

**ANALISIS DAN PERENCANAAN PONDASI TIANG
BORED PILE PADA JEMBATAN JALUR GANDA KERETA API
BEKRI KABUPATEN LAMPUNG TENGAH**

(Skripsi)

Oleh :

MUHAMMAD WAHYUDDIN



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

ANALISIS DAN PERENCANAAN PONDASI TIANG *BORED PILE* PADA JEMBATAN JALUR GANDA KERETA API BEKRI KABUPATEN LAMPUNG TENGAH

Oleh :

Muhammad Wahyuddin

Provinsi Sumatera Selatan memiliki cadangan batubara sekitar 22,24 milyar ton. Batubara di Provinsi Sumatera Selatan 85 % dari total batubara di Pulau Sumatera. Tambang Batubara berada di Tanjung Enim, Sumatera Selatan. Batubara tersebut diangkut menggunakan Kereta Api Barang. Setiap kereta api terdapat 60 gerbong. Setiap gerbong dapat memuat 50 ton batubara. Pembangunan rel ganda akan meningkatkan kuantitas angkutan kereta api. Pembangunan kereta api jalur ganda dapat menghemat waktu 20-40 menit kereta api penumpang dan 30 menit bagi kereta barang.

Pembangunan kereta api jalur ganda melewati wilayah Bekri, Lampung Tengah. Pembangunan tersebut memerlukan jembatan kereta api untuk melintasi sungai di Way Tipo. Jembatan kereta tersebut dibuat dengan pondasi *Bored Pile*. Pondasi Bored Pile tersebut memiliki diameter 1 meter. Pondasi boredpile dibuat 9 buah dan panjang 9 meter. Dari hasil analisis diperoleh nilai daya dukung ijin lebih besar dari daya dukung rencana. Hasil analisis diperoleh nilai daya dukung ijin 3273,19 kN dan daya dukung rencana 3220,13 kN.

Kata Kunci :pondasi, *bored pile*, jembatan, kereta api,

ABSTRACT

THE ANALYSIS AND DESIGN OF BORED PILE POLE FOUNDATION AT THE BRIDGE OF DOUBLE TRACK BEKRI LAMPUNG TENGAH REGION

Oleh :

Muhammad Wahyuddin

Sumatera Selatan Province has coal reserve about 22,24 billion ton which is 85% of total coal in Sumatera Island. The coal from mining in Tanjung Enim, Sumatera Selatan was transported with logistic train. Everybtrain consist of 60 carriages with 50 ton of coal each. The construction of double track train can save the travel time about 20-40 minutes for passenger train and 30 minutes for logistic train.

The construction of double track train that pas through Bekri, Lampung Tengah need bridge to cross the Way Tipo River. This bridge was built with Bored Pile Foundation that had 1 meter diameter and 8 meter lenght for 9 units. According to the analysis, the Allowable Bearing Capacity was found higher Designed Bearing Capacity. The result showed that Allowable Bearing Capacity was 3273,19 kN and Designed Bearing Capacity was 3220,13kN.

Keywords : the foundation, bored pile, bridge, train

**ANALISIS DAN PERENCANAAN PONDASI TIANG
BORED PILE PADA JEMBATAN JALUR GANDA
KERETA API BEKRI KABUPATEN LAMPUNG TENGAH**

**Oleh
Muhammad Wahyuddin**

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik Universitas Lampung**



**FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **ANALISIS DAN PERENCANAAN PONDASI
TIANG BORED PILE PADA JEMBATAN
JALUR GANDA KERETA API BEKRI
KABUPATEN LAMPUNG TENGAH**

Nama Mahasiswa : **Muhammad Wahyuddin**

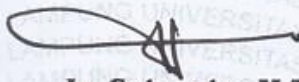
Nomor Pokok Mahasiswa : 1215011077

Jurusan : Teknik Sipil

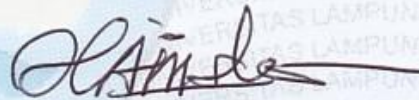
Fakultas : Teknik

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Ir. Setyanto, M.T.
NIP 19550830 198403 1 001



Amril Ma'ruf Siregar, S.T., M.T.
NIP 19850228 201212 1 001

2. Ketua Jurusan Teknik Sipil



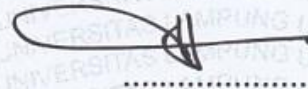
Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP 19700915 199503 1 006

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

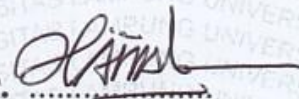
Ketua

: Ir. Setyanto, M.T.



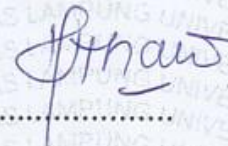
Sekretaris

: Amril Ma'ruf Siregar, S.T., M.T.



Penguji

Bukan Pembimbing : **Dr. Ir. Lusmellia Afriani, D.E.A.**

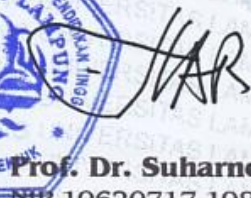


2. Dekan Fakultas Teknik



Prof. Dr. Suharno, M.Sc.

NIP 19620717 198703 1 002



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 13 Agustus 2019

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini, adalah:

Nama : Muhammad Wahyuddin
NPM : 1215011077
Prodi/ Jurusan : S1/ Teknik Sipil
Fakultas : Teknik Universitas Lampung.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebut dalam daftar pustaka. Skripsi ini merupakan bagian dari penelitian dengan judul :. Analisis dan Perencanaan Pondasi Tiang Bored Pile pada Jembatan Jalur Ganda Kereta Api Bekri Kabupaten Lampung Tengah.

Atas pernyataan ini, apabila dikemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi sesuai hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Agustus 2019



Muhammad Wahyuddin

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Desa Japura Bakti, Kecamatan Astanajapura, Kabupaten Cirebon, Provinsi Jawa Barat pada tanggal 10 Oktober 1993, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, dari pasangan Bapak Surma dan Ibu Baenah.

Penulis memulai jenjang pendidikan dari MI Annidhomiyah Japura Kidul Kabupaten Cirebon diselesaikan pada tahun 2006, Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 1 Lemahabang Kabupaten Cirebon diselesaikan pada tahun 2009, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 1 Lemahabang Kabupaten Cirebon diselesaikan pada tahun 2012.

Pada Tahun 2012 penulis terdaftar sebagai mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Lampung Program Studi S1 Teknik Sipil melalui jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN). Selama menjadi mahasiswa penulis aktif dalam organisasi kemahasiswaan diantaranya pernah menjadi Anggota Muda Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) Universitas Lampung periode 2012-2013, Kepala Divisi Kerohanian di Himpunan Mahasiswa Teknik Sipil (HIMATEKS) Universitas Lampung periode 2014-2015. Selama menjadi mahasiswa penulis pun pernah menjadi asisten dosen pada praktikum Mekanika Tanah 1 tahun 2015 dan praktikum Mekanika Tanah 2 tahun 2016.

Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Mulyosari Kecamatan Way Ratai Kabupaten Pesawaran selama 60 hari pada tahun 2016. Penulis melaksanakan Kerja Praktek (KP) pada Proyek Pembangunan Graving Dock dan Pengembangan Dermaga Noahtu Srengsem Panjang selama 3 bulan pada periode Januari – Maret 2015.

Persembahan

Alhamdulillah, Puji syukur kepada Allah SWT atas karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik. Ku persembahkan skripsi ini untuk :

Kedua Bapak dan Ibu, serta Adik-adikku yang telah memberi dukungan moral maupun materi, serta senantiasa mendoakanku untuk meraih kesuksesan. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan keluarga kita, keselamatan dan kebahagiaan dunia dan akhirat.

Semua guru-guruku dan dosen-dosenku yang telah mengajarkan banyak hal, semoga Allah membalas segala kebaikan atas ilmu yang diajarkan.

Sahabat-sahabatku, yang tiada hentinya memberikan motivasi dan selalu ada disaat suka maupun duka.

Rekan seperjuangan, teman-teman Teknik Sipil angkatan 2012, yang telah memberikan bantuan dan motivasinya selama masa perkuliahan, semoga silaturahmi kita bisa selalu terjaga.

Untuk almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat Rahmat dan Hidayahnya-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul **“ANALISIS DAN PERENCANAAN PONDASI TIANG BORED PILE PADA JEMBATAN JALUR GANDA KERETA API BEKRI KABUPATEN LAMPUNG TENGAH”**. Skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Teknik Universitas Lampung.

Terselesaikannya penulisan skripsi ini tidak terlepas dari hambatan yang datang baik dari luar dan dari dalam diri penulis. Penulisan skripsi ini juga tidak lepas dari bimbingan dan bantuan serta petunjuk dari berbagai pihak, oleh karena itu Penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr Suharno, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Lampung.
2. Bapak Gatot Eko Susilo, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Lampung.
3. Bapak Ir. Setyanto, M.T. selaku Dosen Pembimbing Utama, yang telah meluangkan waktu, memberikan bimbingan dengan penuh kesabaran, dan ide-ide dan saran selama penyusunan skripsi ini.

4. Bapak Amril Ma`ruf Siregar, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing Kedua dan sekaligus sebagai Dosen yang sangat berjasa bagi saya atas kesediaan memberikan bimbingan, kritik dan saran dalam penyelesaian skripsi ini;
5. Ibu Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D. E. A. selaku Dosen Penguji, yang telah memberikan kritikan dan masukan dalam penyempurnaan skripsi;
6. Seluruh Bapak dan Ibu Dosen Jurusan Teknik Sipil yang telah memberikan bekal ilmu pengetahuan kepada penulis selama menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung;
7. Teristimewa untuk orang tuaku tercinta, Bapak Surma dan Ibu Baenah yang sangat sabar dalam do`anya, memberikan kasih sayang, pengorbanan, dan motivasi kepada penulis dalam menyelesaikan perkuliahan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lampung;
8. Adikku Muhammad Subkhi dan Muhammad Farhan Azmy atas doa dan dukungan yang berharga selama ini, paman saya Mang Amad dan Mang Udin yang telah memberikan waktu, materi dan motivasi dalam penyelesaian kuliah dan skripsi saya, serta sepupu dan seluruh keluarga yang mendukung terselesaikannya kuliah dan skripsi saya;
9. Rekan keluarga Kontrakan Corp., kalian terbaik;
10. Sahabatku Eddy Ristanto dan keluarga sleep over night yang telah memberikan dukungan, pengalaman dan beghadangan terbaik;
11. Rekan seperjuangan "2012-Endgame" yang setia menemani dengan kegiatan-kegiatan unfaedahnya yang sangat berkesan;
12. Teman-teman dan saudara-saudaraku Teknik Sipil angkatan 2012, yang berjuang bersama serta berbagi kenangan, pengalaman, dan membuat kesan

yang tak terlupakan, terimakasih untuk kebersamaan kita, terimakasih untuk dukungan kalian yang tidak ternilai harganya;

13. Senior serta Adik-adik Teknik Sipil terimakasih atas motivasi dan segala bantuan selama ini;
14. Semua pihak yang telah membantu tanpa pamrih yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, semoga kita semua berhasil dalam menggapai harapan dan cita-cita;

Apabila terdapat kekurangan dalam penulisan maupun pada penyusunan, maka peneliti selalu membuka sumbang saran dan kritik dari pembaca yang sifatnya membangun dalam menyempurnakan penyajian skripsi ini. Semoga karya sederhana ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandar Lampung, Juni 2019

Muhammad Wahyuddin

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR	iii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR NOTASI	vi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Jembatan	5
2.1.1 Pengertian dan Tipe Jembatan	5
2.2 Komponen Jalan Rel.....	6
2.2.1 Penambat Rel	6
2.2.2 Bantalan Rel	8
2.2.3 Rel	8
2.3 Pembebanan Abutmen dan Pier.....	11
2.3.1 Struktur Atas	11
2.3.2 Struktur Bawah	11
2.4 Pondasi <i>Bored Pile</i>	18
2.4.1 Daya Dukung Aksial	19
2.4.2 Gaya yang Diterima Tiang Bor.....	22
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Lokasi Penelitian	24
3.2 Tahapan Pengumpulan Data.....	25
3.3 Tahapan Pengolahan Data	25
3.4 Diagram Alir Penelitian.....	25

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Data Struktur Atas Jembatan	28
4.2	Data <i>Abutment</i> Jembatan	29
4.3	Data Material	30
4.4	Pembebanan pada <i>Abutment</i>	31
4.4.1	Berat Sendiri Struktur Atas	31
4.4.2	Berat Sendiri Struktur Bawah	31
4.4.3	Beban Mati Tambahan	33
4.4.4	Tekanan Tanah	35
4.4.5	Beban Hidup	37
4.4.6	Beban Kejut	37
4.4.7	Beban Horizontal	39
4.4.8	Beban Hidup Pejalan Kaki pada <i>Sidewalk</i>	42
4.4.9	Beban Angin	43
4.4.10	Beban Gempa	46
4.4.11	Beban Gesek pada Perletakan	55
4.5	Kombinasi Pembebanan	56
4.6	Kontrol Stabilitas Guling	64
4.7	Kontrol Stabilitas Geser	66
4.8	Perencanaan Pondasi <i>Bored Pile</i>	68
4.9	Daya Dukung Aksial Ijin Tiang Bor	69
4.10	Gaya yang Diterima Tiang Bor	73

V. PENUTUP

5.1	Kesimpulan	75
5.2	Saran	75

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1.	Dimensi <i>Abutment</i>	30
Tabel 4.2	Perhitungan Berat Sendiri <i>Abutment</i>	33
Tabel 4.3	Distribusi Beban Gempa.....	51
Tabel 4.4	Rekapitulasi Pembebanan.....	56
Tabel 4.5	Kombinasi 1a.....	57
Tabel 4.6	Kombinasi 1b.....	57
Tabel 4.7	Kombinasi 2a.....	58
Tabel 4.8	Kombinasi 2b.....	58
Tabel 4.9	Kombinasi 3a.....	59
Tabel 4.10	Kombinasi 3b.....	59
Tabel 4.11	Kombinasi 3c.....	60
Tabel 4.12	Kombinasi 3d.....	60
Tabel 4.13	Kombinasi 4a.....	61
Tabel 4.14	Kombinasi 4b.....	61
Tabel 4.15	Kombinasi 4c.....	62
Tabel 4.16	Kombinasi 4d.....	62
Tabel 4.17	Kombinasi 5.....	63
Tabel 4.18	Rekapitulasi Hasil Kombinasi Pembebanan.....	63
Tabel 4.19	Rekapitulasi Hasil Stabilitas Guling terhadap X	64

