



TUGAS AKHIR
PENINJAUAN ULANG PEKERJAAN *SPUN PILE* HINGGA
PEKERJAAN *PILE HEAD* DALAM METODE *SLAB ON PILE*
PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL
SEMARANG – DEMAK SEKSI 2

Oleh:

KISSI ROSARI PELANGIE

40030118060097

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 : KISSI ROSARI PELANGIE

NIM : 40030118060097

Tanda Tangan :

Tanggal :

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPERLUAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika Universitas Diponegoro, saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Kissi Rosari Pelangie
NIM : 40030118060097
Jurusan/Program Studi : Diploma III Teknik Sipil
Departemen : Sipil dan Perencanaan
Fakultas : Sekolah Vokasi
Jenis Karya : Tugas Akhir

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Diponegoro Hak Bebas Royalti Noneksekutif (*Non-Executive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul :

“Peninjauan Ulang Pekerjaan *Spun Pile* hingga Pekerjaan *Pile Head* dalam Metode *Slab on Pile* pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2” beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/noneksekutif ini Universitas Diponegoro berhak menyimpan, mengalih media/memformat, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di :

Pada Tanggal :

Yang menyatakan

(Kissi Rosari Pelangie)

NIM. 40030118060097

KATA PENGANTAR

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

Tugas Akhir dengan judul “**Peninjauan Ulang Pekerjaan *Spun Pile* hingga Pekerjaan *Pile Head* dalam Metode *Slab on Pile* pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2**” 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 melimpahkan berkat dan penyertaan-Nya serta kelancaran, kemudahan dan keberuntungan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Orang tua penulis, yang selama ini telah membiayai juga memenuhi semua kebutuhan penulis dan terima kasih atas doa dan semangat yang tiada akhir untuk penulis.
3. Ibu Dr. Ida Hayu Dwimawanti, M. M, selaku Wakil Dekan I Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
4. Ibu Asri Nurdiana, S.T, M.T., selaku Ketua Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
5. Bapak Moh. Nur Sholeh, S.T. M.T., selaku Dosen Wali serta Dosen Pembimbing laporan magang penulis pada Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
6. Semua Dosen yang ada pada Program Studi Diploma III Teknik Sipil Sekolah Vokasi Universitas Diponegoro.
7. Diri sendiri yang sudah berjuang, berusaha sepenuhnya, melakukan yang terbaik dan tidak kenal menyerah.

8. Keluarga yang selalu mendoakan, memberikan support, dan memberi masukan.
9. Teman – teman Diploma III Teknik Sipil angkatan 2018. Terima kasih atas doa dan dukungannya selama ini.
10. Kakak tingkat yang membantu dalam proses saya hingga lulus.
11. Serta semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

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, Agustus 2021

Penulis

HALAMAN MOTTO

Deuteronomy 31 : 8

“The LORD himself goes before you and will be with you; he will never leave you nor forsake you. Do not be afraid; do not be discouraged.”

Philippians 4 : 6 – 7

“Don’t worry about anything; instead, pray about everything. Tell God what you need, and thank him for all he has done. Then you will experience God’s peace, which exceeds anything we can understand. His peace will guard your hearts and minds as you live in Christ Jesus.”

Isaiah 40 : 29 - 31

“He gives strength to the weary and increases the power of the weak. Even youths grow tired and weary, and young men stumble and fall;but those who hope in the LORD will renew their strength. They will soar on wings like eagles; they will run and not grow weary, they will walk and not be faint.”

DAFTAR ISI

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	i
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN MOTTO	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL.....	x
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Maksud dan Tujuan.....	2
1.2.1 Maksud.....	2
1.2.2 Tujuan	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Sistematika Penulisan.....	3
1.5 Lokasi Proyek.....	4
BAB II.....	6
2.1 Uraian Umum.....	6
2.1.1 Jalan Tol.....	7
2.1.2 Bangunan Bawah (Sub Structure).....	7
2.1.3 Bangunan Atas (Upper Structure).....	8
2.2 Dasar Teori.....	11
2.3 Perhitungan Pembebanan.....	11
2.3.1 Beban Primer.....	12
2.3.2 Beban Hidup.....	15
2.3.3 Beban Sekunder	17
BAB III.....	20
3.1 Data yang Diperlukan	20
3.2 Metodologi	20
3.3 Diagram Alir Perencanaan <i>Slab on Pile</i>	21

BAB IV	24
4.1 Data Konstruksi.....	24
4.2 Pengertian SPT.....	26
4.2.1 Perhitungan Daya Dukung Nilai SPT	27
4.2.2 Hasil Perhitungan SPT	38
4.3 Perhitungan Pembebanan Konstruksi	40
4.3.1 Beban Primer.....	40
4.3.2 Beban Sekunder	47
4.4 Kombinasi Pembebanan.....	53
4.5 Menghitung Jumlah Tiang Pancang.....	56
4.6 Perhitungan Penulangan.....	59
4.6.1 Perhitungan Pile Head.....	59
BAB V.....	63
5.1 Kesimpulan	63
5.2 Saran.....	63
DAFTAR PUSTAKA	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Lokasi Proyek Tol Semarang - Demak	4
Gambar 1. 2 Peta Zona Pekerjaan	5
Gambar 1. 3 Peta Trase Proyek Tol Semarang - Demak	5
Gambar 2. 1 Fullslab	12
Gambar 2. 2 Lapisan Aspal	12
Gambar 2. 3 Parapet	13
Gambar 2. 4 Pipa Drainase	13
Gambar 2. 5 Pile Head	14
Gambar 2. 6 Lokasi Pembagian Daerah Gempa	19
Gambar 3. 1 Diagram Alir Rencana Slab on Pile	22
Gambar 3. 2 Dimensi Spun Pile	23
Gambar 3. 3 Dimensi Pile Head	23
Gambar 4. 1 Penampang Melintang Slab on Pile	25
Gambar 4. 2 Detail Spun Pile	25
Gambar 4. 3 Detail Pile Head	26
Gambar 4. 4 Fullslab	40
Gambar 4. 5 Lapisan Aspal	41
Gambar 4. 6 Parapet	42
Gambar 4. 7 Pipa Drainase	43
Gambar 4. 8 Pile Head	44
Gambar 4. 9 Pembebanan	48
Gambar 4. 10 Lokasi Perletakan Gempa Bumi	50
Gambar 4. 11 Gaya Gempa dan Letaknya	51
Gambar 4. 12 Kombinasi Pembebanan ditinjau dari Titik A	53

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Perhitungan Daya Dukung Tanah.....	37
Tabel 4. 2 Gaya dan Momen Akibat Gempa.....	52
Tabel 4. 3 Kombinasi Pembebanan.....	54
Tabel 4. 4 Kombinasi Pembebanan Ditinjau dari Titik A.....	55

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin tingginya jumlah volume kendaraan pribadi maupun transportasi umum di Jawa Tengah mengakibatkan timbulnya berbagai permasalahan, salah satunya kemacetan. Kemacetan lalu lintas merupakan suatu masalah utama yang harus segera diselesaikan.

Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak dibangun dengan tujuan untuk mempermudah pengguna jalan saat berkendara melintasi Kota Semarang hingga Kota Demak begitupun sebaliknya. Sehingga diharapkan dapat lebih efisien, mempersingkat waktu tempuh serta dapat menguraikan kemacetan yang berada di jalan-jalan nasional. Salah satu konstruksi pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang - Demak Seksi 2 adalah Jalan Tol Layang (*elevated*) yang terdiri dari struktur bawah dan struktur atas pada konstruksi bangunannya. Struktur bangunan Jalan Tol Layang (*elevated*) ini menggunakan metode *Slab on Pile* karena dirasa lebih efektif dengan kondisi tanah di lapangan.

Slab on Pile merupakan struktur pondasi yang ditumpu oleh sistem kelompok tiang pancang dan diikat oleh pile cap yang digunakan untuk menahan dan meneruskan beban dari struktur atas ke dalam tanah yang tersusun dari *Spun Pile*, *Pile Head*, dan *Fullslab*. Pemilihan dimensi *Spun Pile* dan *Pile Head* yang tepat dapat membuat beban-beban yang bekerja dapat dipikul secara aman dan dalam batas yang sesuai ketentuan. Berdasarkan latar belakang tersebut, maka

penulis membuat judul “**Peninjauan Ulang Pekerjaan *Spun Pile* hingga Pekerjaan *Pile Head* dalam Metode *Slab on Pile* pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2**” sebagai judul Tugas Akhir.

1.2 Maksud dan Tujuan

1.2.1 Maksud

Adapun maksud penulisan Tugas Akhir ini adalah melakukan peninjauan ulang pekerjaan *spun pile* dan pekerjaan *pile head* dalam metode *slab on pile* pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2, dimana penulis melakukan peninjauan pembebanan pada struktur bawah dan atas dengan tepat.

1.2.2 Tujuan

Peninjauan ulang struktur bawah dan atas jalan tol layang (*elevated*) pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2 mempunyai tujuan seperti:

- a. Peninjauan Ulang *Spun Pile*
- b. Peninjauan Ulang *Pile Head*

Kemudian diharapkan mahasiswa mampu merangkum dan mengaplikasikan semua pengalaman pendidikan untuk memecahkan masalah dalam bidang studi yang ditempuh secara sistematis, logis, kritis, dan kreatif berdasarkan data yang akurat dan didukung analitis yang tepat dan menuangkannya dalam bentuk penulisan karya ilmiah.

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada tugas akhir ini adalah penulis membatasi pembahasannya pada peninjauan ulang dan melakukan perhitungan struktur (*Spun Pile* dan *Pile Head*) dengan perhitungan manual meliputi pembebanan pada struktur (beban mati, beban hidup, beban mati tambahan) yang mengacu pada RSNI T-02-2005.

1.4 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dan penyajian bentuk laporan tugas akhir ini adalah dengan gambar kerja yang dituangkan dalam membagi beberapa bagian yang terdiri dari:

BAB I PENDAHULUAN

Menguraikan latar belakang, maksud dan tujuan, pembatasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Menguraikan dasar-dasar teori yang digunakan dalam penyusunan perhitungan pada tugas akhir.

BAB III METODOLOGI

Menguraikan tentang metode yang digunakan dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

BAB IV ANALISA DAN PERENCANAAN STRUKTUR

Menguraikan perhitungan pembebanan, peninjauan ulang struktur.

BAB V PENUTUP

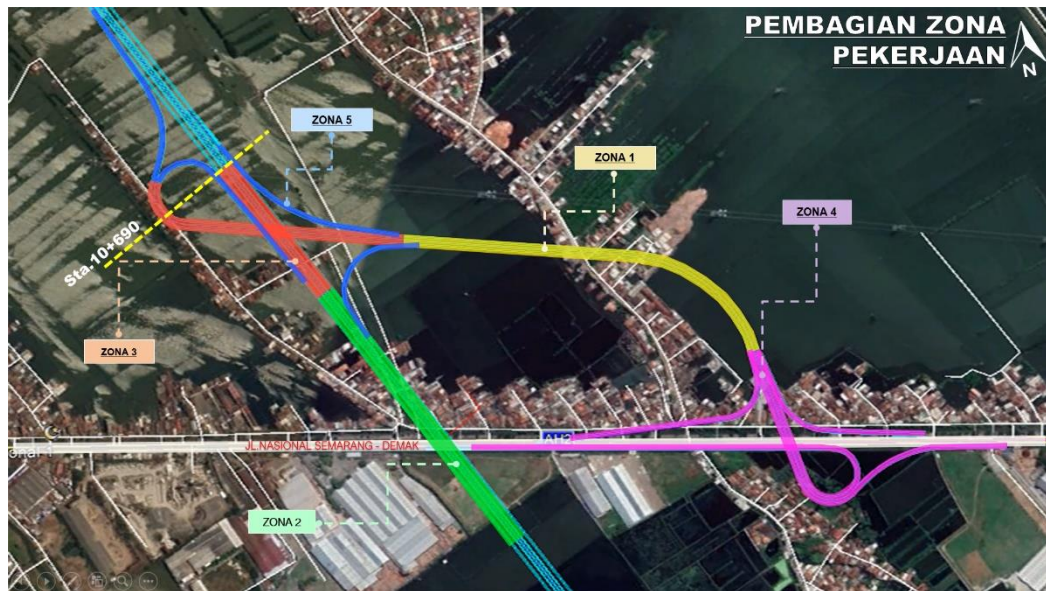
1.5 Lokasi Proyek

Berikut peta lokasi proyek, peta zona pekerjaan, dan peta trase pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2:



