

**ANALISA MODIFIKASI KONSTRUKSI STRUKTUR BAWAH
PADA PROYEK PERLUASAN LAPANGAN PENUMPUKKAN PETI
KEMAS**

(Studi Kasus Lapangan Peti Kemas Pelabuhan Benz Basu Palembang)



PROGRAM TUGAS AKHIR

Oleh :

Jessica Hilda Said

03091001093

Dosen Pembimbing :

Ir. Indra Chusaini Sa, MS

Ir. H. Rizwana

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2013

624.07

722

**ANALISA MODIFIKASI KONSTRUKSI STRUKTUR BAWAH
PADA PROYEK PERLUASAN LAPANGAN PENUMPUKKAN PETI**

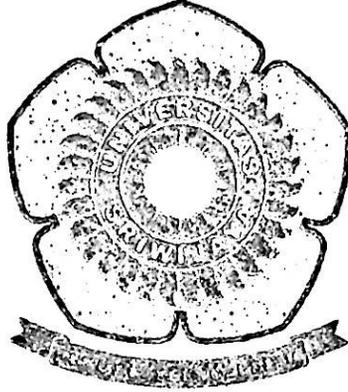
KEMAS

(Studi Kasus Lapangan Peti Kemas Pelabuhan Bom Baru Palembang)

2017

C-6032128

R. 2264 / 23/06



LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh :

Jessica Hilda Said

03091001093

Dosen Pembimbing :

Ir. Indra Chusaini San, MS

Ir. H. Rozirwan

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

2013

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGESAHAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : JESSICA HILDA SAID
NIM : 03091001093
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
**JUDUL : ANALISA MODIFIKASI KONSTRUKSI STRUKTUR BAWAH
PADA PROYEK PERLUASAN LAPANGAN PENUMPUKKAN
PETI KEMAS (Studi Kasus:Lapangan Peti Kemas Pelabuhan
Boom Baru Palembang)**

Inderalaya, September 2013

Ketua Jurusan,



Ir. Hj. Ika Juliantina, M.S.

NIP.196007011987102001

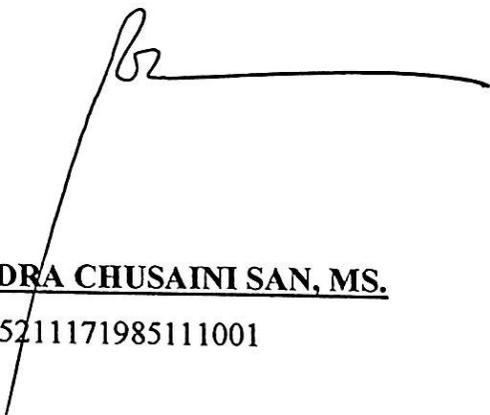
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : JESSICA HILDA SAID
NIM : 03091001093
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
**JUDUL : ANALISA MODIFIKASI KONSTRUKSI STRUKTUR BAWAH
PADA PROYEK PERLUASAN LAPANGAN PENUMPUKKAN
PETI KEMAS (Studi Kasus:Lapangan Peti Kemas Pelabuhan
Boom Baru Palembang)**

Inderalaya, September 2013

Dosen Pembimbing



IR. INDRA CHUSAINI SAN, MS.

NIP. 195211171985111001

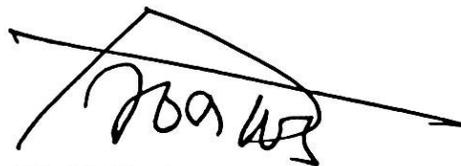
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PERSETUJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : JESSICA HILDA SAID
NIM : 03091001093
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
**JUDUL : ANALISA MODIFIKASI KONSTRUKSI STRUKTUR BAWAH
PADA PROYEK PERLUASAN LAPANGAN PENUMPUKAN
PETI KEMAS (Studi Kasus:Lapangan Peti Kemas Pelabuhan
Boom Baru Palembang)**