Tabel 4.18	Rekapitulasi Hasil Stabilitas Guling terhadap Y	65
Tabel 4.18	Rekapitulasi Hasil Stabilitas Geser terhadap X.....	66
Tabel 4.18	Rekapitulasi Hasil Stabilitas Geser terhadap Y	67
Tabel 4.18	Rekapitulasi Daya Dukung Aksial	71
Tabel 4.18	Rekapitulasi Beban	73
Tabel 4.18	Rekapitulasi Perhitungan P _{max} dan P _{min}	74

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ruang Bebas pada Bagian Lurus.....	10
Gambar 2.2	Beberapa Bentuk Jembatan Rangka	11
Gambar 2.3	Beban Hidup	13
Gambar 2.4	Gaya pada Tiang Bor.....	21
Gambar 3.1.	Lokasi Penelitian	24
Gambar 3.2	Diagram Alir Penelitian.....	26
Gambar 4.1.	Lokasi Rencana Penelitian	27
Gambar 4.2	Potongan Memanjang Jembatan.....	28
Gambar 4.3	Potongan Melintang Jembatan	28
Gambar 4.4	Sketsa <i>Abutment</i>	29
Gambar 4.5	Berat Sendiri Struktur Bawah.....	32
Gambar 4.6	Peta Gempa.....	47
Gambar 4.7	Denah Tiang Bor	73

DAFTAR NOTASI

a	= Koefisien beban sentrifugal	
B	= Lebar	(m)
B _c	= Lebar sidewalk	(m)
B _x	= Panjang pile cap abutmen	(m)
B _y	= Lebar pile cap abutmen	(m)
c	= Kohesi	(kPa , kN/m ²)
e	= Eksentrisitas terhadap pondasi	(m)
F _c	= Mutu beton silinder	(Mpa)
F _y	= Mutu baja tulangan	(Mpa)
H	= Tinggi	(m)
i	= Faktor kejut terhadap beban kereta	
K _a	= Koefisien tekanan tanah aktif	
K _c ^R	= Faktor reduksi untuk c	
K _∅ ^R	= Faktor reduksi untuk ∅	
L	= Panjang	(m)
M	= Gaya momen	(kNm)
M _{BF}	= Momen akibat gesek perletakan	(kNm)
M _{EQ}	= Momen akibat gempa	(kNm)
M _{ET}	= Momen akibat temperature	(kNm)
M _{EW}	= Momen akibat angin	(kNm)
M _{LF}	= Momen akibat gaya rel longitudinal	(kNm)
M _{MA}	= Momen beban mati tambahan	(kNm)
M _{ms}	= Momen sendiri struktur	(kNm)
M _{SW}	= Momen akibat pejalan kaki	(kNm)
M _{TA}	= Momen akibat tekanan tanah	(kNm)
M _{TB}	= Momen akibat gaya rem	(kNm)
M _{TC}	= Momen akibat sentrifugal	(kNm)
M _{TI}	= Momen akibat beban kejut	(kNm)
M _{TI}	= Momen akibat beban kejut	(kNm)
M _{TL}	= Momen akibat beban hidup	(kNm)
M _{TL}	= Momen akibat gaya lateral	(kNm)
n	= Jumlah	(buah)

n_{tr}	= Jumlah track kereta api	(buah)
\emptyset	= Sudut gesek	($^{\circ}$ / derajat)
P_{EW}	= Beban akibat angin	(kN)
P_{MA}	= Beban mati tambahan	(kN)
P_{ms}	= Berat struktur	(kN)
P_{SW}	= Beban akibat pejalan kaki	(kN)
P_{TA}	= Beban akibat tekanan tanah	(kN)
P_{TI}	= Beban akibat beban kejut	(kN)
P_{TI}	= Beban akibat beban kejut	(kN)
P_{TL}	= Beban akibat beban hidup	(kN)
R_{Av}	= Reaksi perletakan vertikal di titik A	(kN)
R_{Bv}	= Reaksi perletakan vertikal di titik B	(kN)
T_{BF}	= Gaya gesek perletakan yang bekerja	(kN)
T_{EQ}	= Gaya gempa yang bekerja	(kN)
T_{ET}	= Gaya temperatur yang bekerja	(kN)
t_i	= Tinggi tiang railing	(m)
T_{LF}	= Gaya rel longitudinal yang bekerja	(kN)
t_r	= Tinggi rel	(m)
T_{TB}	= Gaya rem yang bekerja	(kN)
T_{TC}	= Gaya sentrifugal yang bekerja	(kN)
T_{TL}	= Gaya lateral yang bekerja	(kN)
w	= Berat volume	(kN/m ³)
W_c	= Berat volume beton	(kN/m ³)
W_{so}	= Berat volume tanah	(kN/m ³)

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Ditinjau dari volume lalu lintas barang yang dapat dilayani, peranan angkutan darat di wilayah Lampung saat ini memegang peranan yang sangat penting. Dalam Sub sektor transportasi darat di wilayah Sumatera maka angkutan jalan masih mendominasi, terutama untuk pergerakan penumpang dan barang menuju wilayah lain di Pulau Sumatera. Khusus untuk perangkutan barang, kereta api merupakan prasarana utama untuk menjamin kelancaran angkutan tersebut dari sumber komoditas menuju pengolahan, daerah pemasaran maupun titik transfer moda lainnya seperti bandara, terminal maupun dermaga pelabuhan.

Angkutan barang yang sangat potensial di Lampung khususnya dan Sumatera umumnya adalah Batubara. Potensi Batubara yang dimiliki Provinsi Sumatera Selatan diketahui mencapai sekitar 85% dari total cadangan yang terkandung dalam bumi Sumatera, atau sekitar 22,24 milyar ton. Artinya, sekalipun penambangannya dimaksimalkan hingga 50 juta ton pertahunnya, batubara tidak akan habis ditambang selama 200 tahun. Batubara dari lokasi tambang Tanjung Enim, Sumatera Selatan, diangkut ke Pelabuhan Tarahan dengan kereta api sepanjang 60 gerbang untuk setiap rangkaian dan masing-masing gerbang memuat 50 ton batubara. Melimpahnya kandungan batu berwarna

hitam ini tidak didukung oleh lokasi tambang. Jauhnya lokasi penambangan, serta tujuan penampungan (Stockpile) perusahaan batubara mengakibatkan perlunya pembangunan rel ganda. Pembangunan rel ganda juga akan meningkatkan kuantitas angkutan kereta api, baik barang maupun penumpang. Jalur ganda ini rata-rata dapat menghemat waktu tempuh 20-40 menit kereta api penumpang dan 30 menit bagi kereta barang (Sulistyorini Rahayu, 2015). Dalam pembangunannya, jalur ganda di Provinsi Lampung melewati wilayah Bekri, Lampung Tengah. Pembangunan di daerah tersebut memerlukan jembatan kereta api guna melintasi sungai di wilayah tersebut. Jembatan kereta api yang dibuat tidak hanya harus memiliki struktur atas yang baik, namun harus memiliki struktur bawah dengan perencanaan yang baik pula agar kenyamanan dan keamanan transportasi kereta api dapat tercapai.