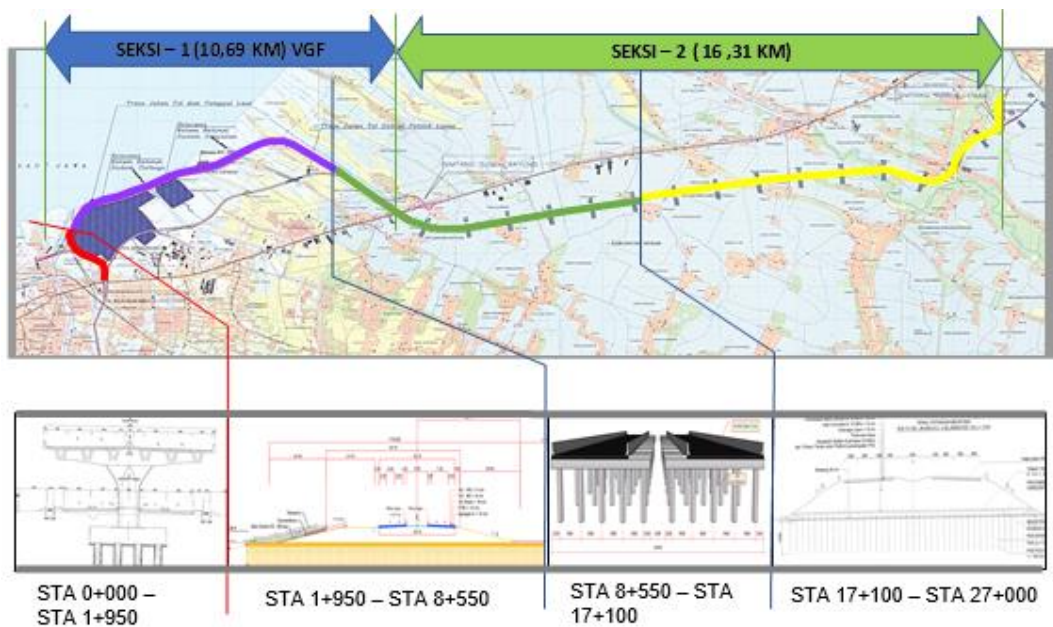
Gambar 1. 1 Peta Lokasi Proyek Tol Semarang - Demak

Sumber : PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk.



Gambar 1. 2 Peta Zona Pekerjaan

Sumber : PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk.



Gambar 1. 3 Peta Trase Proyek Tol Semarang - Demak

Sumber : PT. Wijaya Karya (Persero) Tbk.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uraian Umum

Jalan merupakan suatu prasarana perhubungan darat dalam bentuk apapun meliputi bagian jalan termasuk bangunan pelengkap dan perlengkapannya yang diperuntukkan bagi lalu lintas. (UU No. 13 Tahun 1980).

Klasifikasi jalan menurut fungsinya terbagi atas:

1. Jalan Arteri

Jalan utama yang melayani lalu lintas padat suatu daerah dengan ciri-ciri kecepatan rata-rata tinggi dan digunakan untuk perjalanan jarak jauh.

2. Jalan Kolektor

Jalan kolektor melayani transportasi darat pengumpul maupun pembagi dengan ciri-ciri kecepatan rata-rata sedang dan jarak perjalanan tidak terlalu jauh atau sedang.

3. Jalan Lokal

Jalan lokal melayani transportasi darat setempat dengan ciri khasnya kecepatan rata-rata rendah dan perjalanan jarak dekat.

2.1.1 Jalan Tol

Jalan Tol merupakan jalan khusus untuk kendaraan roda 4 yang penggunaannya dikenakan kewajiban untuk membayar tol dan merupakan jalan alternatif menuju ke berbagai daerah dengan kecepatan rata-rata yang tinggi. Tujuan pembuatan jalan tol adalah untuk mempercepat, mempermudah serta memberikan kenyamanan bagi penggunaannya dan mempermudah dalam akses distribusi barang ke berbagai daerah. Dalam mencapai tujuan tersebut, memberi pelayanan kemudahan berupa waktu pelayanan gardu tol yang singkat, waktu tempuh antar daerah yang efisien, fasilitas yang memadai, kualitas jalan yang baik, dan mengurai kemacetan pada jalan utama. (UU No.38 Tahun 2004).

2.1.2 Bangunan Bawah (Sub Structure)

Pekerjaan *Spun Pile* dalam metode *Slab on Pile* digunakan pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak sebagai struktur bawah atau pondasi utama. Bangunan bawah berkaitan dengan pekerjaan jembatan yang fungsinya untuk menahan beban dari struktur atas dan menyalurkannya ke pondasi dan menuju ke tanah dasar. Selain pada pekerjaan jembatan, penggunaan bangunan bawah juga dapat digunakan pada pekerjaan jalan layang (*elevated*).

Konstruksi bangunan bawah meliputi:

1. Pondasi

Pondasi berfungsi sebagai penerima beban dari *abutment* dan meneruskan beban ke tanah.

2. *Abutment*

Abutment berfungsi untuk menahan beban dari bangunan atas dan meneruskannya ke pondasi.

3. Pilar

Konstruksi bangunan bawah jembatan yang letaknya berada diantara dua *abutment* yang berfungsi untuk menahan beban bangunan di atasnya dan meneruskannya ke pondasi.

2.1.3 Bangunan Atas (Upper Structure)

Bangunan atas (*Upper Structure*) adalah bagian konstruksi jembatan yang berfungsi menahan beban-beban hidup (bergerak) yang bekerja pada konstruksi bagian atas yang ditimbulkan oleh arus lalu lintas orang dan kendaraan maupun lalu lintas lainnya yang kemudian menyalurkannya kepada bangunan dibawahnya (*Sub Structure*).

Konstruksi bangunan atas meliputi:

1. *Pile Head*

Pile head berfungsi sebagai tumpuan struktur di atasnya (*upper structure*) seperti slab, parapet, dan bangunan pelengkap jalan lainnya. *Pile head* terbagi 2 tipe, yaitu *pile head* menerus dan *pile head expansion joint*. *Expansion joint* merupakan bahan yang dipasang di antara dua bidang lantai beton untuk kendaraan atau pada perkerasan kaku dan merupakan pertemuan antara konstruksi jalan pendekat sebagai media lalu lintas yang berfungsi untuk mengakomodasi gerakan yang terjadi pada bagian *upper*

structure. Gerakan ini berasal dari beban hidup, perubahan suhu, dan sifat fisik.

2. Fullslab

Penggunaan fullslab precast memiliki beberapa keunggulan yaitu memiliki mutu beton yang lebih terjamin karena diproduksi di pabrik. Waktu pelaksanaan konstruksi yang lebih cepat dibandingkan dengan metode konvensional, dan pemeliharaan yang lebih mudah dibandingkan metode konvensional.

3. 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 pembuang (drainase), lampu jembatan, joint (sambungan), dan lain-lain.

a. Sandaran (*Railing*)

Sandaran berfungsi sebagai pengamanan bagi kendaraan dan pengguna lalu lintas lainnya (pejalan kaki) yang melewati jembatan tersebut.

Konstruksi sandaran terdiri dari:

- Tiang sandaran (rail post), biasanya terbuat dari beton bertulang, tetapi pada saat ini banyak yang dibuat dari baja profil tahan karat.
- Sandaran (hand rail), biasanya terbuat dari pipa besi, kayu atau beton bertulang.

b. Saluran Pembuangan (Drainase)

Drainase pada jembatan fungsinya menjaga agar jembatan tidak tergenang oleh air pada saat terjadi hujan dan menyalurkan air tersebut ke saluran pembuangan air. Drainase jembatan biasanya terbuat dari pipa dengan diameter kurang lebih antara 3 sampai 4 inchi.

c. Lampu Jembatan

Lampu jembatan berfungsi sebagai penerangan jembatan pada malam hari sehingga memberikan kenyamanan dan keselamatan bagi pengguna jalan yang melewati jembatan. Lampu jembatan biasanya dipasang pada jembatan dengan bentang yang cukup panjang.

d. Sambungan (*Joint*)

Joint merupakan suatu konstruksi yang berada pada pertemuan deck slab dengan back wall pada abutment dan pier jembatan. Bentuk sambungan atau joint ada 2 (dua) macam yang disesuaikan dengan perletakkannya sebagai berikut:

- Sambungan pada sendi (*Fix Joint*)
- Sambungan pada roll (*Expansion Joint*)

2.2 Dasar Teori

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 peninjauan ini, sebagai pedoman perhitungan dipakai referensi sebagai berikut:

1. Standar Nasional Indonesia (RSNI T-02-2005) Tentang Pembebanan Untuk Jembatan
2. Standar Nasional Indonesia (SNI-1725-2016) Tentang Pembebanan Untuk Jembatan
3. Pedoman Perencanaan Pembebanan Jembatan Jalan Raya (PPPJJR) Tahun 1987
4. Data Hasil Penyelidikan Tanah
5. Gambar Rencana

2.3 Perhitungan Pembebanan

Pedoman pembebanan untuk perencanaan jembatan jalan raya merupakan dasar dalam menentukan beban dan gaya untuk perhitungan tegangan-tegangan yang terjadi pada setiap bagian jembatan jalan raya.

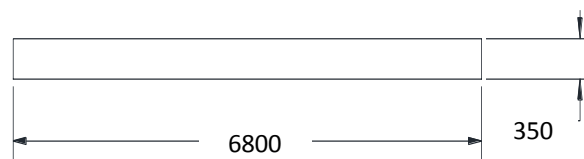
Pedoman pembebanan meliputi:

2.3.1 Beban Primer

1. 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.

a. Beban *Precast Slab*



Gambar 2. 1 Fullslab

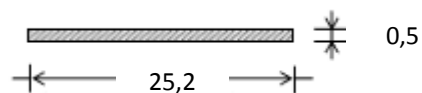
Volume Tipe 2B, 2H = panjang x lebar x tebal

Volume Tipe 2A = panjang x lebar x tebal – (volume pipa drainase)

Berat *Fullslab* Tipe 2B, 2H = volume x γ beton

Berat *Fullslab* Tipe 2A = volume x γ beton

b. Beban Perkerasan Aspal

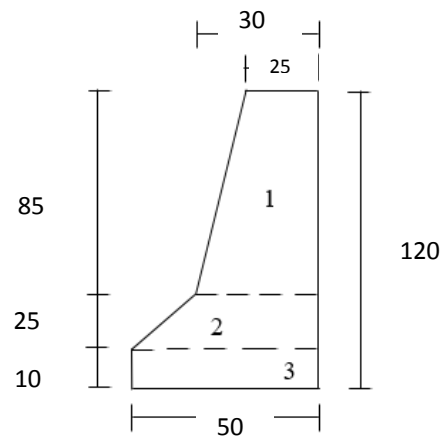


Gambar 2. 2 Lapisan Aspal

Volume = panjang bentang x lebar x tebal

Berat Aspal = volume x γ aspal

c. Beban Parapet



Gambar 2. 3 Parapet

$$\text{Luas 1} = \{(a + b) / 2\} \times d$$

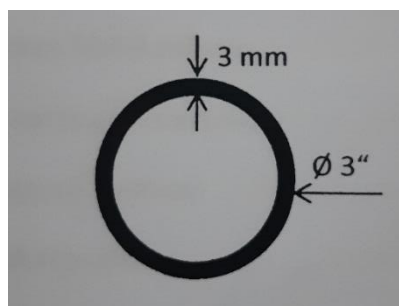
$$\text{Luas 2} = \{(b + c) / 2\} \times e$$

$$\text{Luas 3} = c \times f$$

$$\text{Volume} = (\text{luas 1} + \text{2} + \text{3}) \times \text{panjang} \times n$$

