

**STUDI PERBANDINGAN PERENCANAAN PONDASI TIANG PANCANG  
DAN PONDASI TIANG BOR PADA BANGUNAN CHIMNEY DESA**

**CLANGAP KABUPATEN BOJONEGORO**

**SKRIPSI**

Skrripsi ini diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

**Sarjana pada Program Studi Sipil Fakultas Teknik**

**Universitas Brawijaya**



**oleh:**

**Gayuh Aji P**

**NIM. 115060109111001**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN**

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

**FAKULTAS TEKNIK**

**MALANG**

**2013**

**STUDI PERBANDINGAN PERENCANAAN PONDASI TIANG PANCANG  
DAN PONDASI TIANG BOR PADA BANGUNAN CHIMNEY DESA**

**CLANGAP KABUPATEN BOJONEGORO**

**SKRIPSI**

Skrripsi ini diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar

**Sarjana pada Program Studi Sipil Fakultas Teknik**

**Universitas Brawijaya**



oleh:

**Gayuh Aji P**

**NIM. 115060109111001**

**DOSEN PEMBIMBING**

Ir. Widodo Suyadi, M. Eng.

NIP. 19490101 197408 1 001

Dr. Eng. Yulvi Zaika, M.T.

NIP. 19680707 199403 2 002

SKRIPSI

STUDI PERBANDINGAN PERENCANAAN PONDASI TIANG PANCANG  
DAN PONDASI TIANG BOR PADA BANGUNAN CHIMNEY DESA  
CLANGAP KABUPATEN BOJONEGORO

oleh:

Gayuh Aji P

NIM. 115060109111001

Skripsi ini telah diuji dan dinyatakan lulus pada tanggal 16 September 2013

DOSEN PENGUJI

Ir. As'ad Munawir, M.T.

NIP. 19591111 198601 1 003

Ir. Widodo Suyadi, M. Eng.

NIP. 19490101 197408 1 001

Dr. Eng. Yulvi Zaika, M.T.

NIP. 19680707 199403 2 002

Mengetahui Ka.Prodi Teknik Sipil

Dr. Eng Indradi W, ST, M. Eng

NIP. 19810220 200604 1 002

**PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI**

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu 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 disebutkan dalam daftar pustaka.