Inderalaya, September 2013

Dosen Pembimbing



IR. H. Rozirwan

NIP. 195312121985031000

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK SIPIL

TANDA PENGAJUAN LAPORAN TUGAS AKHIR

NAMA : JESSICA HILDA SAID
NIM : 03091001093
JURUSAN : TEKNIK SIPIL
**JUDUL : ANALISA MODIFIKASI KONSTRUKSI STRUKTUR BAWAH
PADA PROYEK PERLUASAN LAPANGAN PENUMPUKKAN
PETI KEMAS (Studi Kasus:Lapangan Peti Kemas Pelabuhan
Boom Baru Palembang)**

Inderalaya, September 2013
Pemohon

JESSICA HILDA SAID
NIM. 03091001093

ABSTRAK

Seiring dengan meningkatnya arus barang, maka diperlukan perencanaan perluasan lapangan penumpukan peti kemas di Pelabuhan Boom Baru. Pada perencanaan ini harus dilakukan secara teliti dan dengan benar terutama pada konstruksi struktur bawahnya agar dapat menahan struktur atas dan menyalurkan bebannya ke lapisan tanah pendukung.

Dengan memperhatikan hasil analisa terhadap data tanah dan pembebanan yang mempengaruhi lalu dilakukan perhitungan penulangan dan daya dukung tiang pancangnya. Dengan adanya modifikasi bentuk, dimensi dan jarak antar tiang pancangnya serta dimensi tebal pelat lantainya ini maka dikategorikan menjadi 9 tipe pelat. Dari hasil perhitungan penulangan maka didapatkan hasil yang paling tepat guna dan ekonomis yaitu tipe pelat no. 1 dengan dimensi 80 x 80 cm, tebal pelat 20 cm didapat tulangan D13-300 arah X dan D13-300 arah Y. Kemudian dari hasil perhitungan daya dukung tiang pancangnya, didapat kedalaman tiang pancang yang memenuhi daya dukung izinnya sehingga didapat bentuk tiang pancang yang paling ekonomis berdasarkan volume betonnya yaitu bentuk segitiga pada pelat tipe 1 dengan ukuran sisi 32 cm yaitu $1,7 \text{ m}^3$.

Kata Kunci : kapasitas daya dukung tanah, modifikasi tiang pancang, modifikasi pelat lantai, peti kemas

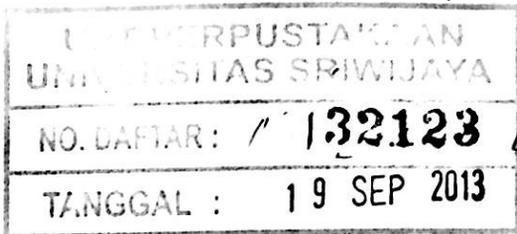
KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirobbil'alamin. Puji dan syukur setinggi-tingginya penulis ucapkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan akrunia-Nya yang tak henti-hentinya, sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul **“ANALISA MODIFIKASI KONSTRUKSI STRUKTUR BAWAH PADA PROYEK PERLUASAN LAPANGAN PENUMPUKKAN PETI KEMAS”** ini dengan baik, dalam rangka memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa dalam penulisan skripsi ini tidak terlepas dari dukungan, motivasi, kerjasama, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-sebesarnya kepada:

1. Ibu Ir. Hj. Ika Juliantina, MS. Selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Ratna Dewi, ST, MT. Selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Indra Chusaini San, MS. Selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, masukan, dan motivasi bagi penulis dalam penyusunan skripsi.
4. Bapak Ir. H. Rozirwan. Selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, masukan, dan motivasi bagi penulis dalam penyusunan skripsi.
5. Seluruh Dosen Jurusan Teknik Sipil Unsri atas semua ilmu yang diberikan, semoga berkah dan bermanfaat.
6. Segenap karyawan Fakultas Teknik dan Jurusan Teknik Sipil Unsri yang telah memberikan bantuan dan arahan dalam urusan administrasi, serta semua pihak yang telah membantu selama penulis menyelesaikan studi.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam skripsi ini masih banyak sekali kekurangan dan kesalahan. Untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun untuk kebaikan di masa mendatang. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya. Terimakasih.