$$\text{Beban Parapet} = \text{volume} \times \gamma_{\text{beton}}$$

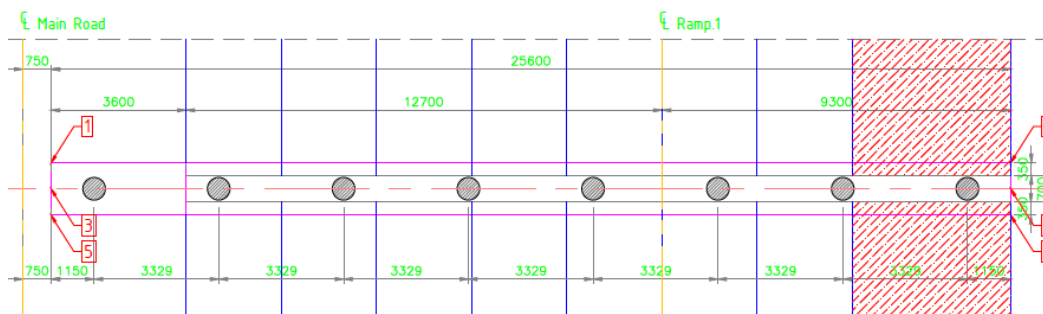
d. Beban Pipa Drainase



Gambar 2. 4 Pipa Drainase

Diameter pipa dalam	= diameter pipa luar – (diameter pipa x 2)
Luas luar : $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2$	= $\frac{1}{4} \times \pi \times \text{diameter pipa luar}^2$
Luas dalam : $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2$	= $\frac{1}{4} \times \pi \times \text{diameter pipa dalam}^2$
Volume Pipa	= (luas luar – luas dalam) x panjang x jumlah pipa
Beban pipa	= volume x γ besi

e. *Beban Pile Head*



Gambar 2. 5 Pile Head

Volume	= panjang x lebar x tebal
Beban Pile Head	= volume x (γ)beton
Berat Pile Head	= berat pile head x jumlah
Total Beban Mati	= beban fullslab + beban aspal + beban parapet + beban pipa drainase + beban pile head

2.3.2 Beban Hidup

1. Beban “D”

Bentang Jalan = 7,5 m

Berdasarkan PPPJJR, 1987, nilai q untuk bentang $L < 30$ m adalah

$$q = 2,2 \text{ t/m'}$$

Maka,

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

$$P = 12 \text{ ton}$$

$$Q = 2,2/2,75$$

$$P = 12/2,75$$

Muatan merata diperhitungkan berdasarkan lebar lantai kendaraan lebar lantai jembatan = 12,70 m

Menurut 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 $q = 0,56 \text{ t}$ dan $P = 4,364 \text{ t}$

$$q = (100\% \times 0,8 \times 5,50) + 2(50\% \times 0,8 \times 8,95)$$

$$P = (100\% \times 4,364 \times 5,50) + 2(50\% \times 4,364 \times 8,95)$$

$$Q = q \times L$$

2. Koefisien Kejut

Untuk memperhitungkan beban kejut digunakan beban “P” dan “Q”. Untuk beban “P” dikalikan dengan koefisien kejut.

Koefisien kejut dirumuskan:

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

Dimana,

K = Koefisien Kejut

L = Panjang Bentang

Nilai koefisien kejut sebesar:

$$K = 1 + \frac{20}{50+7,5}$$

Untuk beban “P” (bagian garis)

$$P = K \times P$$

Total Beban Hidup = Beban “D” + Beban Kejut

2.3.3 Beban Sekunder

a. Beban Angin (A)

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.

$$\text{Tekanan angin : } P = 0,15 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Faktor Beban Ultimit (K}_{\text{TT}}) = 1,2$$

$$\text{Bentang} = 7,5 \text{ m}$$

1. Keadaan Tanpa Beban Hidup

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

Luas bidang sisi jembatan yang langsung terkena angin:

$$L1 = 1,55 \times 7,5 = 11,625 \text{ m}^2$$

Luas bidang sisi lainnya:

$$L2 = 0,75 \times 7,5 = 5,25 \text{ m}^2$$

Gaya angin yang bekerja:

$$A1 = [100\% (L1 \times P) + 50\% (L2 \times P)] / 2$$

$$MA1 = A1 \times Y1$$

2. Keadaan dengan Beban Hidup

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

$$L3 = (50\% \times L1) + (50\% \times L2)$$

Gambar 2. 6 Lokasi Pembagian Daerah Gempa

Sumber : Bina Marga

$$G_h = M \times G$$

Dimana,

G_h = Gaya gempa pada struktur yang ditinjau

M = Muatan mati pada struktur

G = Koefisien gempa

Gaya gempa pada beban mati jembatan:

$$G_{H1} = 0,15 \times \text{jumlah beban mati}$$

Gaya gempa pada *pile head*:

$$G_{H2} = 0,15 \times (\text{volume } \textit{pile head} \times \gamma \text{ beton})$$

BAB III

METODOLOGI

3.1 Data yang Diperlukan

Untuk meninjau ulang pekerjaan *spun pile* dan pekerjaan *pile head* dalam metode *slab on pile* pada Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2, diperlukan data awal yang digunakan sebagai acuan desain.

Data-data tersebut antara lain:

- a) Gambar Detail dan Dimensi *Spun Pile* Jalan Utama (*Main Road*) yang sudah di *approve*;
- b) Gambar Detail dan Dimensi *Pile Head* Jalan Utama (*Main Road*) yang sudah di *approve*;

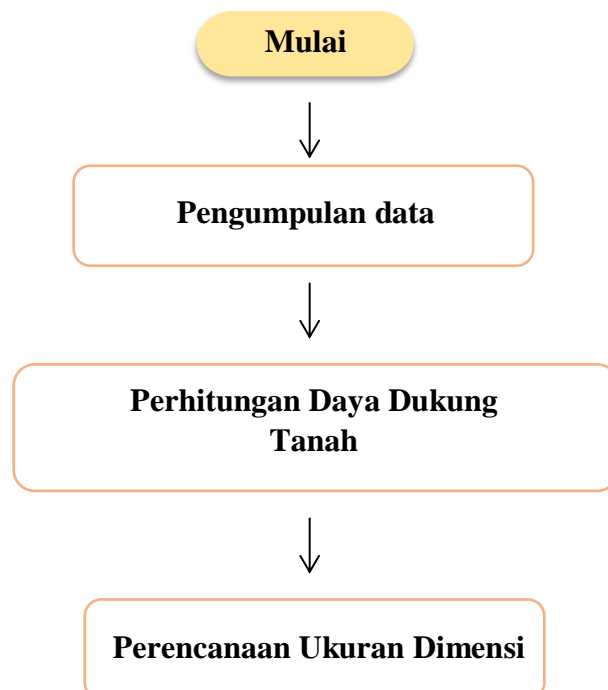
3.2 Metodologi

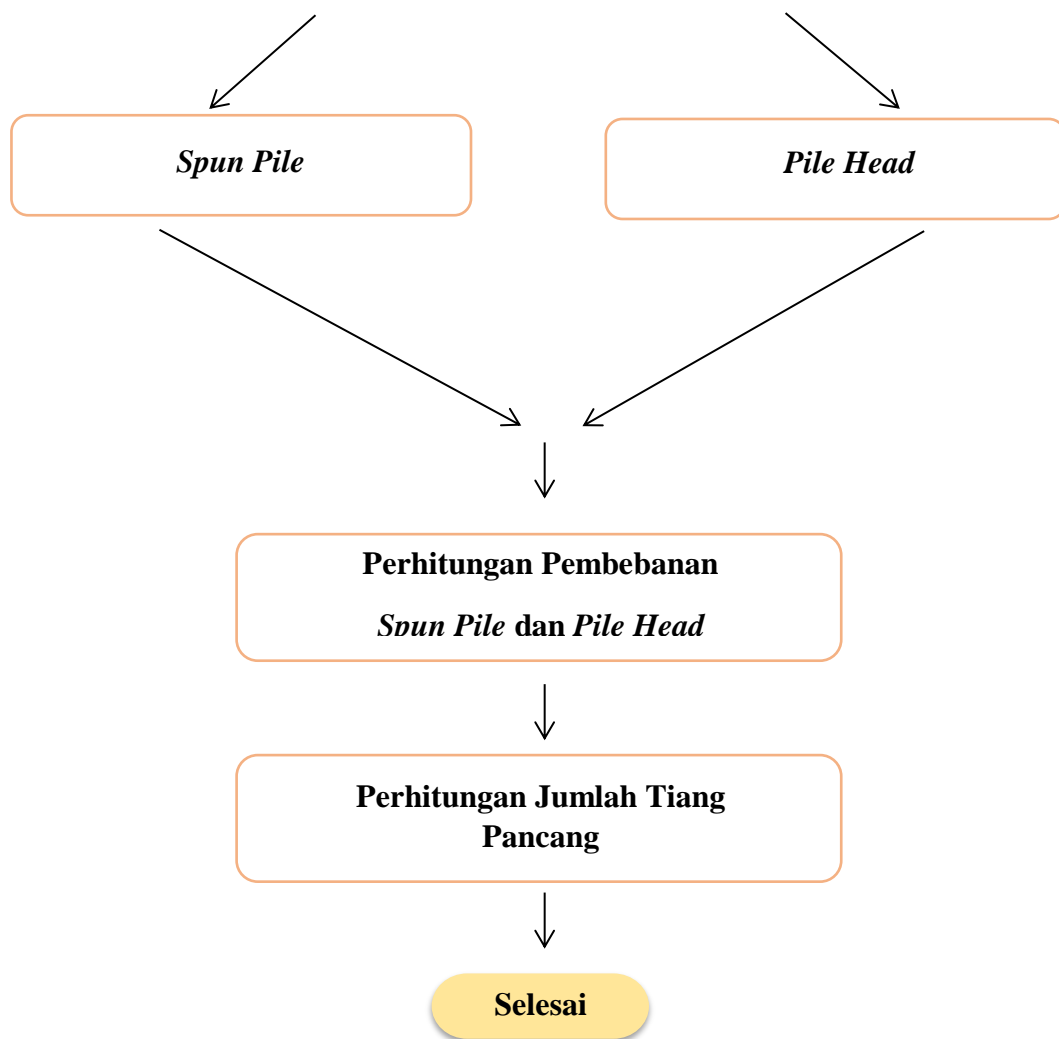
Peninjauan ulang pada struktur *Slab on Pile* diawali dengan pengambilan data awal *Slab on Pile*. Pengambilan data ini dilakukan dengan mengkaji gambar yang sudah di *approve*. Data yang diperoleh berupa detail dan dimensi *spun pile* dan *pile head* serta spesifikasi *slab on pile*. Langkah selanjutnya adalah dengan melakukan perhitungan dan peninjauan ulang jembatan dengan perhitungan manual yang pembebanannya mengacu pada SNI. Perhitungan dan peninjauan dilakukan dengan tahap-tahap berikut:

- a. Pengkajian gambar rencana, bertujuan untuk mengetahui desain dan ukuran-ukuran tiap struktur pada *slab on pile* yang akan dihitung.
- b. Perhitungan pembebanan, bertujuan menghitung beban rencana yang akan bekerja pada struktur dengan mengacu pada RSNI T-02-2005.
- c. Perencanaan *spun pile*, bertujuan untuk menghitung dan mengetahui beban yang diterima dari fullslab dan *pile head*.
- d. Perencanaan *pile head*, bertujuan untuk menghitung dan mengetahui beban yang diterima dari fullslab.