Pondasi sebagai struktur bawah secara umum dapat dibagi dalam 2 (dua) jenis, yaitu pondasi dalam dan pondasi dangkal. Pemilihan jenis pondasi tergantung kepada jenis struktur atas apakah termasuk konstruksi beban ringan atau beban berat dan juga tergantung pada jenis tanahnya. Untuk konstruksi beban ringan dan kondisi tanah cukup baik, biasanya dipakai pondasi dangkal, tetapi untuk konstruksi beban berat biasanya jenis pondasi dalam adalah pilihan yang tepat. Secara umum permasalahan pondasi dalam lebih rumit dari pondasi dangkal. Untuk itu penulis mencoba mengkonsentrasikan skripsi ini pada perencanaan pondasi dalam, yaitu *bored pile* (pondasi *bored pile*). Pondasi *bored pile* adalah salah satu pondasi yang dibangun dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi dengan tulangan dan dicor. *Bored Pile* dipakai apabila tanah dasar yang kokoh mempunyai daya dukung besar terletak sangat dalam,

yaitu kurang lebih 15 m serta keadaan sekitar tanah bangunan sudah banyak berdiri bangunan-bangunan besar seperti gedunggedung bertingkat sehingga dikhawatirkan dapat menimbulkan retak-retak pada bangunan yang sudah ada akibat getaran-getaran yang ditimbulkan oleh kegiatan pemancangan apabila dipakai pondasi tiang pancang.

Perencanaan pondasi *bored pile* mencakup rangkaian kegiatan yang dilaksanakan dengan berbagai tahapan yang meliputi studi kelayakan dan perencanaan teknis. Semua itu dilakukan supaya menjamin hasil akhir suatu konstruksi yang kuat, aman serta ekonomis.

1.2 Perumusan Masalah

Dari latar belakang di atas dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang terjadi untuk diteliti yaitu sebagai berikut :

- a. Menganalisis daya dukung pondasi *bored pile* pada jembatan.
- b. Merencanakan jumlah dan dimensi pondasi jembatan.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- a. Dapat menganalisis perhitungan daya dukung pondasi *bored pile* pada jembatan.
- b. Dapat merencanakan jumlah dan dimensi pondasi *bored pile* jembatan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah yang diambil dalam melakukan analisa ini adalah : Analisis dan perencanaan pondasi tiang *bored pile* pada jembatan jalur ganda kereta api Bekri Kabupaten Lampung Tengah.

- a. Jembatan yang dianalisis berada di BH. 102 Bekri Kabupaten Lampung Tengah.
- b. Spesifikasi dan material pada seluruh komponen jalan rel diasumsikan menggunakan komponen standar.
- c. Data tanah yang digunakan merupakan data Uji Bor Mesin.
- d. Perencanaan pondasi menggunakan jenis pondasi tiang *bored pile*.
- e. Jembatan yang dianalisis merupakan jembatan baja Tipe WTT 30.
- f. Analisis abutmen dengan pembebanan berdasarkan Rencana Muatan 1921 dan mengacu pada RSNI T-02-2005.
- g. Perencanaan teknis jalur kereta api berdasarkan Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian yang diperoleh, diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut :

- a. Dapat menganalisis pondasi *bored pile* jembatan..
- b. Memberikan gambaran tentang perencanaan struktur bawah (pondasi) jembatan.
- c. Menambah pengetahuan dan referensi yang berguna untuk penelitian selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Jembatan

2.1.1 Pengertian dan Tipe Jembatan

Jembatan adalah suatu struktur yang berfungsi untuk menghubungkan dua bagian jalan yang terputus oleh adanya yang memungkinkan rute transportasi melintasi sungai, danau, saluran irigasi, kali, jalan raya, jalan kereta api, dan lain sejenisnya. (Manu, 1995).

Jembatan bisa dibedakan berdasarkan pada kegunaan, jenis material, dan bentuk struktur. Berdasarkan kegunaannya jenis jembatan dapat dibedakan sebagai berikut:

- a. Jembatan jalan raya
- b. Jembatan pejalan kaki
- c. Jembatan kereta api
- d. Jembatan jalan air
- e. Jembatan jalan pipa
- f. Jembatan penyebrangan

Berdasarkan jenis materialnya :

- a. Jembatan kayu

- b. Jembatan baja
- c. Jembatan beton bertulang dan pratekan
- d. Jembatan komposit

Berdasarkan jenis struktur :

- a. Jembatan dengan tumpuan sederhana
- b. Jembatan menerus
- c. Jembatan kantilever
- d. Jembatan gantung
- e. Jembatan pelengkung
- f. Jembatan rangka
- g. Jembatan kabel

2.2 Komponen Jalan Rel

Perencanaan konstruksi jalan rel dipengaruhi oleh jumlah beban, kecepatan maksimum, beban gandar dan pola operasi. Atas dasar ini diadakan klasifikasi jalan rel, sehingga perencanaan dapat dibuat secara tepat guna.

Ketentuan dari beberapa komponen jalan rel :

2.2.1 Penambat rel

Alat penambat yang digunakan adalah alat penambat jenis elastis yang terdiri dari system elastis tunggal dan system elastis ganda. Pada bantalan beton terdiri dari *shoulder/insert*, *clip*, *insulator* dan *rail pad*.

Pada bantalan kayu dan baja terdiri dari pelat landas (*baseplate*), *clip*, tarpon (*screw spike*)/ baut dan cincin per (*lock washer*).

Alat penambat harus memenuhi persyaratan berikut :

- a. Alat penambat harus mampu menjaga kedudukan kedua rel agar tetap dan kokoh berada diatas bantalan.
- b. *Clip* harus mempunyai gaya jepit 900-1100 kgf.
- c. Pelat landas harus mampu memikul beban yang ada dengan ukuran sesuai jenis rel yang digunakan.

Pelat landas ternuat dari baja dengan komposisi kimia sebagai berikut :

Carbon : 0,15 – 0,30 %

Silicon : 0,35 % max

Manganase : 0,40 – 0,80 %

Phospor : 0,050 % max

Sulphur : 0,05 % max

- d. Alas rel (*rail pad*) dapat terbuat dari bahan *High Density Poly Ethylene* (HDPE) dan Karet (*Rubber*) atau *Poly Urethane* (PU).
- e. Seluruh komponen alat penambat harus memiliki identitas produk tercetak permanen sebagai berikut :
 1. Merek dagang ;
 2. Identitas pabrik pembuat;
 3. Nomor komponen (*part number*);
 4. Dua angka terakhir tahun produksi.