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vii
ABSTRAK.....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR GRAFIK.....	xv
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1.Latar Belakang.....	1
1.2.Rumusan Masalah.....	2
1.3.Tujuan Penulisan.....	2
1.4.Ruang Lingkup Penulisan.....	2
1.5.Sistematika penulisan.....	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Definisi Tanah.....	4
2.2 Pondasi.....	4
2.2.1. Gambaran Umum Pondasi.....	4
2.2.2. Jenis- Jenis Pondasi.....	5

2.2.3. Pondasi Tiang Pancang.....	6
2.2.4. Jenis- Jenis Pondasi Tiang.....	8
2.2.5. Kapasitas Daya Dukung Tiang Tunggal.....	15
2.2.6. Kapasitas Daya Dukung Kelompok Tiang.....	18
2.3. Pelat Lantai.....	20
2.3.1. Metode dan Analisis Perencanaan Pelat.....	20
2.3.2. Perencanaan Pelat Satu Arah (One Way Slab).....	21
2.3.3. Perencanaan Pelat Dua Arah (Two Way Slab).....	22
2.3.4. Perhitungan Pelat Lantai Bertulangan Tunggal.....	22
2.3.5. Perhitungan Pelat Lantai Bertulangan Rangkap.....	24
2.4. Element pada Program SAP 2000.....	25
2.4.1. Element Shell.....	25
2.4.2. Parameter Model Element Shell.....	26
2.4.3. Pemberian Beban Element Membran.....	27
2.4.4. Gaya dan Tekanan Internal Membran.....	29
2.4.5. Fasilitas Pemodelan Element 2D.....	30

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Studi Literatur.....	33
3.2. Pengumpulan Data.....	33
3.3. Permodelan Struktur.....	34
3.4. Analisa Perhitungan.....	35
3.4.1. Pembebanan Statis (Beban Mati).....	35

3.4.2. Perencanaan Pemodelan Pelat Lantai.....	35
3.4.3. Permodelan SAP 2000.....	36
3.4.4. Menentukan jenis Material pada SAP 2000.....	41
3.4.5. Input Data Pembebanan ke dalam SAP 2000.....	44
3.4.6. Input Kombinasi Pembebanan ke dalam SAP 2000.....	45
3.4.7. Analyze Data dengan Cara Running Program SAP 2000...	46
3.5. Pembahasan.....	46
3.6. Kesimpulan.....	46

BAB IV. ANALISA PERHITUNGAN

4.1. Data Perencanaan.....	50
4.1.1. Mutu Bahan	50
4.1.2. Data Dimensi Struktur	50
4.1.3. Pembebanan.....	51
4.2. Analisa Perhitungan.....	54
4.2.1. Perhitungan Daya Dukung Izin Tiang Pancang.....	54
4.2.2. Menentukan Kedalaman Tiang Pancang Berdasarkan Daya Dukung Izin Tiang Pancang.....	64
4.2.3. Momen pada Pelat.....	65
4.2.4. Penulangan Pelat.....	66
4.2.5. Cek lendutan.....	77
4.2.6. Contoh Perhitungan Volume Pelat tipe 1 berdasarkan data B.01.....	78
4.2.6.1. Perhitungan Volume Beton.....	78

4.2.6.2. Perhitungan Volume Tulangan.....	80
4.3. Pembahasan.....	87
BAB V. PENUTUP	
5.1. Kesimpulan.....	89
5.2. Saran.....	89
DAFTAR PUSTAKA.....	xix
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1. Tipe-Tipe Pelat yang akan Dianalisa.....	36
Tabel 4.1. Dimensi Pemodelan Pelat Lantai dan Tiang Pancang.....	50
Tabel 4.2. Gaya Geser Maksimum pada Keliling Permukaan Tiang Segi Empat.....	58
Tabel 4.3. Gaya Geser Maksimum pada Keliling Permukaan Tiang Segitiga.....	60
Tabel 4.4. Gaya Geser Maksimum pada Keliling Permukaan Tiang Lingkaran.....	62
Tabel 4.5. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Daya Dukung Izin Tiang Pancang.....	63
Tabel 4.6. Rekapitulasi Hasil Kedalaman Tiang Pancang berdasarkan Data B.01 pada Lokasi Lahan-Ex Tania Selatan.....	64
Tabel 4.7. Rekapitulasi Hasil Kedalaman Tiang Pancang berdasarkan Data B.04 pada Lokasi Lahan-Ex Rumah Dinas Pegawai.....	65
Tabel 4.8. Rekapitulasi Momen dari SAP 2000.....	65
Tabel 4.9. Rekapitulasi Hasil Perhitungan As pada Tulangan Bawah.....	75
Tabel 4.10. Rekapitulasi Hasil Perhitungan As pada Tulangan Atas.....	76
Tabel 4.11. Hasil Penulangan pada Pelat.....	77
Tabel 4.12. Rekapitulasi Cek Lendutan pada SAP 2000	