Malang, September 2013

Mahasiswa,

Nama : Gayuh Aji P

NIM : 115060109111001

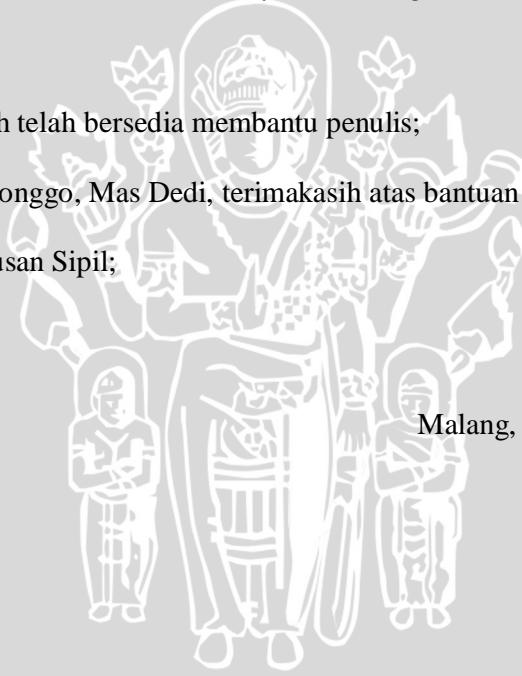
Jurusan : TEKNIK SIPIL

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada segenap pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini. Penulis berterima kasih untuk segala upaya yang telah diberikan kepada penulis. Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Alloh SWT, selaku Tuan Rumah yang sejati dalam kalbu penulis.  
Terimakasih, telah bersedia memperkenalkan Diri kepada penulis. Terimakasih telah mengirimkan *daddy long legs* dalam hidup penulis. Terimakasih telah mentakdirkan penulis lahir di keluarga yang hebat.
2. Ir Sugeng P. Budio, M.S, selaku Ketua Jurusan Sipil.
3. Ir. Siti Nurlina, M.T, selaku Sekertaris Jurusan Sipil;
4. Dr. Eng. Indradi Widjatmiko, selaku Kaprodi Sipil dan dosen wali.  
Terimakasih Pak atas masukan dan kesabaran bapak kepada penulis;
5. Ir. Widodo Suyadi, M. Eng., selaku dosen pembimbing I. Terimakasih pak, atas bimbingan dan kesabaran bapak selama penulis mengerjakan skripsi;
6. Dr. Yulvi Zaika, M.T. selaku dosen pembimbing II. Terimakasih bu, atas bimbingan dan masukan- masukan selama ini;
7. Ir. As'ad Munawir, selaku dosen penguji. Terimakasih Pak, berkat bapak penulis menjadi mengerti bahwa ada banyak hal yang harus saya perbaiki;
8. Segenap Dosen Jurusan Sipil atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis;
9. Pengurus perpustakaan Jurusan Sipil atas kesediaan untuk direpotkan penulis;

10. Ibu, atas setiap semua pengorbanan yang telah diberikan untuk penulis. Hanya Allah yang bisa Membalas kebaikan Ibu. Rasanya surga pun tak mampu menjadi balasan atas kebaikanmu;
11. Bapak, terimakasih telah menjadi ayah saya. Semoga kita dapat berkumpul kembali;
12. Kakak saya, terimakasih selalu membantu saya dalam peng-edit-an. Serta selalu memberikan “semangat”;
13. Raiza, terimakasih selalu membantu saya dalam segala hal selama penulisan skripsi ini ;
14. Auryn, terimakasih telah bersedia membantu penulis;
15. Mas Figur, Mas Honggo, Mas Dedi, terimakasih atas bantuan yang diberikan.
16. Teman-teman Jurusan Sipil;



Malang, September 2013

Penulis

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirobbilalamin.* Segala puji hanya untuk Allah Rabb semesta alam. Dengan segala kehendak-Nya, akhirnya penulis bisa menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini berisi mengenai perancangan pondasi tiang pancang dan tiang bor pada bangunan *chimney*. Selain itu skripsi ini juga memuat rancangan anggaran biaya dalam perancangan pondasi tersebut.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini masih banyak mengandung kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak. Semoga karya ini dapat bermanfaat dalam kebaikan.

Malang, September 2013

Penulis

**DAFTAR ISI**

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
UCAPAN TERIMAKASIH.....	v
KATA PENGANTAR .....	vii
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
ABSTRAKSI.....	xviii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	3
1.3 Rumusan Masalah.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Tujuan .....	5
1.6 Manfaat.....	6

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembebaan <i>Chimney</i> .....	7
2.1.1 Beban Mati.....	7
2.1.2 Beban Gempa.....	8
2.1.3 Beban Angin.....	13
2.2 Penyelidikan Tanah di Tempat.....	18
2.2.1 Uji Penetrasi Standar ( SPT).....	18
2.2.2 Uji Penetrasi Konus (CPT).....	22
2.3 Perencanaan Pelat Penutup Tiang ( <i>Pile Cap</i> ).....	24
2.4 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang.....	28
2.4.1 Point Bearing.....	30
2.4.2 Friction Pile.....	30
2.4.3 Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang.....	31
2.5 Perencanaan Pondasi Tiang Bor.....	42
2.5.1 Daya Dukung Pondasi Tiang Bor.....	43
2.5.2 Daya Dukung Menggunakan Data N-SPT .....	45
2.6 Daya Dukung Lateral.....	46
2.7 Penurunan Pondasi Tiang Pancang dan Tiang Bor.....	48
2.8 Penulangan Pondasi Tiang Pancang dan Tiang Bor.....	56
2.9 Perencanaan Biaya Pondasi.....	62
2.9.1 Rencana Anggaran Biaya Pondasi Tiang Pancang.....	62
2.9.2 Rencana Anggaran Biaya Pondasi Tiang Bor.....	63