2.2.2 Bantalan rel

Bantalan berfungsi meneruskan bahan dari rel ke balas, menahan lebar sepur dan stabilitas kearah luar jalan rel. Bantalan dapat terbuat dari kayu, baja ataupun beton. Pemilihan didasarkan pada kelas yang sesuai dengan klasifikasi jalan rel Indonesia. Bantalan dipasang dengan jarak tertentu. Baik bantalan beton, baja maupun kayu, pada jalan lurus jumlah bantalan yang dipergunakan adalah 1.667 buah tiap kilometer panjang. Pada lengkungan, jarak bantalan diambil sebesar 60 cm diukur pada rel luar.

Jembatan kereta api dengan rangka baja lebih efektif menggunakan bantalan kayu, dimana bantalan kayu yang digunakan memiliki dimensi 200 x 22 x 13 cm.

Bantalan kayu pada bagian tengah maupun bagian bawah rel harus mampu menahan momen maksimum sebesar 800 Kgm untuk kayu kelas I dan 530 Kgm untuk kayu kelas II.

Jika penampang persegi maka momen maksimum yang dapat dipikul, dihitung berdasarkan tegangan ijin lentur kayu $\sigma_{lt} = 125 \text{ kg/cm}^2$ untuk kayu kelas I dan $\sigma_{lt} = 83 \text{ kg/cm}^2$ untuk kayu kelas II.

2.2.3 Rel

Rel memiliki beberapa tipe yang setiap tipenya memiliki dimensi dan ketentuan lain yang berbeda.

Selain hal tersebut di atas, demi tercapainya konstruksi jembatan kereta api yang aman dan nyaman, perlu diperhatikan ruang bangun dan ruang bebas lintas kereta api.

Ruang bangun adalah ruang di sisi sumbu sepur yang senantiasa harus bebas dari segala bangunan tetap seperti antara lain tiang semboyan, tiang listrik dan pagar.

Batas ruang bangun diukur dari sumbu sepur pada tinggi 1 meter sampai 3,55 meter. Jarak ruang bangun pada beberapa jenis jalan rel, yaitu :

- a. Pada lintas bebas : 2,35 m sampai 2,53 m di kiri kanan sumbu sepur.
- b. Pada emplasemen : 1,95 m sampai 2,35 m di kiri kanan sumbu sepur.
- c. 2,15 m di kiri kanan sumbu sepur.

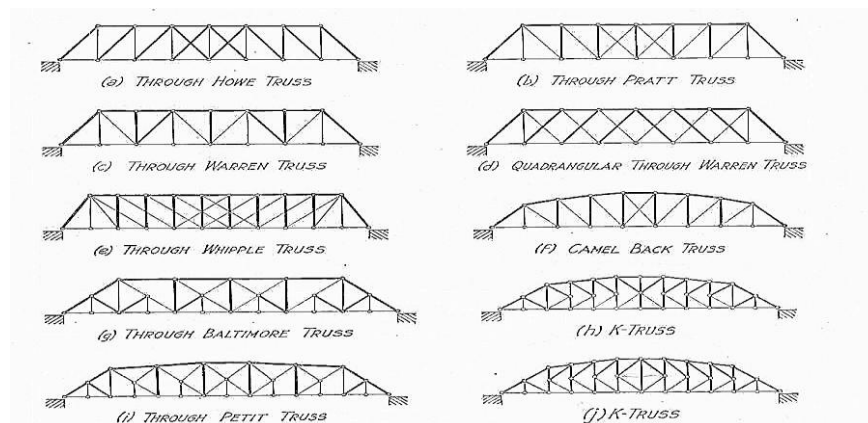
Ruang bebas adalah ruang ruang di atas sumbu sepur yang senantiasa harus bebas dari segala rintangan dan benda penghalang; ruang ini disediakan untuk lalu lintas rangkaian kereta api.

Tinggi rendah ruang bebas jembatan kereta api tergantung pada beberapa hal yang diuraikan pada gambar 2.1.

2.3 Pembebanan Abutmen dan Pier

2.3.1 Struktur atas

Struktur atas direncanakan dengan memperhatikan beberapa hal, yaitu bentang, bentuk, kondisi setempat, pembuatan, pemasangan, dan perawatan. Jembatan yang dipakai antara lain adalah jembatan beton atau jembatan rangka baja. Sedangkan jembatan berdasarkan gelagar utamanya terdiri dari jembatan gelagar I ($l = 0-20$ m), jembatan gelagar pelat ($l = 10-35$ m), jembatan rangka ($l = 25-80$ m), dan jembatan gantung. Beberapa bentuk jembatan rangka dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Beberapa bentuk jembatan rangka

(Sumber : *How Bridge Build* oleh Milo S.)

2.3.2 Struktur bawah

Struktur bawah jembatan kereta api adalah abutmen yang menahan seluruh beban yang bekerja di atasnya, serta komponen struktur lain yang dapat mendukung keamanan konstruksi, seperti *backwall*.

Backwall adalah bangunan yang direncanakan sebagai dinding penahan agar ballast yang berada sebelum atau sesudah jembatan tetap berada pada posisinya, tidak mengalami longsor ke arah abutmen. Abutmen harus direncanakan berdasarkan kombinasi pembebanan maksimum dari seluruh beban yang bekerja. Adapun beban-beban yang bekerja pada abutmen yaitu :

a. Beban mati

Beban mati terdiri atas semua beban yang berasal dari berat sendiri jembatan dan bagian jembatan yang menjadi satu kesatuan tetap, antara lain: struktur utama, rel, bantalan, penambat, ikatan angin, batang sandar, berat alat-alat sambung, dan berat andas.

Berat sendiri struktur atas merupakan berat dari rangka yang digunakan. Baik rangka dari beton bertulang, baja IWF, maupun rangka baja galvanis beserta seluruh baut yang terpasang.

Berat sendiri struktur bawah merupakan berat abutmen dan tanah yang menimbunnya.

Beban mati tambahan yang direncanakan meliputi bantalan dan rel.

Berat bantalan rel dapat dihitung dengan rumus :

$$P = n.V.w \dots\dots\dots (1)$$

dengan :

P = beban bantalan yang harus ditahan abutmen

n = jumlah bantalan yang digunakan

V = volume satu buah bantalan

w = berat volume bantalan

Sedangkan beban rel dapat dihitung dengan rumus :

$$P = n \cdot w \cdot L \dots\dots\dots (2)$$

dengan :

n = jumlah rel yang digunakan

w = berat rel

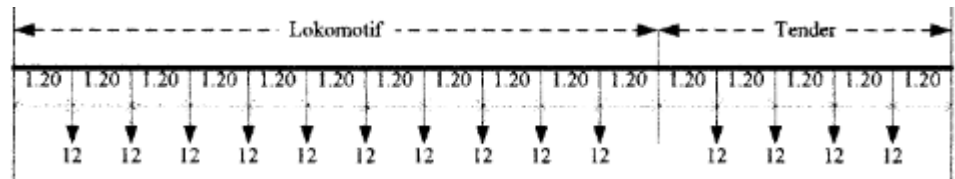
L = bentang jembatan

b. Beban hidup

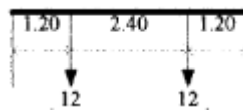
Beban hidup untuk jalan rel adalah beban gandar dari kereta api.