3.3 Diagram Alir Perencanaan *Slab on Pile*

Diagram alir perencanaan Jalan Tol Semarang - Demak Seksi 2 PS. 06 – PS. 07 diuraikan pada gambar berikut:





Gambar 3. 1 Diagram Alir Rencana Slab on Pile

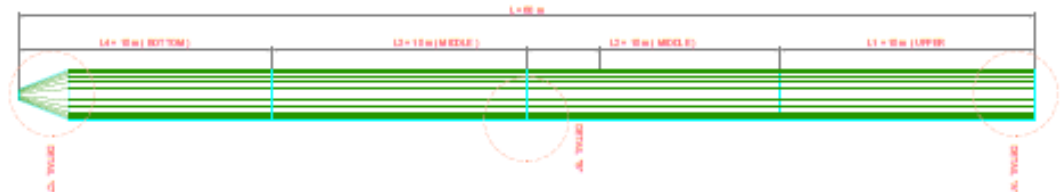
Sumber : Dokumen Pribadi

a. Pengumpulan Data

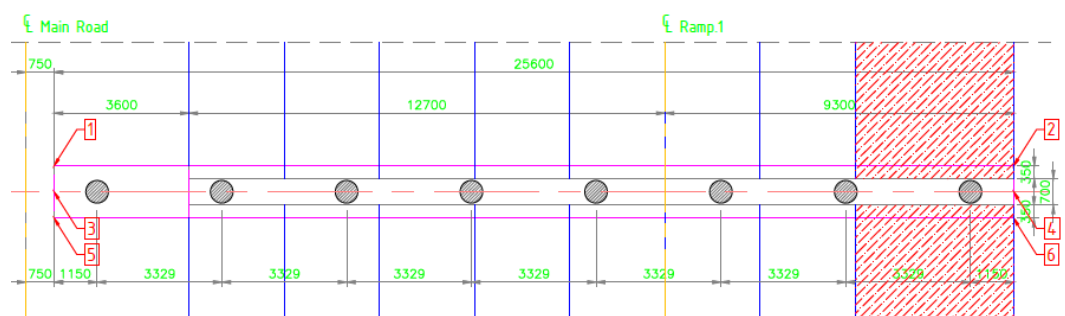
Pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis yang didapat dari gambar struktur *Slab on Pile* yang sudah di *approve*, dan melakukan perhitungan yang berpedoman pada RSNI T-02-2005, SKBI – 1.3.28.1987, SNI 1154 : 2016

b. Perencanaan Ukuran Dimensi *Spun Pile* dan *Pile Head*

Ukuran dimensi *spun pile* dan *pile head* didapat dari gambar yang tertera di proposal stressing.



Gambar 3. 2 Dimensi Spun Pile



Gambar 3. 3 Dimensi Pile Head

c. Perhitungan Pembebanan

Untuk perhitungan pembebanan mengacu pada RSNI T-02-2005 dengan menghitung:

1. Beban Mati
2. Beban Hidup
3. Beban Gaya Rem
4. Beban Angin
5. Beban Gempa

BAB IV

ANALISA PERENCANAAN STRUKTUR

4.1 Data Konstruksi

Data perencanaan kerja proyek pada *Spun Pile* dan *Pile Head* PS. 06 – PS. 07 ini meliputi data konstruksi dan data tanah. Data tersebut adalah sebagai berikut:

1. Data *Slab on Pile*

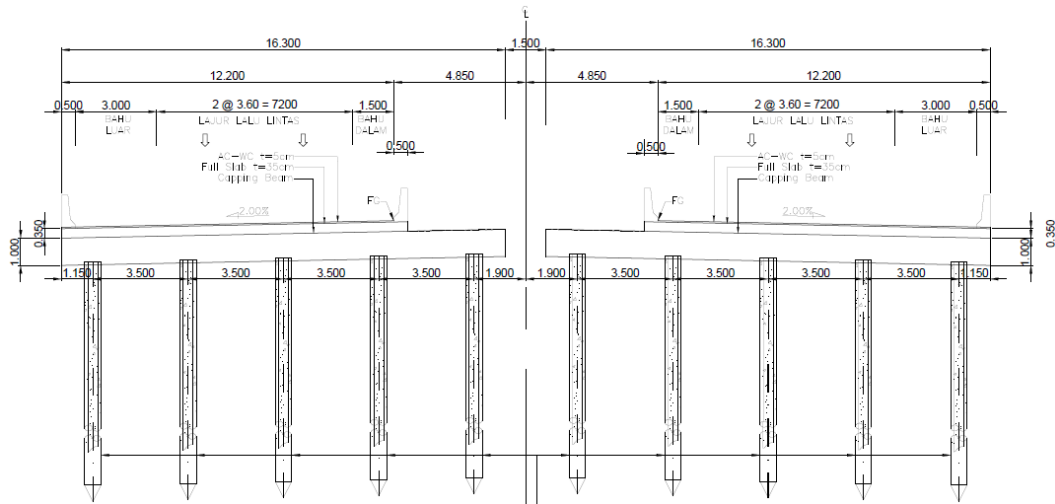
- Bentang *Slab on Pile* = 16,3 km
- Lebar = 2 x 16,3 m
- Kemiringan Jalan = 2%
- Tebal Lapisan Aspal = 0,05 m
- Tebal Slab = 0,35 m

2. Data *Spun Pile*

- Panjang *Spun Pile* = 60 m
- Tebal *Spun Pile* = 600 mm
- Jarak antar *Spun Pile* = 3,329 m
- Jenis Konstruksi = Beton Bertulang

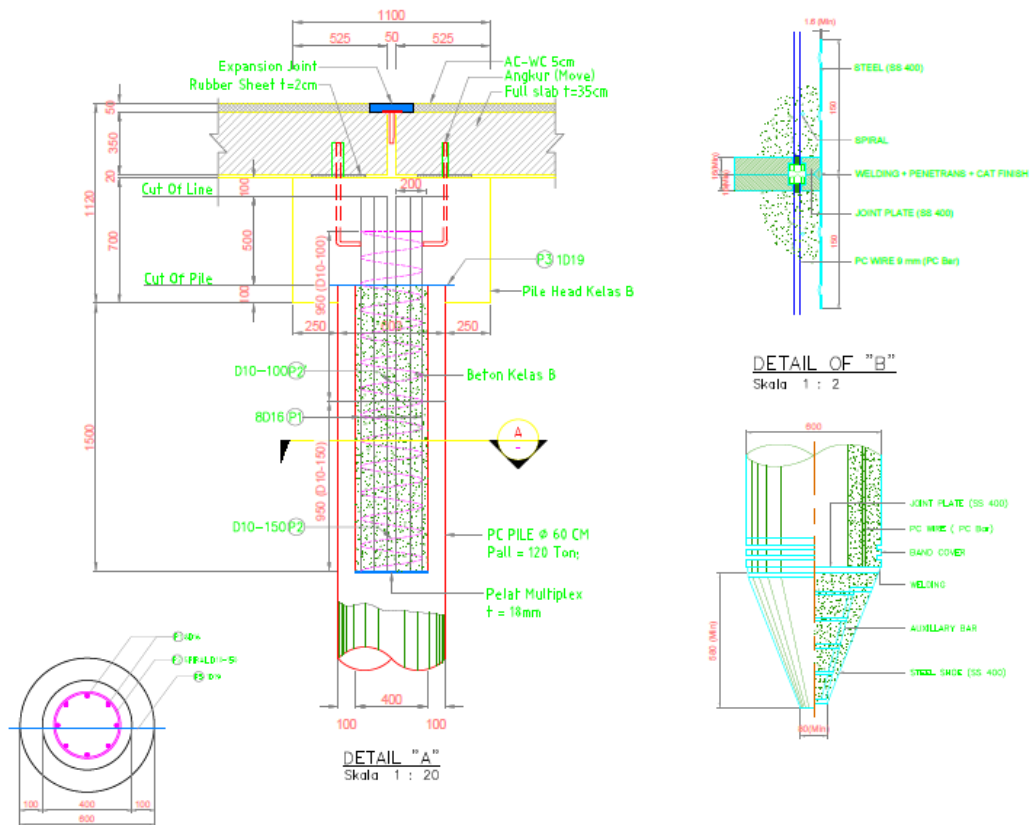
3. Data *Pile Head*

- Panjang *Pile Head* = 25,2 m
- Lebar *Pile Head* = 1,4 m
- Tinggi *Pile Head* = 0,7 m



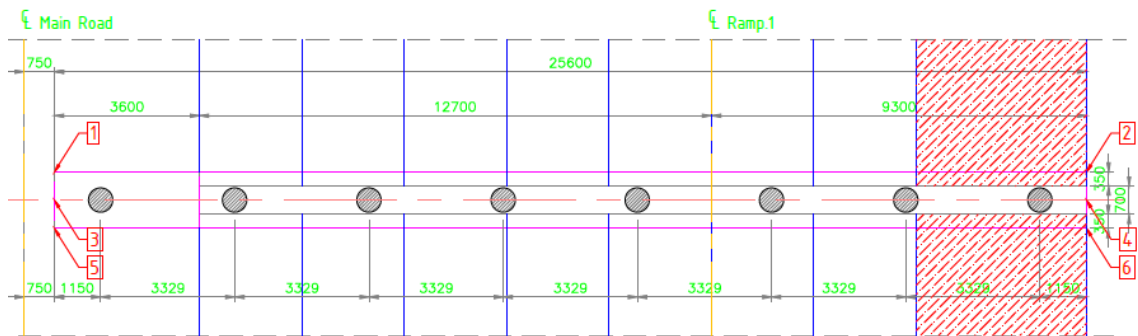
Gambar 4. 1 Penampang Melintang Slab on Pile

Sumber : Shop Drawing Slab on Pile PT. Wijaya Karya



Gambar 4. 2 Detail Spun Pile

Sumber : Shop Drawing Slab on Pile PT. Wijaya Karya



Gambar 4. 3 Detail Pile Head

Sumber : Shop Drawing Slab on Pile PT. Wijaya Karya

4.2 Pengertian SPT

Hasil test SPT (*Standard Penetration Test*) digunakan dalam perhitungan tiang pancang. SPT merupakan salah satu uji tanah yang menggunakan alat bor dan berfungsi untuk mengestimasi nilai kerapatan relatif dari lapisan tanah yang diuji. Nilai “N” yang didapatkan dari pengujian SPT merupakan manifestasi jumlah pukulan yang dibutuhkan.

Salah satu jenis uji tanah yang sering digunakan untuk mengetahui daya dukung tanah selain CPT adalah SPT. Pelaksanaan SPT dilakukan bersamaan dengan pengeboran untuk mengetahui perlawanan dinamik tanah maupun pengambilan contoh terganggu dengan teknik penumbukan.

4.2.1 Perhitungan Daya Dukung Nilai SPT

Tabel Perhitungan Daya Dukung Tanah

Db	N	\bar{N}	$Q_s = A_s \cdot f_s$	$Q_f \text{ (kN/m}^3\text{)}$		$Q_p = A_b \cdot q_f$	$Q_u = A_b \cdot q_f + A_s \cdot f_s$
(m)	(blows/ft)		(kN)	$40 \cdot N \cdot \frac{D_b}{B}$	400N	(kN)	(kN)
2,00	6	6,00	$(3,14 \times 0,6 \times 2,00) \times (2 \times 6)$ $= 135,648$	$40 \cdot 6 \cdot 2,00 / 0,6$ $= 800,000$	$400 \cdot 6$ $= 2400$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 800,000$ $= 226,08$	$226,08 + 135,648$ $= 361,728$
4,00	3	4,50	$(3,14 \times 0,6 \times 4,00) \times$ $(2 \times 4,5) = 76,302$	$40 \cdot 3 \cdot \frac{4,00}{0,6}$ $= 800,000$	$40 \cdot 3 \cdot \frac{4,00}{0,6}$ $= 800,000$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 800,000 = 226,08$	$226,08 + 76,302$ $= 302,382$
6,00	2	3,67	$(3,14 \times 0,6 \times 6,00) \times$ $(2 \times 3,67)$	$40 \cdot 2 \cdot \frac{6,00}{0,6}$	$400 \cdot 2$ $= 800$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$	$226,08 + 50,659$ $= 276,739$

Db	N	\bar{N}	$Q_s = A_s \cdot f_s$	Q_f (kN/m ³)		$Q_p = A_b \cdot q_f$	$Q_u = A_b \cdot q_f + A_s \cdot f_s$
(m)	(blows/ft)		(kN)	$40 \cdot N \cdot \frac{Db}{B}$	400N	(kN)	(kN)
			= 50,659	= 800,000		x 800,000 = 226,08	
8,00	2	3,25	$(3,14 \times 0,6 \times 8,00) \times$ $(2 \times 3,25)$ = 39,800	$40 \cdot 2 \cdot \frac{8,00}{0,6}$ = 1066,667	400 \cdot 2 = 800	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ x 1066,667 = 301,44	301,44 + 39,800 = 341,240
10,00	4	3,40	$(3,14 \times 0,6 \times 10,0) \times$ $(2 \times 3,4)$ = 43,558	$40 \cdot 4 \cdot \frac{10,00}{0,6}$ = 2666,667	400 \cdot 4 = 1600	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ x 2666,667 = 753,6	753,6 + 43,558 = 797,158
12,00	4	3,50	$(3,14 \times 0,6 \times 12,0) \times$ $(2 \times 3,5)$ = 46,158	$40 \cdot 4 \cdot \frac{12,00}{0,6}$ = 3200,000	400 \cdot 4 = 1600	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ x 3200	904,32 + 46,158 = 950,478