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	64
3.1 Data Umum Proyek.....	65
3.2 Metode Penentuan Data.....	67
3.3 Analisa Pembebanan <i>Chimney</i> .....	66
3.4 Mencoba Dimensi Pondasi.....	67
3.4.1 Mencoba Dimensi Pondasi Tiang Pancang.....	67
3.4.2 Mencoba Dimensi Pondasi Tiang Bor.....	68
3.5 Perhitungan Daya Dukung Pondasi Tiang .....	68
3.6 Menentukan P maks 1 Tiang Pada Pondasi.....	69
3.7 Perhitungan Penurunan Pondasi Tiang Pancang dan Tiang Bor.....	70
3.8 Penulangan Pondasi Tiang Pancang dan Tiang Bor.....	70
3.9 Perencanaan Biaya Pondasi Tiang Pancang dan Tiang Bor.....	71
3.10 Bagan Alir Perencanaan Pondasi Tiang Pancang dan Pondasi Tiang Bor.....	72
 BAB IV PEMBAHASAN	 73
4.1 Pembebanan.....	73
4.1.1 Beban Mati.....	73
4.1.2 Beban Angin.....	74
4.1.3 Beban Gempa.....	77
4.1.4 Kombinasi Beban.....	79
4.2 Daya Dukung .....	80
4.2.1 Daya Dukung Tanah Menggunakan Data N-SPT.....	80
4.2.2 Daya Dukung Menggunakan Data Laboratorium.....	87

4.2.3 Daya Dukung Lateral.....	101
4.3 Penyusunan Tiang.....	105
4.3.1 Menentukan Jarak Tiang.....	105
4.3.2 Menghitung Efisiensi Tiang.....	107
4.3.3 Menentukan P maks 1 Tiang.....	108
4.4 Penurunan Pondasi.....	114
4.4.1 Penurunan Segera.....	114
4.4.2 Penurunan konsolidasi.....	120
4.5 Penulangan pondasi .....	126
4.5.1 Penulangan Pile Cap.....	126
4.5.2 Penulangan Pondasi Tiang.....	133
4.6 Rancangan Anggaran Biaya Pondasi Tiang Bor.....	141
4.7 Rancangan Anggaran Biaya Pondasi Tiang Pancang.....	142
4.8 Rangkuman Hasil Perhitungan.....	143
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	147
5.2 Saran.....	147
DAFTAR PUSTAKA .....	149
LAMPIRAN I	
LAMPIRAN II	

**DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Faktor Keutamaan Gedung .....	9
Tabel 2.1 Faktor Daktilitas Maksimum, Faktor Reduksi Gempa Maksimum dan Faktor Tahanan Lebih Total Beberapa Jenis Sistem dan Subsistem Struktur Bangunan Gedung.....	10
Tabel 2.3 Klasifikasi Tanah Berdasarkan N-SPT .....	12
Tabel 2.4 Koefisien Embusan Angin.....	15
Tabel 2.5 Nilai Cq Chimney.....	16
Tabel 2.6 Tekanan Stagnansi Pada Ketinggian 10 m.....	17
Tabel 2.7 Nilai Iw Untuk chimney.....	17
Tabel 2.8 Perkiraan Angka Poisson.....	21
Tabel 2.9 Perkiraan Nilai Modulus Elastisitas .....	22
Tabel 2.10 Angka Reduksi Pengganti SF Pada Tiang Pancang Tunggal.....	33
Tabel 2.11 Pendekatan Nilai cu dan cd.....	35
Tabel 2.12 Faktor Efisiensi Untuk Kelompok Tiang dalam Tanah Lempung.....	41
Tabel 2.13 Angka Reduksi Pada Tiang Bor.....	44
Tabel 2.14 Nilai Pendekatan nh.....	47
Tabel 2.15 Jenis Tiang Brdasarkan Modulus Tanah.....	47
Tabel 2.16 Nilai poisson Ratio Berdasarkan Jenis Tanah.....	51
Tabel 2.17 Pendekatan Nilai mv.....	55