	terhadap Lendutan Izin.....	78
Tabel 4.13.	Rekapitulasi Perhitungan Volume Tiap Tiang Pancang berdasarkan Data B.01.....	81
Tabel 4.14.	Rekapitulasi Perhitungan Volume Tiap Tiang Pancang berdasarkan Data B.04.....	82
Tabel 4.15.	Rekapitulasi Perhitungan Volume Tiap Tipe Pelat berdasarkan Data B.01 dan B.04.....	83
Tabel 4.16.	Rekapitulasi Perhitungan Volume Beton berdasarkan data B.01.....	84
Tabel 4.17.	Rekapitulasi Perhitungan Volume Beton berdasarkan data B.04.....	85
Tabel. 4.18.	Rekapitulasi Perhitungan Volume Tulangan/m ²	86

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar II.1. Tiang Pancang Beton Precast Concrete Pile.....	10
Gambar II.2. Tiang Pancang Beton Precast Prestressed Concrete Pile.....	11
Gambar II.3. Tiang Pancang dari Cara Mendukung Bebannya.....	14
Gambar II.4. Cara Mencari Panjang Ekuivalen.....	16
Gambar II.5. Diagram Perhitungan dari Intensitas Daya Dukung Ultimate Tanah Pondasi pada Ujung Tiang.....	17
Gambar II.6. Pola-Pola Kelompok Tiang.....	18
Gambar II.7. a). Element Shell Quadrilateral b). Element Shell Triangular.....	26
Gambar II.8. Option Surface Pressure Load.....	27
Gambar II.9. Option Shell Gravity Load.....	27
Gambar II.10. Option Shell Uniform Load.....	28
Gambar II.11. Orientasi Gaya dan Tegangan Membran Arah Positif.....	29
Gambar II.12. Tampilan Menu Alalysis Option.....	30
Gambar II.13. a). Draw Quadrilateral Shell Element-Toolbar dan b). Quick Draw Rectangular Shell Element-Toolbar.....	31
Gambar II.14. Option Stress Averaging.....	32
Gambar III.1. Tampak 2D Permodelan Pelat lantai.....	34
Gambar III.2. Tampak 3D Pemodelan Pelat Lantai.....	35
Gambar III.3. Permulaan Pembuatan Model Baru.....	37

Gambar III.4. Tampilan Grid Only pada Layar SAP 2000.....	37
Gambar III.5. Koordinat Pembantu untu mendesign Model Pelat.....	38
Gambar III.6. Model Grid Setelah Dimasukkan Data Koordinat.....	38
Gambar III.7. Joint Restraints.....	39
Gambar III.8. Divide Selected Areas.....	40
Gambar III.9. Area Element Setelah Dilakukan Pembagian.....	40
Gambar III.10. Define Materials.....	41
Gambar III.11. Material Property Data.....	42
Gambar III.12. Area Sections untuk Membuat Dimensi Penampang.....	42
Gambar III.13. Shell Section Data.....	43
Gambar III.14. Menentukan Jenis Pembebanan.....	44
Gambar III.15. Area Uniform Loads.....	44
Gambar III.16. Beban Kontainer pada Elemen Area Pelat.....	45
Gambar III.17. Data Input Kombinasi Pembebanan.....	45
Gambar III.18. Input Analisis dalam Bentuk 2D.....	46
Gambar III.18. Bagan Alir Penelitian.....	47
Gambar III.18. Bagan Analisa pada Program SAP 2000.....	48
Gambar IV.1. Permodelan Pelat pada Program SAP 2000.....	49
Gambar IV.2. Penumpukkan Peti Kemas.....	53
Gambar IV.3. Beban Kontainer yang Bekerja pada Pelat.....	53
Gambar IV.4. Kalibrasi Harga N pada Bentuk penampang Pondasi Segi Empat.....	57