Db	N	\bar{N}	$Q_s = A_s \cdot f_s$	$Q_f \text{ (kN/m}^3\text{)}$		$Q_p = A_b \cdot q_f$	$Q_u = A_b \cdot q_f + A_s \cdot f_s$
(m)	(blows/ft)		(kN)	$40 \cdot N \frac{Db}{B}$	400N	(kN)	(kN)
						= 904,32	
14,00	3	3,43	$(3,14 \times 0,6 \times 14,0) \times$ $(2 \times 3,43)$ = 44,293	$40 \cdot 3 \cdot \frac{14,00}{0,6}$ = 2800,000	$400 \cdot 3 =$ 1200	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 2800,000$ = 791,28	$791,28 + 44,293$ = 835,573
16,00	6	3,75	$(3,14 \times 0,6 \times 16,0) \times$ $(2 \times 3,75)$ = 52,988	$40 \cdot 6 \cdot \frac{16,00}{0,6}$ = 6400,000	$400 \cdot 6 =$ 2400	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 6400,000$ = 1808,000	$1808,000 + 52,988$ = 1861,628
18,00	8	4,22	$(3,14 \times 0,6 \times 18,0) \times$ $(2 \times 4,22)$ = 67,173	$40 \cdot 8 \cdot \frac{18,00}{0,6}$ = 9600,000	$400 \cdot 8 =$ 3200	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 9600,000$ = 2712,96	$2712,96 + 67,173$ = 2780,133

Db	N	\bar{N}	$Q_s = A_s \cdot f_s$	$Q_f \text{ (kN/m}^3\text{)}$		$Q_p = A_b \cdot q_f$	$Q_u = A_b \cdot q_f + A_s \cdot f_s$
(m)	(blows/ft)		(kN)	$40 \cdot N \cdot \frac{Db}{B}$	400N	(kN)	(kN)
20,00	6	4,40	$(3,14 \times 0,6 \times 20,0) \times$ $(2 \times 4,4)$ $= 72,948$	$40 \cdot 6 \cdot \frac{20,00}{0,8}$ $= 8000,000$	$400 \cdot 6 =$ 2400	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 8000,000$ $= 2260,8$	$2260,8 + 72,948$ $= 2333,748$
22,00	8	4,73	$(3,14 \times 0,6 \times 22,0) \times$ $(2 \times 4,73)$ $= 84,204$	$40 \cdot 8 \cdot \frac{22,00}{0,8}$ $= 11733,000$	$400 \cdot 8 =$ 3200	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 11733,000$ $= 3315,84$	$3315,84 + 84,204$ $= 3400,044$
24,00	9	5,08	$(3,14 \times 0,6 \times 24,0) \times$ $(2 \times 5,08)$ $= 97,366$	$40 \cdot 9 \cdot \frac{24,00}{0,8}$ $= 14400,000$	$400 \cdot 9 =$ 3600	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 14400,000$ $= 4069,000$	$4069,000 + 97,366$ $= 4166,806$
26,00	11	5,54	$(3,14 \times 0,6 \times 26,0) \times$ $(2 \times 5,54)$ $= 115,582$	$40 \cdot 11 \cdot \frac{26,00}{0,8}$ $= 19066,667$	$400 \cdot 11 =$ 4400	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 19066,667$	$5388,24 + 115,582$ $= 5503,822$

Db	N	\bar{N}	$Q_s = A_s \cdot f_s$	$Q_f \text{ (kN/m}^3\text{)}$		$Q_p = A_b \cdot q_f$	$Q_u = A_b \cdot q_f + A_s \cdot f_s$
(m)	(blows/ft)		(kN)	$40 \cdot N \cdot \frac{Db}{B}$	400N	(kN)	(kN)
						= 5388,24	
28,00	19	6,50	$(3,14 \times 0,6 \times 28,0) \times$ $(2 \times 6,5)$ = 159,198	$40 \cdot 19 \cdot \frac{28,00}{0,8}$ = 35466,667	$400 \cdot 19 =$ 7600	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 35466,667$ = 10022,88	$10022,88 + 159,198$ = 10182,078
30,00	21	7,47	$(3,14 \times 0,6 \times 30,0) \times$ $(2 \times 7,47)$ = 210,070	$40 \cdot 21 \cdot \frac{30,00}{0,8}$ = 42000,000	$400 \cdot 21 =$ 8400	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right) \times 42000,000$ = 11869,2	$11869,2 + 210,070 =$ 12079,270
32,00	20	8,25	$(3,14 \times 0,6 \times 32,00) \times$ $(2 \times 8,25)$ = 256,460	$40 \cdot 20 \cdot \frac{2,00}{0,6}$ = 42666,667	$400 \cdot 20$ = 8000	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 42666,667$ = 12057,6	$12057,6 + 256,460$ = 12314,060

Db	N	\bar{N}	$Q_s = A_s \cdot f_s$	$Q_f \text{ (kN/m}^3\text{)}$		$Q_p = A_b \cdot q_f$	$Q_u = A_b \cdot q_f + A_s \cdot f_s$
(m)	(blows/ft)		(kN)	$40 \cdot N \cdot \frac{Db}{B}$	400N	(kN)	(kN)
34,00	28	9,41	$(3,14 \times 0,6 \times 34,00) \times$ $(2 \times 9,41)$ $= 333,774$	$40 \cdot 28 \cdot \frac{4,00}{0,6}$ $= 63466,667$	$400 \cdot 28$ $= 11200$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 63466,667$ $= 17935,68$	$17935,68 + 333,774$ $= 18269,454$
36,00	30	10,56	$(3,14 \times 0,6 \times 36,00) \times$ $(2 \times 10,56)$ $= 419,830$	$40 \cdot 30 \cdot \frac{6,00}{0,6}$ $= 72000,000$	$400 \cdot 30$ $= 12000$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 72000,000$ $= 20347,2$	$20347,2 +$ $419,830$ $= 20767,030$
38,00	26	11,37	$(3,14 \times 0,6 \times 38,00) \times$ $(2 \times 11,37)$ $= 486,980$	$40 \cdot 26 \cdot \frac{8,00}{0,6}$ $= 65866,667$	$400 \cdot 26$ $= 10400$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 65866,667$ $= 18613,92$	$18613,92 + 486,980$ $= 29360,256$
40,00	19	11,75	$(3,14 \times 0,6 \times 40,00) \times$ $(2 \times 11,75)$ $= 520,220$	$40 \cdot 19 \cdot \frac{2,00}{0,6}$ $= 50666,667$	$400 \cdot 19$ $= 7600$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 50666,667$ $= 14318,4$	$14318,4 + 520,220$ $= 14838,620$

Db	N	\bar{N}	Qs = As.fs	Qf (kN/m ³)		Qp = Ab.qf	Qu = Ab.qf + As.fs
(m)	(blows/ft)		(kN)	$40.N \frac{Db}{B}$	400N	(kN)	(kN)
42,00	31	12,67	$(3,14 \times 0,6 \times 42,00) \times$ $(2 \times 12,67)$ $= 604,555$	$40.31. \frac{4,00}{0,6}$ $= 86800,000$	400.31 $= 12400$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 86800,000$ $= 24529,68$	24529,68 + 604,555 $= 25134,235$
44,00	33	13,59	$(3,14 \times 0,6 \times 44,00) \times$ $(2 \times 13,59)$ $= 695,998$	$40.33. \frac{6,00}{0,6}$ $= 98800,000$	400.33 $= 13200$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 98800,000$ $= 27355,68$	27355,68 + 695,998 $= 28051,678$
46,00	38	14,65	$(3,14 \times 0,6 \times 46,00) \times$ $(2 \times 14,65)$ $= 808,938$	$40.38. \frac{8,00}{0,6}$ $= 116533,333$	400.38 $= 15200$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 116533,333$ $= 32932,32$	32932,32 + 808,938 $= 33741,258$
48,00	25	15,08	$(3,14 \times 0,6 \times 48,00) \times$ $(2 \times 15,08)$ $= 857,246$	$40.25. \frac{2,00}{0,6}$ $= 80000,000$	400.25 $= 10000$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 80000,000 = 22608$	22608 + 857,246 $= 23465,246$

Db	N	\bar{N}	$Q_s = A_s \cdot f_s$	Q_f (kN/m ³)		$Q_p = A_b \cdot q_f$	$Q_u = A_b \cdot q_f + A_s \cdot f_s$
(m)	(blows/ft)		(kN)	$40 \cdot N \cdot \frac{Db}{B}$	400N	(kN)	(kN)
50,00	19	15,24	$(3,14 \times 0,6 \times 50,00) \times$ $(2 \times 15,24)$ $= 875,147$	$40 \cdot 19 \cdot \frac{4,00}{0,6}$ $= 63333,333$	$400 \cdot 19$ $= 7600$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 63333,333$ $= 17898$	$17898 + 875,147$ $= 18773,147$
52,00	38	16,12	$(3,14 \times 0,6 \times 52,00) \times$ $(2 \times 16,12)$ $= 978,571$	$40 \cdot 38 \cdot \frac{6,00}{0,6}$ $= 131733,333$	$400 \cdot 38$ $= 15200$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 131733,333$ $= 37227,84$	$987,066 +$ $18312,48$ $= 19299,546$
54,00	18	16,19	$(3,14 \times 0,6 \times 54,00) \times$ $(2 \times 16,19)$ $= 987,066$	$40 \cdot 18 \cdot \frac{8,00}{0,6}$ $= 64800,000$	$400 \cdot 18$ $= 7200$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 46800,000$ $= 18312,48$	$987,066 + 18312,48$ $= 19299,546$

Db	N	\bar{N}	$Q_s = A_s \cdot f_s$	Q_f (kN/m ³)		$Q_p = A_b \cdot q_f$	$Q_u = A_b \cdot q_f + A_s \cdot f_s$
(m)	(blows/ft)		(kN)	$40 \cdot N \cdot \frac{Db}{B}$	400N	(kN)	(kN)
56,00	16	16,18	$(3,14 \times 0,6 \times 56,00) \times$ $(2 \times 16,18)$ $= 986,260$	$40 \cdot 16 \cdot \frac{2,00}{0,6}$ $= 59733,333$	$400 \cdot 16$ $= 6400$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 59733,333$ $= 16880,64$	$16880,64 + 986,260$ $= 17866,900$
58,00	16	16,17	$(3,14 \times 0,6 \times 58,00) \times$ $(2 \times 16,17)$ $= 985,509$	$40 \cdot 16 \cdot \frac{4,00}{0,6}$ $= 61866,667$	$400 \cdot 16$ $= 6400$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 61866,667$ $= 17483,52$	$17483,52 + 985,509$ $= 18469,029$
60,00	15	16,13	$(3,14 \times 0,6 \times 60,00)$ $\times (2 \times 16,13)$ $= 980,752$	$40 \cdot 15 \cdot \frac{6,00}{0,6}$ $= 60000,000$	$400 \cdot 15$ $= 6000$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 60000,000$ $= 16956$	$16956 + 980,752$ $= 17936,752$
62,00	16	16,13	$(3,14 \times 0,6 \times 62,00) \times$ $(2 \times 16,13)$ $= 980,229$	$40 \cdot 16 \cdot \frac{8,00}{0,6}$ $= 66133,333$	$400 \cdot 16$ $= 6400$	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 66133,333$	$18689,28 + 980,229$ $= 19669,509$