Skema beban gandar kereta api sesuai dengan Rencana Muatan 1921

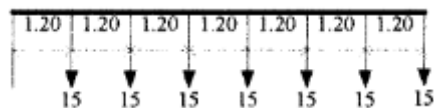
dapat dilihat pada Gambar 2.3a sampai Gambar 2.3g.



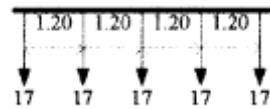
Gambar 2.3a. Sebagai muatan gerak dianggap suatu susunan kereta api



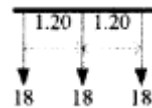
Gambar 2.3b. Bila dengan kereta/gerobak yang banyakha tidak tertentu



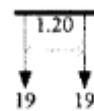
Gambar 2.3c. Jika hanya ada 6 atau 7 gandar yang dapat tempat dalam Hitungannya



Gambar 2.3d. Jika hanya ada 5 gandar yang dapat tempat dalam Hitungannya



Gambar 2.3e. Jika hanya 3 gandar yang dapat tempat dalam Hitungannya



Gambar 2.3f. Jika hanya ada 2 gandar yang dapat tempat dalam Hitungannya



Gambar 2.3g. Jika hanya ada 1 gandar yang dapat tempat dalam hitungannya

(Rencana Muatan 1921 dalam Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api)

Diambil beban hidup maksimum.

c. Beban Kejut (i)

Beban kejut diperoleh dengan mengalikan faktor i terhadap beban kereta.

Perhitungan sederhana untuk faktor I adalah dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

- a. Untuk rel pada alas balas , $i = 0,1 + \frac{22,5}{50+L}$
- b. Untuk rel pada perletakan kayu, $i = 0,2 + \frac{25}{50+L}$
- c. Untuk rel secara langsung ppada baja, $i = 0,3 + \frac{25}{50+L}$

Dimana i = faktor kejut, L = panjang bentang (m).

d. Gaya rem dan traksi

Beban rem dan Traksi masing-masing 25 % dari beban kereta.

Beban ini bekerja pada pusat gaya berat kereta ke arah rel atau secara longitudinal.

(Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api)

e. Beban Rel Panjang Longitudinal (L_f)

Beban rel panjang longitudinal pada dasarnya adalah 10 kN/m dan maksimum 2.000 kN.

(Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api)

f. Beban angin

Beban angin bekerja tegak lurus dengan rel dan secara horisontal.

Tipikal nilainya adalah sebagai berikut :

- a. Beban sebesar $3,0 \text{ kN/m}^2$ digunakan pada areal proyeksi vertikal jembatan tanpa ada kereta di atasnya. Namun, $2,0 \text{ kN/m}^2$, pada areal

proyeksi rangka batang pada arah datangnya angin, tidak termasuk areal sistem lantai.

b. Beban sebesar $1,5 \text{ kN/m}^2$ pada areal kereta dan jembatan, dengan adanya kereta di atasnya. Tetapi terdapat pengecualian $1,2 \text{ kN/m}^2$ untuk jembatan selain gelagar dek/rusuk atau jembatan komposit, sedangkan $0,8 \text{ kN/m}^2$ untuk areal proyeksi rangka batang pada arah datangnya angin.

(Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api)

g. Beban gempa

Beban rencana gempa minimum dapat dihitung dengan rumus :

$$P = C_{sm} / R \times W_t \dots\dots\dots (3)$$

dengan :

T_{eq} = Gaya geser dasar total dalam arah yang ditinjau (kN)

C_{sm} = Koefisien respon elastik

R = Faktor modifikasi respon

W_t = Berat total jembatan (berat sendiri dan beban mati tambahan) kN

Waktu getar bangunan dapat dihitung dengan rumus :

$$T = 2.\pi. \sqrt{\frac{W}{g.k}} \dots\dots\dots (5)$$

dengan :

- T = waktu getar (detik)
- g = percepatan gravitasi (m/dt²)
- W = berat total nominal bangunan ditambah setengah berat abutmen (kN)
- k = kekauan struktur abutmen (kN/m)

Selain koefisien geser, yang juga memengaruhi besarnya pengaruh gaya gempa adalah faktor kepentingan I dan faktor tipe bangunan S.

h. Tekanan tanah dinamis akibat gempa

Tekanan tanah yang dihasilkan oleh gaya gempa dapat dihitung dengan rumus :

$$P1 = q \cdot \Delta K_{aG} \cdot H \quad \dots\dots\dots (6)$$

dan

$$P2 = 0,5 \cdot H^2 \cdot w \cdot \Delta K_{aG} \quad \dots\dots\dots (7)$$

dimana :

$$\Delta K_{aG} = K_{aG} - K_a \quad \dots\dots\dots (8)$$

$$K_{aG} = \frac{\cos^2(\theta' - \theta)}{\cos^2\theta \cdot (1 + \frac{\sqrt{\sin\theta' \cdot \sin(\theta' - \theta)}}{\cos\theta})} \text{ dan } \dots\dots\dots (9)$$

$$\theta = \tan^{-1}(Kh) \quad \dots\dots\dots (10)$$

dengan :

- P = tekanan tanah dinamis akibat gempa (kN)
- H = tinggi abutmen (m)
- w = berat volume tanah (kN/m³)

ΔK_{aG}	=	koefisien tekanan tanah total
K_{aG}	=	koefisien tekanan tanah dinamis
K_a	=	koefisien tekanan tanah aktif
B_y	=	panjang abutmen (m)

*(Peraturan Menteri Perhubungan No. 60 Tahun 2012 tentang
Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api)*

Seluruh pembebanan dihitung pula momen yang terjadi terhadap abutmen. Beban-beban di atas dikombinasikan dan dipakai kombinasi maksimum. Penggunaan kombinasi pembebanan untuk jembatan kereta api mengacu kepada kombinasi pembebanan jalan raya RSNI-02-2005 dengan menyesuaikan beban yang bekerja pada jembatan kereta api.

2.4 Pondasi *Bored Pile*

Pondasi merupakan elemen bangunan yang berfungsi memindahkan beban struktur ke dalam tanah. Salah satu jenis pondasi yang sering digunakan pada struktur jembatan adalah pondasi tiang.

Menurut Hary Christady Hardiyantmo, Analisis dan Perancangan Pondasi II (2015). Pondasi tiang bor (*bored pile*) adalah pondasi tiang yang pemasangannya dilakukan dengan mengebor tanah pada awal pengerjaannya. Bored pile dipasang ke dalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, baru kemudian diisi tulangan dan dicor beton.

2.4.1 Daya Dukung Aksial

Dalam perencanaan pondasi perlu diperhitungkan daya dukung. Daya dukung Pondasi dihitung untuk mengetahui berapa jumlah tiang yang dibutuhkan sehingga pondasi mampu menahan beban yang bekerja.