Gambar IV.5. Kalibrasi Harga N pada Bentuk penampang	
Pondasi Segitiga.....	59
Gambar IV.6. Kalibrasi Harga N pada Bentuk penampang	
Pondasi Lingkaran.....	61
Gambar IV.7. Potongan Melintang Penulangan Bawah Arah X.....	67
Gambar IV.8. Potongan Melintang Penulangan Bawah Arah Y.....	68
Gambar IV.9. Potongan Melintang Penulangan Atas Arah X.....	71
Gambar IV.10.Potongan Melintang Penulangan Atas Arah Y.....	72
Gambar IV.11.Potongan Melintang	
Penulangan Bawah dan Atas Arah X	74
Gambar IV.12.Potongan Melintang	
Penulangan Bawah dan Atas Arah Y.....	74

DAFTAR GRAFIK

Halaman

Grafik IV.1. Diagram perhitungan dari Intensitas Daya Dukung Ultimate Tanah Pondasi pada Ujung Tiang.....	56
--	----

BAB I

PENDAHULUAN



1.1. Latar Belakang

Kota Palembang merupakan salah satu kota di Indonesia yang sedang terus berkembang. Beragam pembangunan tengah dilakukan baik secara struktural maupun non struktural. Pembangunan ini dilakukan guna untuk menunjang kegiatan masyarakat Kota Palembang. Salah satu kegiatan yang marak dilakukan di Kota Palembang yaitu transportasi air baik orang maupun barang.

Salah satu pelabuhan utama di Kota Palembang yaitu Pelabuhan Boom Baru. Pelabuhan Boom Baru merupakan pusat bongkar muat kapal kargo, tongkang, dan kontainer di kota Palembang. Pelabuhan Boom Baru juga melayani kapal penumpang jurusan kota Bangka dan Batam. Salah satu fasilitas andalan Pelabuhan Boom Baru adalah terminal peti kemas dengan lapangan penumpukannya yang merupakan pusat penanganan peti kemas. Lapangan penumpukan ini mempunyai peranan yang sangat penting bagi proses bongkar muat barang.

Seiring dengan selalu meningkatnya arus barang maka sangat diperlukan perencanaan perluasan penumpukan peti kemas agar mampu menampung arus kontainer dan kebutuhan optimal peralatan bongkar muat peti kemas. Dimana kondisi lapangan penumpukan peti kemas Boom Baru saat ini yang tidak terlalu luas akan diperluas lagi demi memenuhi arus barang kontainer yang terus meningkat.

Dalam perencanaan perluasan lapangan penumpukan peti kemas ini, menggunakan tiang pancang sebagai pondasinya. Pada penggunaan tiang pancang diperlukan perhitungan daya dukung tanah dan kemudian akan diketahui jumlah tiang pancang serta susunannya yang akan digunakan. Tiang pancang tersebut akan berperilaku sebagai tiang pancang kelompok karena menggunakan pelat lantai di atasnya dengan tebal tertentu.

Pada perencanaan struktur bawah ini harus dilakukan secara teliti dan benar, karena struktur bawah berfungsi menahan struktur atas dan menyalurkan beban yang ditopangnya ditambah beratnya sendiri ke tanah dan batuan yang terletak di bawahnya yang mendukung keseluruhan konstruksi lapangan penumpukan peti kemas tersebut. Pertimbangan lain yang harus diperhatikan adalah kondisi lapisan tanah lunak dan kedalaman lapisan tanah keras. Oleh karena itu, harus dipilih jenis pondasi yang mampu menyalurkan beban bangunan ke lapisan tanah pendukung.

Pemilihan jenis pondasi untuk ini dilakukan dengan membandingkan semua alternatif pondasi yang ada. Dengan memperhatikan hasil analisa terhadap data tanah dan pembebanan yang mempengaruhi, selanjutnya dipilih salah satu jenis pondasi yang paling sesuai. Untuk itu dalam tugas akhir ini akan dibahas mengenai modifikasi struktur bangunan bawah serta dimensi pelat lantai pada proyek perluasan lapangan penumpukkan peti kemas di Pelabuhan Boom Baru.