Db	N	\bar{N}	$Q_s = A_s \cdot f_s$	$Q_f \text{ (kN/m}^3\text{)}$		$Q_p = A_b \cdot q_f$	$Q_u = A_b \cdot q_f + A_s \cdot f_s$
(m)	(blows/ft)		(kN)	$40 \cdot N \cdot \frac{Db}{B}$	400N	(kN)	(kN)
						= 18689,28	
64,00	13	16,03	$(3,14 \times 0,6 \times 64,00) \times$ $(2 \times 16,03)$ = 968,380	$40 \cdot 13 \cdot \frac{2,00}{0,6}$ = 55466,667	$400 \cdot 13$ = 5200	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 55466,667$ = 15674,88	$15674,88 + 968,380$ = 16643,260
66,00	18	16,09	$(3,14 \times 0,6 \times 66,00) \times$ $(2 \times 16,09)$ = 975,601	$40 \cdot 18 \cdot \frac{4,00}{0,6}$ = 79200,000	$400 \cdot 18$ = 7200	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 79200,000$ = 22381,92	$22381,92 + 975,601$ = 23357,521
68,00	17	16,12	$(3,14 \times 0,6 \times 68,00) \times$ $(2 \times 16,12)$ = 978,846	$40 \cdot 17 \cdot \frac{6,00}{0,6}$ = 77066,667	$400 \cdot 17$ = 6800	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$ $\times 77066,667$ = 21779,04	$21779,04 + 978,846$ = 22757,886
70,00	32	16,40	$(3,14 \times 0,6 \times 68,00) \times$ $(2 \times 16,40)$	$40 \cdot 32 \cdot \frac{6,00}{0,6}$	$400 \cdot 32$ = 12800	$\left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2\right)$	$42201,6 + 1013,441$ = 43215,041

Db	N	\bar{N}	$Q_s = A_s \cdot f_s$	$Q_f \text{ (kN/m}^3\text{)}$		$Q_p = A_b \cdot q_f$	$Q_u = A_b \cdot q_f + A_s \cdot f_s$
(m)	(blows/ft)		(kN)	$40 \cdot N \frac{Db}{B}$	400N	(kN)	(kN)
			= 1013,441	= 149333,333		$\times 149333,333 = 42201,6$	

Tabel 4. 1 Perhitungan Daya Dukung Tanah

4.2.2 Hasil Perhitungan SPT

Setelah melakukan uji penetrasi lapangan yang dilakukan menggunakan alat-alat yang telah dikalibrasi oleh petugas yang menghasilkan nilai *standart penetration test (SPT)* berupa nilai N yang telah dikoreksi menggunakan syarat-syarat koreksi yang telah dijelaskan.

Dari hasil Uji Penetrasi di lapangan, kedalaman 2 m sampai 70 m dapat dihitung daya dukung tanahnya dengan mengambil contoh perhitungan pada kedalaman 44,00 m dengan rumus sebagai berikut:

$$\begin{aligned} D_b &= 44,00 \text{ m} \\ N &= 33 \text{ blows/ft} \\ \bar{N} &= 13,59 \text{ blows/ft} \\ Q_s &= A_s \cdot f_s \\ &= (3,14 \times 0,6 \times 44,0) \times (2 \times 13,59) \\ &= 695,998 \text{ KN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_f &= 40 \cdot N \cdot \frac{D_b}{B} \\ &= 40 \cdot \frac{44,00}{0,6} \\ &= 98800 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_f &= 400 N \\ &= 400 \times 33 \\ &= 13200 \text{ kN/m}^3 \end{aligned}$$

(Diambil hasil KN/m^3 karena $q_f = 40 \times N \times \frac{D_b}{B} > 400N$)

$$\begin{aligned} Q_p &= A_b \cdot q_f \\ &= \left(\frac{1}{4} \times 3,14 \times 0,6^2 \right) \times 98800 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 27355 \text{ kN} \\ Qu &= Qs + Qp \\ &= Ab.qf + As.fs \\ &= 695,998 + 27355 \\ &= 28051,678 \text{ kN} \end{aligned}$$

Keterangan:

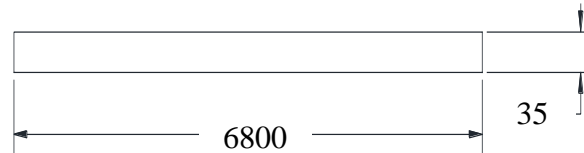
- Qu = *Ultimed Load*
- Qp = *Ultimate Load Pada Dasar (Tahanan Ujung)*
- Qs = *Frictional Resistance, Skin Resistance, (Lekatan)*
- Ab = Luas Dasar
- Qf = Daya Dukung Ultimit
- As = Luas Keliling
- Fs = Tahanan Geser Ultimit
- Db = Kedalaman Tiang Yang Tertanam

4.3 Perhitungan Pembebanan Konstruksi

4.3.1 Beban Primer

a. Beban Mati (M)

1. Beban *Precast Slab*

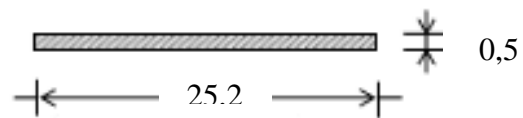


Gambar 4. 4 Fullslab

Jumlah Tipe 2B	= 9 buah
Jumlah Tipe 2H	= 2 buah
Jumlah Tipe 2A	= 1 buah
Berat Jenis Beton (γ)	= 2,5 t/m ³
Volume Tipe 2B, 2H	= panjang x lebar x tebal = 6,8 x 2,54 x 0,35 = 6,045 m ³
Volume Tipe 2A	= panjang x lebar x tebal – (volume pipa drainase) = 6,8 x 2,54 x 0,35 – (0,002) = 6,043 m ³
Berat <i>Fullslab</i> Tipe 2B, 2H	= volume x γ beton = 6,045 x 2,5 = 15,113 x 11 = 166,243 ton
Berat <i>Fullslab</i> Tipe 2A	= volume x γ beton = 6,043 x 2,5 = 15,108 ton

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Total Fullslab} &= \text{berat fullslab } (2B + 2H + 2A) \\
 &= 166,243 + 15,108 \\
 &= \mathbf{181,351 \text{ ton}}
 \end{aligned}$$

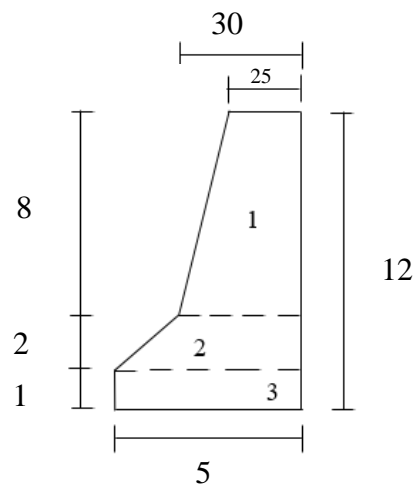
2. Beban Perkerasan Aspal



Gambar 4. 5 Lapisan Aspal

$$\begin{aligned}
 \text{Berat Jenis Aspal} &= 2,3 \text{ t/m}^3 \\
 \text{Panjang Bentang} &= 7,5 \text{ m} \\
 \text{Lebar} &= 25,2 \text{ m} \\
 \text{Tebal Aspal} &= 0,05 \text{ m} \\
 \text{Volume} &= \text{panjang bentang} \times \text{lebar} \times \text{tebal} \\
 &= 7,5 \text{ m} \times 25,2 \text{ m} \times 0,05 \text{ m} \\
 &= 9,45 \text{ m}^3 \\
 \text{Berat Aspal} &= \text{volume} \times \gamma_{\text{aspal}} \\
 &= 9,45 \text{ m}^3 \times 2,3 \text{ t/m}^3 \\
 &= \mathbf{21,735 \text{ ton}}
 \end{aligned}$$

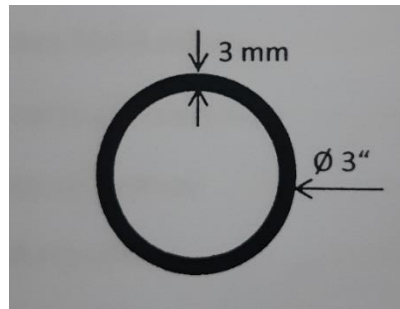
3. Beban Parapet



Gambar 4. 6 Parapet

Bentang	= 7,5 m
Berat Jenis Beton (γ)	= 2,5 t/m ³
Jumlah Parapet	= 2 sisi (sisi kanan dan kiri)
Luas 1	= $\{(250 + 300)/2\} \times 850$ = 233750 mm ² = 0,234 m ²
Luas 2	= $\{(500 + 300)/2\} \times 250$ = 100000 mm ² = 0,1 m ²
Luas 3	= 500 x 100 = 50000 mm ² = 0,05 m ²
Volume	= (luas 1+2+3) x panjang x n = (0,234 + 0,1 + 0,05) x 7,5 x 2 = 5,76 m ³
Beban Parapet	= volume x γ beton = 5,76 m ³ x 2,5 t/m ³ = 14,4 ton

4. Beban Pipa Drainase



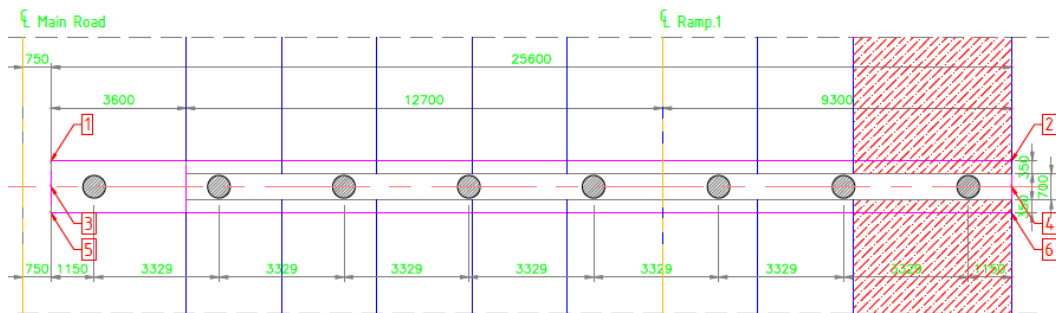
Gambar 4. 7 Pipa Drainase

Diameter Pipa Luar	= 3"	= 0,076 m
Diameter pipa dalam	= 0,076 – (0,003 x 2)	= 0,07 m
Luas luar : $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2$	= $\frac{1}{4} \times \pi \times 0,07622$	= 0,00456 m
Luas dalam : $\frac{1}{4} \times \pi \times d^2$	= $\frac{1}{4} \times \pi \times 0,072$	= 0,00385 m

Volume Pipa	= (luas luar – luas dalam) x panjang x jumlah pipa
	= (0,00456 – 0,00385) x 2,10 x 1
	= 0,001 m³ x 2
	= 0,002 m³

Beban Pipa	= volume x γ besi
	= 0,002 m ³ x 8,8 t/m ³
	= 0,018 ton

5. Beban *Pile Head*



Gambar 4. 8 Pile Head

Berat Jenis Beton (γ)	= 2,5 t/m ³
Jumlah <i>Pile Head</i>	= 2 buah
Volume	= panjang x lebar x tebal = 25,2 x 1,4 x 0,7 = 24,696 m ³
Beban <i>Pile Head</i>	= volume x (γ)beton = 24,696 m x 2,5 t/m ³ = 61,74 ton
Berat <i>Pile Head</i>	= berat pile head x jumlah = 61,74 x 2 = 123,48 ton
Total Beban Mati	
a. Beban <i>Fullslab</i>	= 181,351 ton
b. Beban Aspal	= 21,735 ton
c. Beban Parapet	= 14,4 ton
d. Beban Pipa Drainase	= 0,018 ton
e. Beban <i>Pile Head</i>	= 123,48 ton
Jumlah	= 340,984 ton = 3409,84 kN

b. Beban Hidup

1. Beban "D"

Bentang Jalan = 7,5 m

Berdasarkan PPPJRR, 1987, nilai q untuk bentang $L < 30$ m adalah

$$q = 2,2 \text{ t/m'}$$

Maka,

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

$$P = 12 \text{ ton}$$

$$Q = 2,2/2,75$$

$$= 2,2/2,75$$

$$= 0,8 \text{ ton}$$

$$P = 12/2,75$$

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

Muatan merata diperhitungkan berdasarkan lebar lantai

kendaraan lebar lantai jembatan = 12,70 m

Menurut 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 $q = 0,56 \text{ t}$ dan $P = 4,364 \text{ t}$

$$\begin{aligned}
 q &= (100\% \times 0,8 \times 5,50) + 2(50\% \times 0,8 \times 8,95) \\
 &= 4,4 + 2(3,58) \\
 &= 4,4 + 7,16 \\
 &= 11,56 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 Q &= q \times L \\
 &= 11,56 \times 28,8 \\
 &= 332,928 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

2. Koefisien Kejut

Untuk memperhitungkan beban kejut digunakan beban “P” dan “Q”.
untuk beban “P” dikalikan dengan koefisien kejut.