Nilai daya dukung aksial tiang bor didapat dari nilai terkecil antara daya dukung aksial berdasarkan kekuatan bahan dan berdasarkan kekuatan tanah. Nilai daya dukung aksial berdasarkan kekuatan bahan diperoleh dari rumus :

$$P = A \times f_c - W \dots\dots\dots (11)$$

dengan :

P = Daya dukung ijin tiang bor

A = Luas penampang tiang bor (m²)

F_c = Kuat tekan beton(Mpa)

W = Berat tiang (kN)

Daya dukung ijin tiang bor berdasarkan kekuatan tanah diperoleh dengan dua pengujian. Pengujian yang pertama dengan menggunakan data hasil pengujian Standard Penetration Test (SPT). Standard Penetration Test (SPT) adalah sejenis percobaan dinamis dengan memasukkan suatu alat yang dinamakan split spoon kedalam tanah. Dengan percobaan ini akan diperoleh kepadatan relatif (relative density), sudut geser tanah (Φ) berdasarkan nilai jumlah pukulan (N).Perkiraan kapasitas daya dukung pondasi bore pile pada tanah pasir dan silt didasarkan pada data uji lapangan SPT.

Nilai daya dukung ijin tiang bor dengan menggunakan SPT dapat diperoleh dengan rumus :

$$P = \frac{A \times Q_{ult}}{S_f} \dots\dots\dots (12)$$

dengan :

P = Daya dukung ijin tiang bor

A = Luas penampang tiang bor (m²)

Q_{ult} = Kapasitas daya dukung *bored pile* (Ton/ m²)

S_f = Faktor aman

Kapasitas daya dukung ijin tiang bor juga dapat diperoleh dengan uji somdir atau *cone penetration test* (CPT). CPT atau sondir ini dapat mengklasifikasi lapisan tanah dan dapat memperkirakan kekuatan dan karakteristik dari tanah. Didalam perencanaan pondasi tiang, data tanah sangat diperlukan dalam merencanakan kapasitas daya dukung (*bearing capacity*) dari *bored pile* sebelum pembangunan dimulai, guna menentukan kapasitas daya dukung ultimit dari pondasi tiang. Untuk menghitung daya dukung *bored pile* berdasarkan data hasil pengujian sondir dapat dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$P = \frac{A \times Q_c}{3+k} + \frac{K \times L \times Q_f}{5} \dots\dots\dots (13)$$

dengan :

P = Daya dukung ijin tiang bor

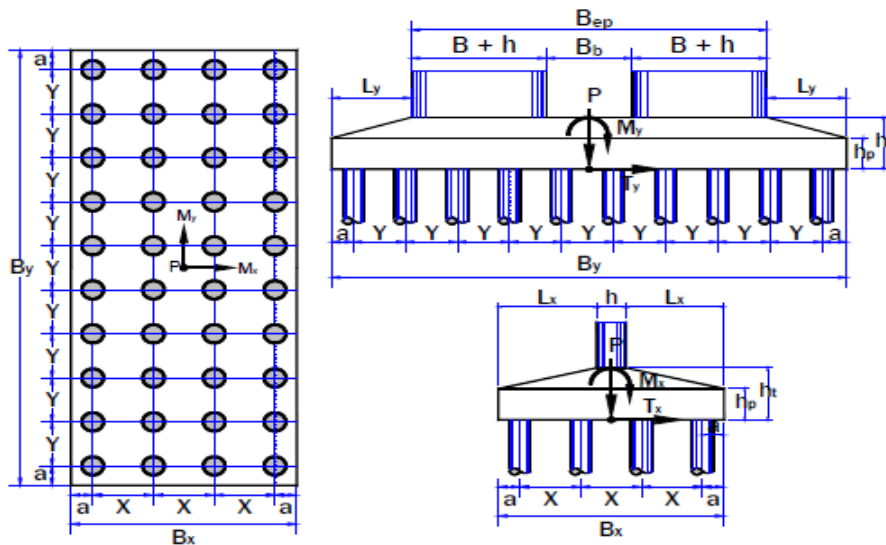
A = Luas penampang tiang bor (m²)

Q_c = Nilai konus rata-rata (kN/m²)

- Qf = Nilai hambatan lekat rata-rata (kN/m²)
- K = Keliling penampang tiang bor (m)
- L = Panjang tiang bor (m)

Daya dukung aksial bor untuk tiang yang dipakai lebih dari satu, maka perlu diperhitungkan efisiensi kelompok tiang bor tersebut. Nilai tersebut diperoleh dari perhitungan efisiensi daya dukung aksial dari perhitungan sebelumnya.

2.4.2 Gaya yang Diterima Tiang Bor



Gambar 2.4 Gaya pada Tiang Bor

Beban maksimum yang bekerja dapat dihitung dengan rumus :

$$P_u = \frac{P}{n} \pm \frac{M_y \cdot x}{\sum x^2} \dots\dots\dots (14)$$

Namun jika pada pondasi momen bekerja dua arah, arah x dan arah y, maka distribusi tegangan harus dijumlahkan dengan rumus :

$$P_u = \frac{P}{n} \pm \frac{M_y \cdot x}{\Sigma x^2} \pm \frac{M_x \cdot y}{\Sigma y^2} \dots\dots\dots (15)$$

dengan :

P_u = tegangan yang bekerja pada satu tiang (kN)

P = jumlah gaya – gaya vertikal (kN)

n = jumlah tiang dalam kelompok

M_x = momen yang bekerja arah x pada pondasi (kNm)

M_y = momen yang bekerja arah y pada pondasi (kNm)

x = jarak x dari pusat berat kelompok tiang ke tiang yang ditinjau (m)

y = jarak y dari pusat berat kelompok tiang ke tiang yang ditinjau (m)

Σx^2 = jumlah kuadrat dari jarak x tiap – tiap tiang ke pusat kelompok tiang (m²)

Σy^2 = jumlah kuadrat dari jarak y tiap – tiap tiang ke pusat kelompok tiang (m²)

Tegangan maksimum yang bekerja tidak boleh melebihi kapasitas yang diijinkan oleh kelompok tiang. Kapasitas ijin kelompok tiang dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$E_f = 1 - \Theta \frac{(n' - 1)m + (m - 1)n'}{90 \cdot m \cdot n'} \dots\dots\dots (16)$$

$$P_{ijin} = E_f \cdot n \cdot Q_a \dots\dots\dots (17)$$

dengan :

Ef	=	efisiensi kelompok tiang
Θ	=	arc tan $\frac{D_{tiang}}{s}$, dalam derajat
S	=	jarak pusat ke pusat tiang (m)
n'	=	jumlah tiang dalam satu baris
m	=	jumlah baris tiang
n	=	jumlah tiang dalam satu kelompok
Pijin	=	kapasitas ijin maksimum kelompok tiang (kN)
Qa	=	beban maksimum tiang tunggal yang menyebabkan keruntuhan (kN)

Jumlah tiang dikatakan aman apabila nilai $P_{max} < P_{ijin}$

(Hary Christady Hardiyatmo, Teknik Pondasi I, 2002)

III. METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian Analisis dan perencanaan pondasi tiang *bored pile* pada jembatan jalur ganda kereta api berada di BH. 102 KM. 53+778 Bekri Kabupaten Lampung Tengah dan melintasi sungai Way Tipo. Pada lokasi penelitian terdapat jembatan eksisting dengan jarak 5 meter dari lokasi jembatan rencana.



