac{19392}{14600 \times 14495} \\
 &= 0,000092
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \beta \frac{0,85 \times f_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= 0,85 \frac{0,85 \times 30}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\
 &= 0,0325
 \end{aligned}$$

$$\rho_{max} = 0,75 \times \rho_b$$

$$= 0,75 \times 0,325$$

$$= 0,02438$$

$$\rho < \rho_{max}$$

$$0,000092 < 0,02438 \text{ OK!}$$

Jadi, penulangan yang digunakan adalah D32-125 ($A_s = 6468 \text{ mm}^2$)

- Arah Y

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

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

$$\text{Selimut (p)} = 100 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} dx &= h - p - \frac{1}{2} d \\ &= 2500 - 100 - \frac{1}{2} 13 \\ &= 2393,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$f_c = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_y = 400 \text{ N/mm}^2$$

$$\phi = 0,8$$

$$M_u = 67013,421 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= M_u / \phi \\ &= 67013,421 / 0,8 \\ &= 83766,776 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$C_b = \frac{0,003}{0,003 + f_y / E_s} \times dx$$

$$\begin{aligned}
&= \frac{0,003}{0,003+400/200000} \times 2393,5 \\
&= 4308,3 \text{ mm} \\
Mn &= Mu/\phi \\
&= 84580,95 \text{ kNm} \\
&= \frac{0,003}{0,003+f_y/E_s} \times dx \\
Cb &= \frac{0,003}{0,003+400/200000} \times 2393,5 \\
&= 4308,03 \text{ mm} \\
a &= \beta_1 \times Cb \\
&= 0,85 \times 4308,03 \\
&= 5068,58 \text{ mm} \\
As &= \frac{Mn}{f_y (dx - \frac{a}{2})} \\
&= \frac{83766,776}{400 (4308,03 - \frac{5068,58}{2})} \\
&= 1180 \text{ mm}^2 \\
As \text{ 1 buah} &= 1/4 \times 3,14 \times d^2 \\
&= 1/4 \times 3,14 \times 13^2 \\
&= 132 \text{ mm}^2 \\
\text{Jumlah tulangan} &= \frac{As}{As \text{ 1 buah}} \\
&= \frac{1180}{132} \\
&= 8 \text{ batang} \\
\text{Jarak antar tulangan} &= 2500/8 \\
&= 312,5 \text{ mm} \\
\text{Cek rasio penulangan}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho &= \frac{A_s}{b \times d} \\ &= \frac{1180}{2500 \times 2393,5} \\ &= 0,00197\end{aligned}$$

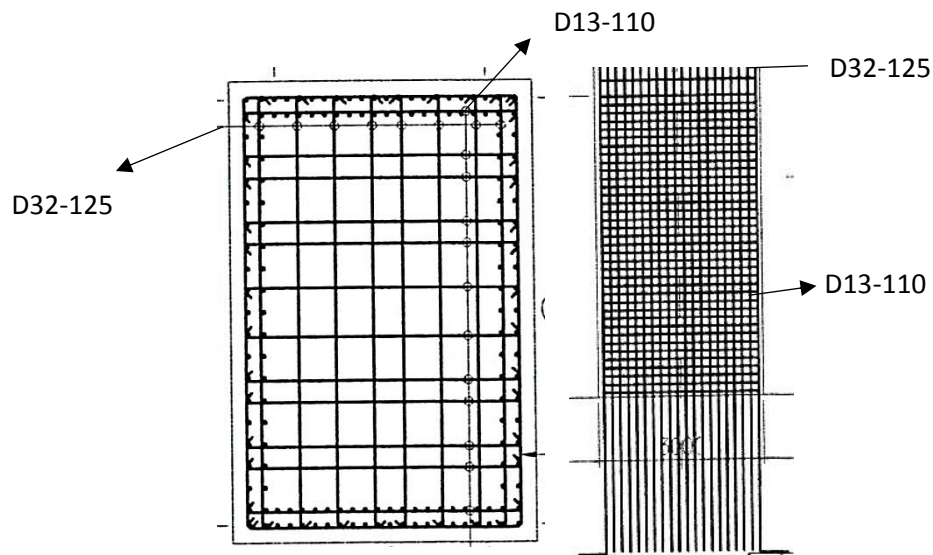
$$\begin{aligned}\rho_b &= \beta \frac{0,85 \times f_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= 0,85 \frac{0,85 \times 30}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,0325\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{max} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0325 \\ &= 0,02438\end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{max}$$

0,00197 < 0,02438 OK!