Tabel 4.1 Perhitungan Berat Pipa Cerobong.....	74
Tabel 4.2 Perhitungan Nilai qs.....	75
Tabel 4.3 Perhitungan $P_{tekan}$ dan $P_{hisap}$ .....	76
Tabel 4.4 Rata- Rata Nilai N –SPT.....	77
Tabel 4.5 Perhitungan Nilai T dan c.....	78
Tabel 4.6 Perhitungan Daya Dukung Gesek Tiang Bor Dengan Metode Alfa.....	83
Tabel 4.7 Perhitungan Daya Dukung Gesek Tiang Pancang Menggunakan Metode Alfa.....	85
Tabel 4.8 Rincian Tegangan Menggunakan Metode Lambda.....	92
Tabel 4.9 Perhitungan Daya Dukung Gesek Tiang.....	95
Tabel 4.10 Rangkuman Daya Dukung Pondasi Tiang Bor.....	100
Tabel 4.11 Rangkuman Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang.....	101
Tabel 4.12 Pendekatan nilai K berdasarkan cu .....	102
Tabel 4.13 Modulus Kekakuan Tanah Pada Tanah Kohesif .....	103
Tabel 4.14 Efisiensi Berdasarkan Jarak Tiang.....	107
Tabel 4.15 Transfer Beban Pada Pondasi Bor.....	108
Tabel 4.16 Transfer Beban Pada Pondasi Tiang Pancang.....	111
Tabel 4.17 Pengelompokan Tanah Berdasarkan N-SPT.....	115
Tabel 4.18 Penurunan Segera Tiang Bor.....	117
Tabel 4.19 Penurunan Segera Tiang Bor.....	118
Tabel 4.20 Penurunan Segera Tiang Pancang .....	119
Tabel 4.21a Penurunan Segera Tiang Pancang.....	120
Tabel 4.21b Penurunan Konsolidasi Menggunakan Metode Terzaghi .....	121

Tabel 4.22 Pendekatan Nilai mv.....	122
Tabel 4.23 Penurunan Konsolidasi Tiang Bor Menggunakan Metode Komp Volume.....	123
Tabel 4.24a Penurunan Konsolidasi Tiang Pancang Menggunakan Metode Terzaghi.....	124
Tabel 4.24b Penurunan Konsolidasi Tiang Pancang Menggunakan Metode Kompresibilitas Volume.....	124
Tabel 4.25 Rangkuman Perhitungan Penurunan Pondasi.....	125
Tabel 4.26 Batas Penurunan Ijin.....	125
Tabel 4.27 Rangkuman Hasil Perhitungan Daya Dukung Terpilih.....	143
Tabel 4.28 Rangkuman Hasil Perhitungan Penurunan.....	144
Tabel 4.29 Rangkuman Hasi Perhitungan Penulangan Pondasi .....	145

**DAFTAR GAMBAR**

Gambar 2.1 Contoh Fire Brick Pada Chimney.....	8
Gambar 2.2 Wilayah Gempa Indonesia.....	11
Gambar 2.3 Grafik Respon Spectrum Wilayah 3.....	11
Gambar 2.4 Pemodelan Beban Angin Pada Chimney.....	16
Gambar 2.5 Alat Pengambilan Contoh Tabung Belah.....	19
Gambar 2.6 Skema Urutan Uji SPT.....	20
Gambar 2.7 Rincian Konus Ganda.....	23
Gambar 2.8 Contoh Penyusunan Pondasi Tiang .....	25
Gambar 2.9 Ilustrasi Reaksi Tiang Dari Pile Cap.....	25
Gambar 2.10 Daya Dukung Ujung Tanah.....	30
Gambar 2.11 Daya Dukung Gesek Tanah.....	31
Gambar 2.12 Daya dukung Ujung dan Daya Dukung Gesek Tanah.....	32
Gambar 2.13 Grafik Penentu Nilai $\alpha$ Menggunakan Cu.....	34
Gambar 2.14 Grafik Penentu $\lambda$ Menggunakan L.....	36
Gambar 2.15 Grafik Penentu $\beta$ Menggunakan $\phi$ .....	37
Gambar 2.16 Tekanan Pada Tanah Akibat Pondasi Tiang Tunggal Dan Pondasi Tiang Kelompok...	38
Gambar 2.17 Distribusi Beban Pada Kelompok Tiang.....	40
Gambar 2.18 Titik Penurunan.....	50
Gambar 2.19a Nilai Poisson Ratio.....	51
Gambar 2.19b Penurunan Pondasi Pada Tiang.....	52
Gambar 2.20 Permukaan Pile Cap.....	52

Gambar 2.21 Transfer Beban Pada Lingkaran.....	53
Gambar 3.1 Lokasi Proyek.....	65
Gambar 3.2 Titik Bor dan Sondir.....	65
Gambar 3.3 Permukaan Pile Cap.....	67
Gambar 3.4 Daya Dukung Pondasi Tiang Pancang.....	69
Gambar 4.1 Grafik respon Spektrum Wilayah 3.....	78
Gambar 4.2 Grafik Respon Spektrum Gempa .....	79
Gambar 4.3 Susunan Pondasi Tiang Bor.....	105
Gambar 4.4 Susunan Pondasi Tiang Pancang.....	106
Gambar 4.5 Nilai $\mu_0$ Menurut Janbu.....	114
Gambar 4.6 Nilai $\mu_1$ Menurut Janbu.....	115
Gambar 4.5 Persebaran Beban.....	115
Gambar 4.6 Titik Penurunan.....	117