1.2. Rumusan Masalah

Pada perencanaan struktur bangunan bawah lapangan penumpukkan peti kemas Pelabuhan Boom Baru dilakukan modifikasi desain yaitu dengan adanya variasi bentuk penampang tiang pancang beserta tebal pelat lantainya. Lalu akan dilihat bentuk penampang tiang pancang mana yang paling ekonomis digunakan dalam proyek tersebut. Oleh karena itu, maka dapat dirumuskan suatu masalah mengenai “Bagaimana perencanaan struktur bawah pada proyek perluasan lapangan penumpukkan peti kemas yang telah dimodifikasi bentuk, ukuran, dan susunan tiang pancangnya serta tebal pelat lantainya.

1.3. Tujuan Penelitian

Maksud dan tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Membandingkan alternatif perencanaan pondasi pada proyek perluasan lapangan penumpukkan peti kemas dengan struktur bawah yang telah dimodifikasi desain penampang pelat lantai dan tiang pancangnya.
2. Mengetahui daya dukung tanah terhadap pondasi tiang pancang
3. Mendapatkan perencanaan bentuk penampang struktur bawah yang ekonomis

1.4. Ruang Lingkup Penulisan

Ruang lingkup penulisan dalam tugas akhir ini adalah membahas tinjauan perhitungan modifikasi struktur bawah pada proyek perluasan lapangan penumpukkan peti kemas dengan melakukan permodelan melalui bantuan program SAP 2000. Modifikasi yang dilakukan yaitu dengan adanya variasi bentuk penampang, ukuran, dan susunan tiang pancangnya serta tebal pelat lantainya.

Kemudian dilakukan pengolahan data yang didapat yaitu data sondir dan N-SPT untuk mendapatkan kapasitas daya dukung pondasi tersebut.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan tugas akhir ini dibagi menjadi 5 bab, yaitu sebagai berikut :

BAB I. PENDAHULUAN

Pada bab ini, dibahas mengenai latar belakang disertai rumusan masalah, maksud dan tujuan, ruang lingkup penulisan, dan sistematika penulisan.

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini, dibahas mengenai pengertian tanah dan pondasi, jenis-jenis pondasi, kapasitas dan daya dukung pondasi, perencanaan pondasi serta perhitungan pelat lantai.

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini, dijelaskan tahapan-tahapan penyusunan laporan untuk melaksanakan perencanaan yang terdiri dari studi literatur, pengumpulan data, pengolahan dan metode analisis data.

BAB IV. ANALISA DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisikan analisa dan pembahasan serta hasil dari perhitungan mengenai struktur pilar dan pondasi dengan program Sap 2000.

BAB V. PENUTUP

Pada bab ini, berisikan kesimpulan dan saran dari hasil analisa dan pembahasan mengenai modifikasi struktur bawah lapangan penumpukkan peti kemas.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, Joseph E., *Analisa dan Design Pondasi Jilid 2*. Penerbit Erlangga, Jakarta, 1986.
- Hardiyatmo, Hary Christady., *Mekanika Tanah 1*. Penerbit Universitas Gajah mada, Yogyakarta, 2010
- Hardiyatmo, Hary Christady., *Mekanika Tanah 1*. Penerbit Universitas Gajah mada, Yogyakarta, 2010
- Hardiyatmo, Hary Christady., *Teknik Pondasi 1*. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1996
- Hardiyatmo, Hary Christady., *Teknik Pondasi 1*. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1996.
- Hardiyatmo, Hary Christady., *Teknik Pondasi 2*. Penerbit Beta Offset, Yogyakarta, 2002.
- HS, Sardjono., *Pondasi Tiang Pancang Jilid 1*. Penerbit Sinar Wijaya, Surabaya, 1991.
- HS, Sardjono., *Pondasi Tiang Pancang Jilid 2*. Penerbit Sinar Wijaya, Surabaya, 1991.
- Sunggono, K. H., *Buku Teknik Sipil*. Penerbit NOVA, Bandung, 1984.
- Sunggono, K. H., *Mekanika Tanah*. Penerbit NOVA, Bandung, 1984.
- McCormac, Jack., *Desain Beton Bertulang*, Penerbit Airlangga, Bandung, 2003.