Jadi, penulangan yang digunakan adalah D13-110 ($A_s = 1206,7 \text{ mm}^2$)



Gambar 4.17 Penulangan Kolom

4.1.4.3 Penulangan Pilecap

- Arah X

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

$$d = 32 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut (p)} = 100 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} dx &= h - p - \frac{1}{2} d \\ &= 9000 - 100 - \frac{1}{2} 32 \\ &= 8884 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$f_c = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_y = 400 \text{ N/mm}^2$$

$$\phi = 0,8$$

$$M_u = 67013,421 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= M_u / \phi \\ &= 67013,421 / 0,8 \\ &= 83766,776 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_b &= \frac{0,003}{0,003 + f_y / E_s} \times dx \\ &= \frac{0,003}{0,003 + 400 / 200000} \times 8884 \\ &= 5330,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= \beta_1 \times C_b \\ &= 0,85 \times 5330,4 \\ &= 4530,84 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \frac{Mn}{f_y \left(dx - \frac{a}{2}\right)} \\
 &= \frac{83766,776}{400 \left(5330,4 - \frac{4530,84}{2}\right)} \\
 &= 4934,706 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ 1 buah} &= 1/4 \times 3,14 \times d^2 \\
 &= 1/4 \times 3,14 \times 32^2 \\
 &= 803,84 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah tulangan} &= \frac{A_s}{A_s \text{ 1 buah}} \\
 &= \frac{68325}{803,84} \\
 &= 85 \text{ batang}
 \end{aligned}$$

$$\text{Jarak antar} = 9000/85$$

$$\text{tulangan} = 106 \text{ mm}$$

Cek rasio penulangan

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{A_s}{b \times d} \\
 &= \frac{68325}{9000 \times 8884} \\
 &= 0,00085
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \beta \frac{0,85 \times f_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= 0,85 \frac{0,85 \times 30}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\
 &= 0,0325
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{max} &= 0,75 \times \rho_b \\
 &= 0,75 \times 0,325 \\
 &= 0,02438
 \end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{max}$$

$$0,00085 < 0,02438 \text{ OK!}$$

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

- Arah Y

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

$$d = 19 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut (p)} = 100 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} dx &= h - p - \frac{1}{2} d \\ &= 2500 - 100 - \frac{1}{2} 19 \\ &= 2350,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$f_c = 30 \text{ N/mm}^2$$

$$f_y = 400 \text{ N/mm}^2$$

$$\phi = 0,8$$

$$M_u = 67013,421 \text{ kNm}$$

$$\begin{aligned} M_n &= M_u / \phi \\ &= 67013,421 / 0,8 \\ &= 83766,776 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_b &= \frac{0,003}{0,003 + f_y / E_s} \times dx \\ &= \frac{0,003}{0,003 + 400 / 200000} \times 2350,5 \\ &= 1410,3 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a &= \beta_1 \times C_b \\ &= 0,85 \times 1410,3 \end{aligned}$$

$$= 1198,755 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} A_s &= \frac{Mn}{f_y \left(dx - \frac{a}{2}\right)} \\ &= \frac{83766,776}{400 \left(2350,5 - \frac{1198,755}{2}\right)} \\ &= 986,941 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s \text{ 1 buah} &= 1/4 \times 3,14 \times d^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 19^2 \\ &= 283,385 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tulangan} &= \frac{A_s}{A_s \text{ 1 buah}} \\ &= \frac{1195}{283,385} \\ &= 5 \text{ batang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jarak antar tulangan} &= 2500/5 \\ &= 500 \text{ mm} \end{aligned}$$