Koefisien kejut dirumuskan:

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

Dimana,

K = Koefisien Kejut

L = Panjang Bentang

Nilai koefisien kejut sebesar:

$$\begin{aligned}
 K &= 1 + \frac{20}{50+7,5} \\
 &= 1 + 0,348
 \end{aligned}$$

$$= 1,348$$

Untuk beban “P” (bagian garis)

$$\begin{aligned} P &= K \times P \\ &= 1,348 \times 63,060 \\ &= 85,005 \text{ ton} \end{aligned}$$

Total Beban Hidup:

a.	Beban “D”	= 332,928	ton
b.	Beban Kejut	= 85,005	ton
	Jumlah	= 417,933 ton	= 4179,33 kN

4.3.2 Beban Sekunder

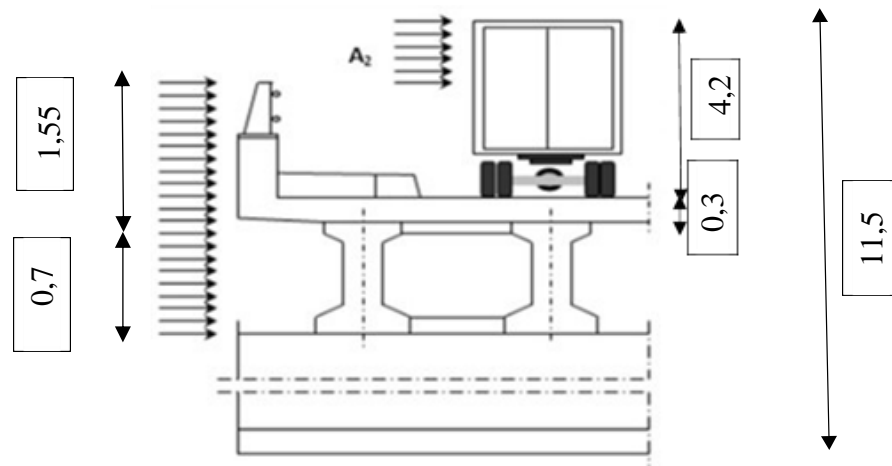
a. Beban Angin (A)

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.

$$\text{Tekanan Angin: } P = 1,5 \text{ kPa} = 1,5 \text{ kN/m}^2 = 0,15 \text{ t/m}^2$$

$$\text{Faktor Beban Ultimit (K}_{TT}) = 1,2$$

$$\text{Bentang} = 7,5 \text{ m}$$



Gambar 4. 9 Pembebanan

1. Keadaan Tanpa Beban Hidup

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

Luas bidang sisi jembatan yang langsung terkena angin:

$$L_1 = 1,55 \times 7,5 = 11,625 \text{ m}^2$$

Luas bidang sisi lainnya:

$$L_2 = 0,75 \times 7,5 = 5,25 \text{ m}^2$$

Gaya angin yang bekerja:

$$\begin{aligned} A_1 &= [100\% (L_1 \times P) + 50\% (L_2 \times P)] / 2 \\ &= [100\% (11,625 \times 1,5) + 50\% (5,25 \times 1,5)] / 2 \\ &= [17,438 + 3,938] / 2 \\ &= 10,688 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{A1} &= A_1 \times Y_1 \\ &= 10,688 \times 7 \\ &= 74,816 \text{ kNm} \end{aligned}$$

2. Keadaan dengan Beban Hidup

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

$$\begin{aligned} L_3 &= (50\% \times L_1) + (50\% \times L_2) \\ &= (50\% \times 11,625) + (50\% \times 5,25) \\ &= 5,813 + 2,625 \\ &= 8,438 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Untuk beban hidup diambil 100% luas bidang sisi yang langsung terkena angin

$$L_4 = (4,20 - 3) \times 7,5 = 9 \text{ m}^2$$

Gaya Angin yang bekerja:

$$\begin{aligned} A_2 &= [50\% (L_3 \times P) + 100\% (L_4 \times P)] / 2 \\ &= [50\% (8,438 \times 1,5) + 100\% (9 \times 1,5)] / 2 \\ &= [6,329 + 13,5] / 2 \\ &= 9,915 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{A2} &= A_2 \times Y_2 \\ &= 9,915 \times 11,55 \\ &= 114,518 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Hasil Perhitungan Beban Angin

Beban Angin	Beban	Z (m)	Momen
A1	10,688	7	74,816
A2	9,915	11,55	114,518
ΣA	20,603		189,334

Tabel 4.2 Hasil Perhitungan Beban Angin

$$\text{Titik Berat (Z)} = \frac{189,334}{20,603} = 9,19 \text{ m}$$

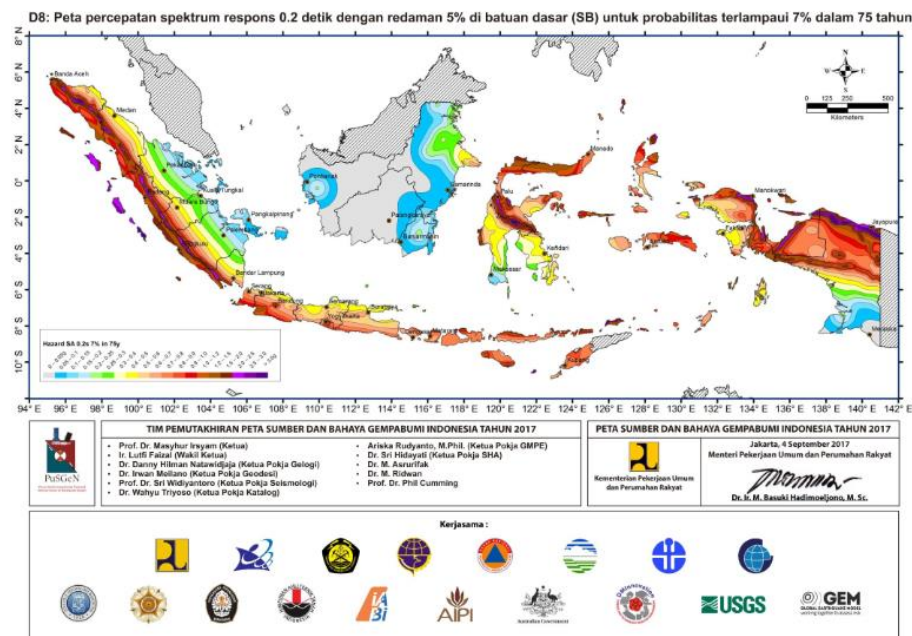
e. Gaya Rem (R_m)

Pengaruh gaya rem yang ada diperhitungkan senilai atau sebesar 5% dari muatan “D” tanpa koefisien kejut yang memenuhi semua jalur lalu lintas yang ada dan dalam satu jurusan. (Sumber PPPJJR tahun 1987)

$$\begin{aligned}
 R_m &= 5\% \times (P + \frac{1}{2} \times q \times l) \\
 &= 5\% \times (630,6 + \frac{1}{2} \times 115,6 \times 7,5) \\
 &= 53,205 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

f. Gaya Akibat Gempa Bumi (G_b)

Lokasi jembatan Tol Semarang – Demak menurut PPTGJJR 1986, termasuk daerah gempa III dengan koefisien gempa sebesar 0,15.



Gambar 4. 10 Lokasi Perletakan Gempa Bumi

Sumber : Bina Marga

$$G_h = M \times G$$

Dimana,

G_h = Gaya gempa pada struktur yang ditinjau

M = Muatan mati pada struktur

G = Koefisien gempa

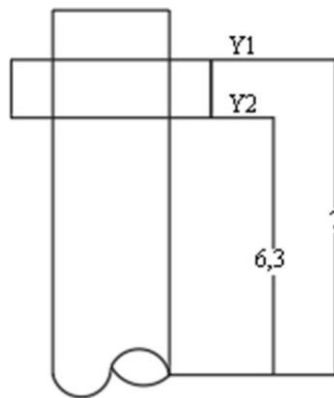
Gaya gempa pada beban mati jembatan:

$$\begin{aligned} G_{H1} &= 0,15 \times \text{jumlah beban mati} \\ &= 0,15 \times 5179,68 \\ &= \mathbf{5179,68 \text{ kN}} \end{aligned}$$

Gaya gempa pada *pile head*:

$$\begin{aligned} G_{H2} &= 0,15 \times (\text{volume } \textit{pile head} \times \gamma \text{ beton}) \\ &= 0,15 \times (24,696 \times 25 \text{ kN/m}) \\ &= \mathbf{92,61 \text{ kN}} \end{aligned}$$

Letak titik kerja gempa tersebut adalah sebagai berikut:



Gambar 4. 11 Gaya Gempa dan Letaknya

$$Y1 = 7 \text{ m}$$

$$Y2 = 6,3 \text{ m}$$

Momen dan gaya akibat gempa terhadap titik A

Gaya dan Momen Akibat Gempa

No.	Gh (kN)	Yi (m)	Gh x Yi (kNm')
1.	Gh1 = 5179,68	7	36257,76
2.	Gh2 = 92,61	6,3	583,443
	$\Sigma Gh = 5272,29$		$\Sigma Gh \cdot Yi = 36841,203$

Tabel 4. 2 Gaya dan Momen Akibat Gempa

Jarak resultan gempa ditinjau dari dasar abutment:

$$Y = \frac{\Sigma Gh Y_i}{\Sigma Gh} = \frac{36841,203}{5272,29} = 6,99 \text{ meter}$$

g. Gaya Akibat Gesekan pada Tumpuan Bergerak (Gg)

Gaya yang timbul akibat gesekan pada tumpuan bergerak, terjadi karena adanya pemuaian dan penyusutan dari jembatan akibat perbedaan suhu.

Gaya gesekan yang timbul ditentukan berdasarkan koefisien gesekan pada tumpuan karet dan beton sebesar (0,15-0,18) diambil 0,18.

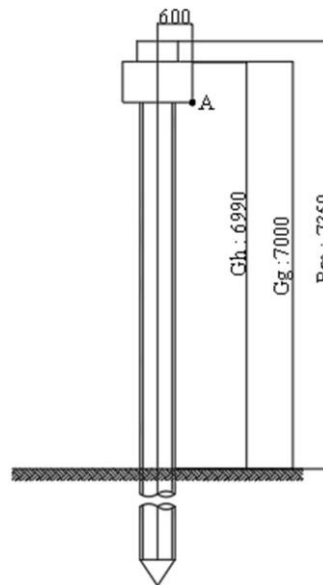
$$\begin{aligned} \text{Beban Mati (M)} &= 5179,68 \text{ kN} \\ \text{Gaya Gesek (Gg)} &= 0,18 \times M \\ &= 0,18 \times 5179,68 \\ &= \mathbf{932,342 \text{ kN}} \\ \text{Lengan Momen (Y)} &= 7 \text{ m} \\ \text{Momen Gesek (M}_{Gg}) &= Gg \times Y \\ &= 932,342 \times 7 \\ &= 6526,394 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Total Beban Sekunder

- a. Gaya Angin = 20,603 kN
- b. Gaya Rem = 53,205 kN

- c. Gaya Gempa = 5272,29 kN
 d. Gaya Akibat Gesekan = 932,342 kN
Jumlah = 6278,44 kN

4.4 Kombinasi Pembebanan



Gambar 4. 12 Kombinasi Pembebanan ditinjau dari Titik A

Kombinasi Pembebanan

No.	Jenis Pembebanan	Gaya (kN)	Jarak		Momen	
			X (m)	Y (m)	Gaya x X	Gaya x Y
1.	Beban Mati (M)	5179,68	0,6		3107,808	
2.	Beban Hidup (H + K)	4179,33	0,6		2507,598	
3.	Beban Pile Head (Gc)	123,48	0,6		74,088	