Gambar 3.1 Lokasi Penelitian

3.2 Tahapan Pengumpulan Data

Tugas akhir ini dilakukan dengan menggunakan data-data dari suatu proyek pembangunan jembatan kereta api. Metode pengumpulan data dilakukan dengan beberapa metode, antara lain :

1. Data sekunder

Data sekunder yang digunakan antara lain data pengujian tanah, data penampang sungai dan gambar struktur atas jembatan. Data-data tersebut merupakan data hasil pengujian dari pihak terkait.

2. Analisis

Dengan diperolehnya data, selanjutnya dilakukan analisis. Data diolah kemudian dilakukan perencanaan dengan berpedoman pada literatur dan aturan-aturan mengenai analisa pembebanan dan pondasi jembatan.

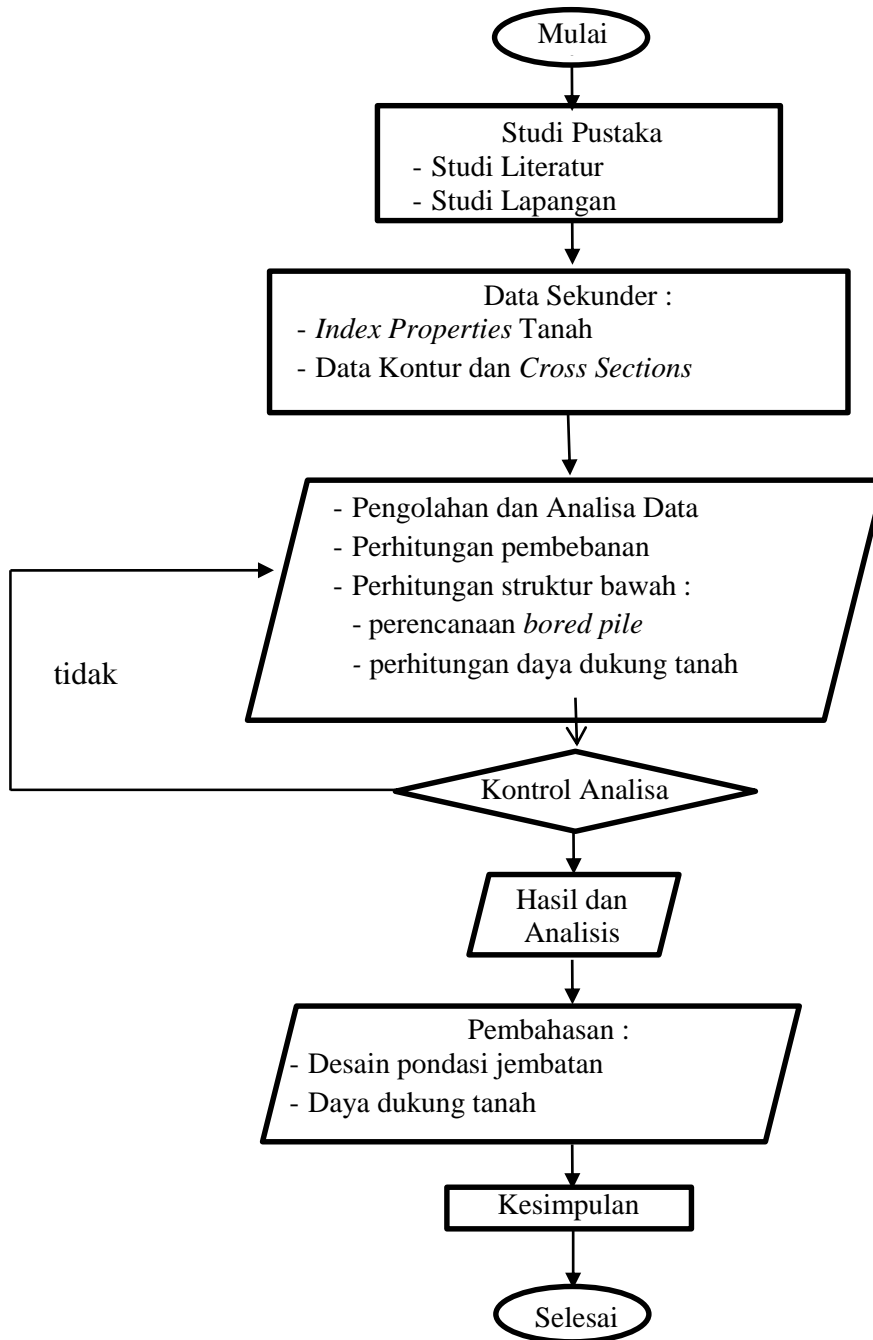
3.3 Tahapan Pengolahan Data

Pada tahap ini dilakukan beberapa analisis dari data yang telah diperoleh, diantaranya :

1. Analisis *abutmen* dan *backwall*
2. Analisis pondasi *bored pile*
3. Analisis pembesian *abutmen* dan *bored pile*
4. Analisis daya dukung tanah

3.4 Diagram Alir Penelitian

Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Diagram Alir Penelitian.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan analisis perencanaan pondasi pada jembatan kereta api jalur ganda BH. 102 Bekri KM. 53+778 yang berada di Provinsi Lampung Tengah diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil analisis daya dukung aksial ijin pondasi bored pile untuk satu tiang dengan diameter 1 meter adalah 3273,2938 kN. Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa nilai daya dukung ijin tiang sebesar 3273,1938 kN lebih besar dari daya dukung maksimum yang membebani tiang sebesar 3220,13 kN sehingga dapat disimpulkan bahwa struktur bawah jembatan mampu menahan beban dari struktur atasnya.
2. Formasi pondasi bored pile untuk satu abutmen adalah 3 x 3 sehingga jumlah tiang bored pile sebanyak 9 buah dengan panjang 8 meter.

B. Saran

1. Keakuratan dalam perhitungan sangat ditentukan oleh penyelidikan tanah di lapangan sehingga harus diperhatikan dengan baik.
2. Selain faktor keamanan, hal lain seperti efisiensi penggunaan jumlah *bored pile* juga perlu diperhatikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Craig, R.F. 1989. *Mekanika Tanah*. Erlangga. Jakarta.
- Das, Braja M. 1995. *Mekanika Tanah (Prinsip-Prinsip Rekayasa Geoteknis)*. Erlangga. Surabaya.
- Hardiyatmo, H.C (a). 2002. *Mekanika Tanah I*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C (b). 2003. *Mekanika Tanah II*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Wesley, Laurence D. 2012. *Mekanika Tanah untuk Tanah Endapan dan Residu*. Andi. Yogyakarta.
- Peraturan Menteri No. 60 Tahun 2012 tentang Persyaratan Teknis Jalur Kereta Api.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 1992, *Peraturan Perencanaan Teknik Jembatan BMS 1992*, Badan Standardisasi Nasional.
- Direktorat Jenderal Bina Marga, 2005, *Standar Pembebanan untuk Jembatan, RSNIT-02-2005*, Badan Standardisasi Nasional.
- Hardiyatmo, H.C., 2002, *Teknik Fondasi I*. Beta Offset. Yogyakarta. Hardiyatmo, H.C., 2003, *Teknik Pondasi 2*, Beta Offset, Yogyakarta.
- Hardiyatmo, H.C., 2006, *Penanganan Tanah Longsor dan Erosi*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Supriyadi, Bambang dkk., 2000, *Jembatan*, Beta Offset, Jakarta.