Cek rasio penulangan

$$\begin{aligned} \rho &= \frac{A_s}{b \times d} \\ &= \frac{1195}{2500 \times 2350,5} \\ &= 0,00020 \end{aligned}$$

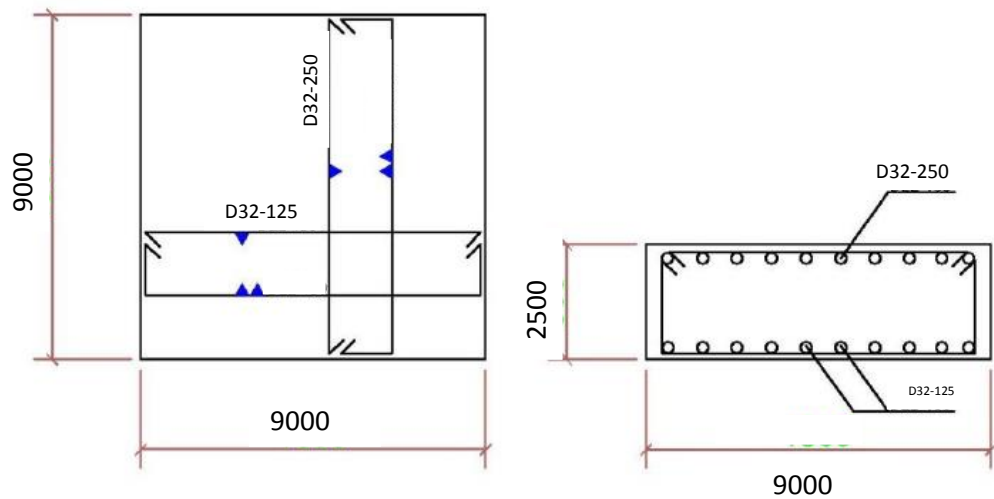
$$\begin{aligned} \rho_b &= \beta \frac{0,85 \times f_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= 0,85 \frac{0,85 \times 30}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,0325 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{max} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0325 \\ &= 0,02438 \end{aligned}$$

$$\rho < \rho_{max}$$

0,00020 < 0,02438 OK!

Jadi, penulangan yang digunakan adalah D32-125 ($A_s = 1005 \text{ mm}^2$)



Gambar 4.18 Tulangan Pile Cap

4.2 Perhitungan Daya Dukung dengan Nilai SPT

Tabel 4. 1 Perhitungan Daya Dukung dengan Nilai SPT

Db	N	$\bar{N}$	As.fs	Qf (kN/m ²)		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	$(3,14 \times 0,6 \times 8,50) \times (2 \times 11,75)$	$40.15. \frac{8,50}{0,6}$	400.15 =	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right) \times 8.500$	2.402,1 + 376,329

			= 376,329	= 8.500	6.000	= 2.402,1	= 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	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right) \times 109.800$ $= 31.029,48$	$31.029,48 + 3.485,989$ $= 34.515,469$

4.2.1 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:

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

4.2.2 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:

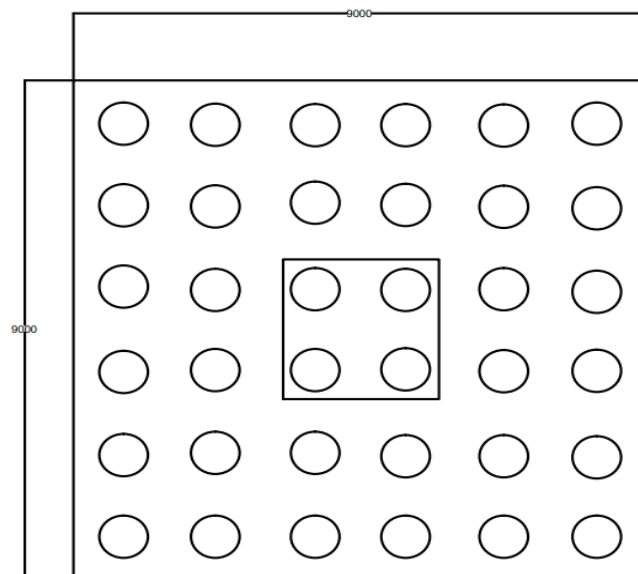
$$\begin{aligned} Q_a &= \frac{Q_u}{F_s} \\ &= \frac{445,07}{3} \\ &= 148,356 \text{ t} = 1.454,88 \text{ KN} \end{aligned}$$