No.	Jenis Pembebanan	Gaya (kN)	Jarak		Momen	
			X (m)	Y (m)	Gaya x X	Gaya x Y
4.	Gaya Gesek (Gg)	932,342		7		6526,394
5.	Gaya Gempa (Gh)	5272,29		6,99		36853,307
6.	Gaya Rem (Rm)	53,205		7,35		391,057
7.	Beban Angin (A)	20,603	Jarak Z = 9,19		Momen = Gaya x Z = 189,342	

Tabel 4. 3 Kombinasi Pembebanan

Kombinasi Pembebanan dan Gaya

1. Kombinasi I {M + (H+K) + Pi}

$$\begin{aligned}
 V &= \{M + (H+K) + P_i + G_c\} \times 100\% \\
 &= \{5179,68 + 4179,33 + 123,48\} \times 100\% \\
 &= 9482,49 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M &= (M_M + M_{H+K} + M_{P_i} + M_{G_c}) \times 100\% \\
 &= (3107,808 + 2507,598 + 74,088) \times 100\% \\
 &= 5689,494 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

2. Kombinasi II (M + Pp + Gg + A)

$$\begin{aligned}
 V &= (M + A + P_i) \times 125\% \\
 &= (5179,68 + 20,603) \times 125\% \\
 &= 6500,354 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M &= (M_M + M_A + M_{P_i}) \times 125\% \\
 &= (3107,808 + 189,342) \times 125\% \\
 &= 4121,438 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

3. Kombinasi III (Kombinasi I + Rm + A)

$$\begin{aligned}
 V &= V_1 \times 140\% \\
 &= 9482.49 \times 140\% \\
 &= 13275.486 \text{ kN} \\
 M &= (M_{y1} + M_{Rm} + M_A) \times 140\% \\
 &= (7499.367 + 391.057 + 189.342) \times 140\% \\
 &= 11311.672 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

4. Kombinasi IV (M + Pi + Gh)

$$\begin{aligned}
 V &= (M + P_i + G_h) \times 150\% \\
 &= (5179.68 + 5272.29) \times 150\% \\
 &= 15677.955 \text{ kN} \\
 M &= (M_M + M_{P_i} + M_{G_h}) \times 150\% \\
 &= (3107.808 + 36853.307) \times 150\% \\
 &= 59941.673 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Kombinasi Pembebanan Ditinjau dari Titik A

Kombinasi	I	II	III	IV
V	9482.49	6500.354	13275.486	15677.955
M	5689.494	4121.438	11311.672	59941.673

Tabel 4. 4 Kombinasi Pembebanan Ditinjau dari Titik A

4.5 Menghitung Jumlah Tiang Pancang

a. Mencari Beban Terfaktor

$$T_u = 1,0 D + 1,8 L + 1,8 TB + 1,2 EW + 1,0 EQ$$

Dengan:

D = Beban Mati

L = Beban Hidup

TB = Beban Rem

EW = Beban Angin

EQ = Beban Gempa

Besar Beban Terfaktor:

$$\begin{aligned} T_u &= 1,0 D + 1,8 L + 1,8 TB + 1,2 EW + 1,0 EQ \\ &= (1,0 \times 3409,84) + (1,8 \times 4179,33) + (1,8 \times 53,205) + (1,2 \\ &\quad \times 20,603) + (1,0 \times 5272,29) \\ &= \mathbf{16.325,417 \text{ kN}} \end{aligned}$$

b. Mencari Kapasitas Dukung Ijin

Dari Tabel 4.1 diatas didapat nilai Q_u pada kedalaman 44,00 m adalah

$$Q_u = 28.051,678 \text{ kN}$$

Maka Kapasitas Dukung Ijin sebesar:

$$\begin{aligned} Q_a &= \frac{Q_u}{F_s} \\ &= \frac{28.051,678}{3} = \mathbf{9.350,559 \text{ kN}} \end{aligned}$$

c. Menghitung Jumlah Tiang Pancang

$$\begin{aligned}
 n &= \frac{\text{Beban Terfaktor}}{Qa} \\
 &= \frac{16.325,417}{9.350,559} \\
 &= 1,7 \text{ titik} \approx 2 \text{ titik}
 \end{aligned}$$

Dari pelaksanaan dilapangan ternyata ada 4 titik untuk tiang pancang sesuai dengan perhitungan yaitu 2 titik tiang pancang.

Dengan Ketentuan:

Jarak antar pondasi (S horizontal)	= 7 m
Jarak antar pondasi (S vertikal)	= 3,5 m
Jarak tiang ke tepi pier (horizontal)	= 0,3 m
Jarak tiang ke tepi pier (vertikal)	= 1,15 m
n = Jumlah Tiang Dalam Satu Baris	= 13
m = Jumlah Baris Tiang	= 1

d. Efisiensi Kelompok Tiang

$$Eff = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn}$$

$$\begin{aligned}
 S &= 1,5D - 3D \\
 &= 1,5(600) - 3(600) \\
 &= (900 - 1800) \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Diambil 1800 mm = 1,8 m

$$\theta = \text{Arc tan } \frac{D}{S}$$

$$\theta = \text{Arc tan } \frac{0,6}{1,8} = 18,435$$

$$Eff = 1 - \theta \times \frac{(10-1)1+(1-1)13}{90.1.13}$$

$$= 1 - 18,435 \times \frac{9}{1170}$$

$$= 1 - 0,142$$

$$= 0,858$$

e. Kapasitas Izin Kelompok Tiang

$$Q_g = Eff \times n \times Q_a$$

$$= 0,858 \times 13 \times 9.350,559$$

$$= 104.296,135 \text{ kN}$$

Kesimpulan:

Kapasitas Izin Kelompok Tiang > Beban Terfaktor

104.296,135 kN > 16.325,417 kN (AMAN)

4.6 Perhitungan Penulangan

4.6.1 Perhitungan Pile Head

Data Perencanaan:

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

$$\text{Selimut Beton} = 50 \text{ mm}$$

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

$$\text{Faktor Reduksi } \phi = 0,8$$

a. Tulangan Utama

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

$$M_u = \frac{59941,673}{25,2} = 2378,64 \text{ kNm}$$

$$M_u = 2378,64 \text{ kNm} = 2378,64 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$\begin{aligned} d \text{ (Tebal Efektif)} &= h - p - \frac{1}{2} D \\ &= 1400 - 50 - (0,5 \times 19) \\ &= 1340,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_n &= \frac{M_u}{\phi} \\ &= \frac{2378,64 \times 10^6}{0,8} \\ &= 2973,3 \times 10^6 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_b &= d \times \frac{0,003}{0,003 + \frac{f_y}{E_s}} \\ &= 1340,5 \times \frac{0,003}{0,003 + \frac{400}{200000}} \\ &= 804,3 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\beta_1 = 0,8$$

$$\begin{aligned}
 a_b &= \beta_1 \times C_b \\
 &= 0,8 \times 804,3 \\
 &= 643,44
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{As perlu} &= \frac{M_n}{f_y \left(d x - \frac{a}{2} \right)} \\
 &= \frac{2973,3 \times 10^6}{400 \left(1340,5 - \frac{643,44}{2} \right)} \\
 &= 7296,226 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Tulangan} &= \frac{\text{As perlu}}{\text{As 1 buah}} \\
 &= \frac{7296,226}{283,385} \\
 &= 25,747 \approx 26 \text{ batang}
 \end{aligned}$$

Cek Rasio Penulangan:

$$\begin{aligned}
 \rho &= \frac{\text{As perlu}}{b \times d} \\
 &= \frac{7296,226}{1400 \times 1340,5} \\
 &= 0,00389
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \beta \frac{0,85 \times f_c}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right) \\
 &= 0,8 \times \frac{0,85 \times 30}{400} \left(\frac{600}{600 + 400} \right) \\
 &= 0,0307
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0307 \\ &= 0,02304\end{aligned}$$

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

$$0,00389 < 0,02304 \quad \text{OK!}$$

Jarak Spasi Tulangan (S)

$$\begin{aligned}S &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times d^2 \times S}{A_{s \text{ perlu}}} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 19^2 \times 1400}{7296,226} \\ &= 54,376 \text{ mm}\end{aligned}$$

Spasi Tulangan Maksimum:

$$S \leq (2 \times h = 2 \times 1400 = 2800 \text{ mm})$$

Dipakai spasi tulangan $s = 54 \text{ mm} (< 54,376 \text{ mm})$

$$\begin{aligned}A_{s \text{ Terpasang}} &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times d^2 \times S}{s} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 19^2 \times 1400}{54} \\ &= 7347,019 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$A_{s \text{ pasang}} > A_{s \text{ perlu}}$$

$$7347,019 \text{ mm}^2 > 7296,226 \text{ mm}^2$$

Maka, digunakan tulangan 26D19

b. Tulangan Sengkang

$$\begin{aligned}
 \text{Diameter} &= 13 \text{ mm} \\
 d \text{ (Tebal Efektif)} &= h - p - \frac{1}{2} D \\
 &= 700 - 50 - \frac{1}{2} \times 13 \\
 &= 643,5 \text{ mm} \\
 A_{S_{\text{susut}}} \text{ (arah y)} &= \rho_{\text{min}} \times b \times d_y \\
 &= 0,00389 \times 700 \times 643,5 \\
 &= 1752,251 \text{ mm}^2 \\
 A_{sy} &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times d^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 13^2 \\
 &= 132,665 \text{ mm}^2 \\
 n &= \frac{A_{s \text{ susut}}}{A_{sy}} \\
 &= \frac{1752,251}{132,665} \\
 &= 13,208 \approx 14 \text{ batang} \\
 A_{S_{\text{pasang}}} &= n \times A_{sy} \\
 &= 14 \times 132,665 \\
 &= 1857,31 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

$$A_{S_{\text{pasang}}} > A_{S_{\text{perlu}}}$$

$$1857,31 \text{ mm}^2 > 1752,251 \text{ mm}^2$$

Maka, digunakan tulangan 14D13

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada akhir penyusunan Tugas Akhir yang berjudul “**Peninjauan Ulang Pekerjaan *Spun Pile* dan Pekerjaan *Pile Head* dalam Metode *Slab on Pile* pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2**”, penulis dapat menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Perhitungan pembebanan pada Jalan Tol Layang Elevated ini menggunakan pedoman Perencanaan Pembebanan Jalan Raya 1987 (PPPJJR, 1987) dan SNI T-2016
2. Penyusunan Tugas Akhir ini, dibatasi pada perhitungan struktur atas dan bawah meliputi *Spun Pile* dan *Pile Head* pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2.
3. Berdasarkan perhitungan pembebanan digunakan tulangan 26D19 dan 14D13 pada *Pile Head*.

5.2 Saran

Dari hasil “**Peninjauan Ulang Pekerjaan *Spun Pile* dan Pekerjaan *Pile Head* dalam Metode *Slab on Pile* pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Semarang – Demak Seksi 2**” dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Perencanaan struktur harus berpedoman pada teori dengan mempertimbangkan kondisi nyata di lapangan sehingga menghasilkan konstruksi yang aman.
2. Pengujian di lapangan harus memperhitungkan keadaan dan dirangkum dalam pendataan yang baik untuk mempermudah perencanaan.
3. Penentuan metode untuk peninjauan perhitungan harus memperhatikan data-data yang tersedia untuk mempermudah perhitungan.
4. Untuk mendapatkan hasil yang akurat, maka dibutuhkan pemahaman yang menyeluruh tentang tahap-tahap dalam proses peninjauan dan teori-teori yang didapat di bangku perkuliahan harus selalu dikembangkan.

DAFTAR PUSTAKA

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.

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

Yogyakarta : Gajah Mada University Press.

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

Yogyakarta : Gajah Mada University Press.



PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN TEKNIK SIPIL
SEKOLAH VOKASI
UNIVERSITAS DIPONEGORO

TUGAS

TUGAS AKHIR

GAMBAR

DENAH PENULANGAN PILE HEAD
PS. 06 - PS. 07
PROYEK JALAN TOL SEMARANG - DEMAK
SEKSI 2

SKALA

1 : 75
1 : 175

DOSEN PEMBIMBING

MOH. NUR SHOLEH, ST, MT

DIGAMBAR OLEH

KISSI ROSARI PELANGIE
40030118060097

CATATAN