4.2.3 Perhitungan Pondasi Tiang Pancang berdasarkan Kelompok Tiang

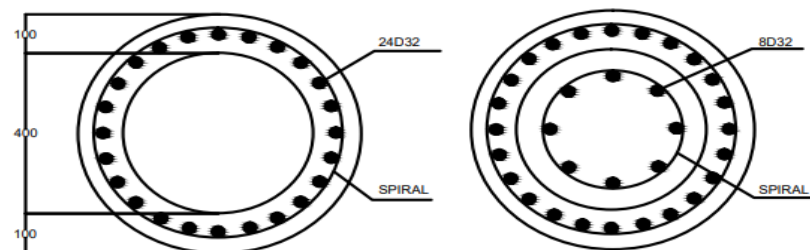
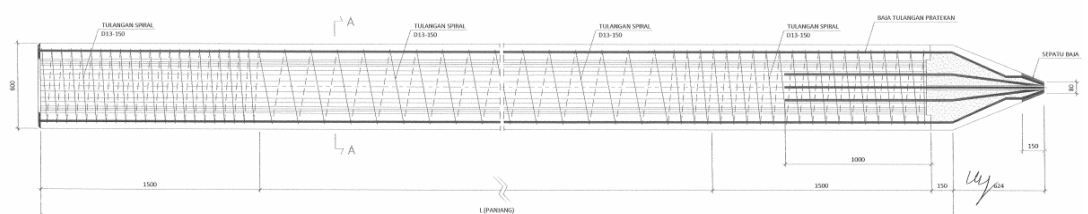
Efisiensi pondasi tiang pancang :

- 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. Jumlah Tiang Pancang = $\frac{P_{kolom}}{Daya\ Dukung} (efisiensi\ tiang)$
= $\frac{10783\ t}{357,759\ t} 0,988$
= $29,78 \approx 30$ buah
- D. Jarak antar tiang pancang = $1,5D - 3D$
= $1,5 \times 60 - 3 \times 60$
= 90 cm – 180 cm
- E. Diambil jarak = 180 cm

Direncanakan denah pondasi Tiang Pancang seperti berikut :



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



Gambar 4. 18 Detail Penulangan Pondasi Tiang Pancang

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 D32-70 dan D13-462 pada *Pierhead*, D32-608 dan D13-312,5 pada *pier*, D32 -106 dan D19-500 pada *pilecap*.
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* 3, 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. Untuk mendapatkan hasil yang akurat maka dibutuhkan pemahaman yang menyeluruh tentang tahap tahap proses peninjauan dan teori dalam bangku perkuliahan harus dikembangkan.
4. Referensi-referensi yang lain diperlukan dalam perhitungan struktur untuk mendukung keakuratan data perencanaan.

DAFTAR PUSTAKA

SNI – 2847:2013 Persyaratan Beton Bertulang untuk Bangunan Gedung

RSNI T-12-2004 Perencanaan Struktur Beton untuk Jembatan

Harmonised, MDB. 2008. *Persyaratan Kontrak Untuk Pelaksanaan Konstruksi*.

Jakarta: Lembaga Pengembangan Jasa Konstruksi

Fatena Rostiyanti, Susy. 2008. *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta: PT

Rineka Cipta

Contract Document Acces Road Works Under Patimban Port Development
project

Hardiyatmo, Hary Christady. 2010. *Analisis dan Perancangan Fondasi bagian I*.

Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

Hardiyatmo, Hary Christady. 2010. *Analisis dan Perancangan Fondasi II*.

Yogyakarta : Gadjah Mada University Press.

Manu, Agus Iqbal. 1995. *Dasar - Dasar Perencanaan Jembatan Beton Bertulang*.

Jakarta : PT. Mediatama Sapta Karya.

SKBI-1.3.28.1987. 1987. *Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan
Raya*.

Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.

LAMPIRAN