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Tanah

Pengelompokan Jenis Tanah Berdasarkan N-SPT

Pengujian Konsolidasi

Site Plan Titik Pengeboran Tanah

Lampiran 2 Pondasi

Gambar Chimney

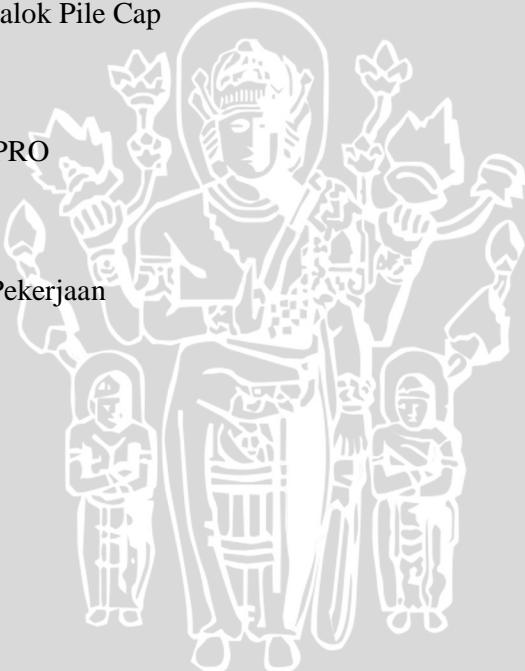
Perhitungan Sistem Balok Pile Cap

Gambar Penulangan

Perhitungan STAAD PRO

Analisa Harga Satuan

Perhitungan Volume Pekerjaan



## ABSTRAKSI

GAYUH AJI P, Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, September 2013, Studi Perbandingan Perencanaan Pondasi Tiang Bor dan Tiang Pancang Pada Bangunan Chimney Desa Clangap Kabupaten Bojonegoro, Dosen Pembimbing : Ir. Widodo Suyadi, M.Eng dan Dr. Eng Yulvi Zaika, M.T

*Chimney* adalah cerobong yang berfungsi membuang asap sisa pembakaran dari *boiler*. Chimney merupakan salah satu strukturnya silinder yang tinggi dan memiliki permasalahan yang berbeda dengan struktur tower lainnya karena bangunan chimney terpengaruh oleh panas dan korosi akibat asap panas dari boiler.

Tahun ini, Pertamina merencanakan pembangunan chimney di Desa Clangap, Kabupaten Bojonegoro. Diasumsikan chimney di Desa Clangap dibangun di titik 5. Jenis tanah pada titik tersebut adalah lempung ekspansif. Oleh karena itu, pembangunan pondasi pada bangunan tersebut harus diperhatikan. Dengan perhitungan hal tersebut dipilihlah jenis pondasi tiang, yaitu jenis peondasi yang memperhatikan daya dukung gesek dan daya dukung ujung. Secara umum, pondasi tiang dibedakan menjadi dua yaitu pondasi tiang pancang dan pondasi tiang bor. Perbedaan kedua pondasi tersebut terletak pada cara pelaksanaannya. Pelaksanaan tersebut mengakibatkan adanya perbedaan biaya, baik dari biaya produksi maupun dalam hal pelaksanaan.

Tujuan dari studi ini adalah mendapatkan pondasi yang paling efisien diantara pondasi tiang bor dan tiang pancang. Dengan cara membandingkan biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan kedua pondasi tersebut.

Dari hasil perhitungan didapatkan daya dukung pondasi rakit sebesar 76713,86 kg dengan jumlah tiang yang dibutuhkan 53 tiang. Sedangkan daya dukung tiang pancang adalah 68593,67 kg dengan jumlah tiang yang dibutuhkan adalah 65 tiang. Penurunan yang terjadi sebesar 15,6 cm dengan menggunakan metode Terzaghi dan 11,45 cm dengan menggunakan metode kompresibilitas volume. Sedangkan pada tiang pancang, penurunan yang terjadi sebesar 14,75 cm dengan menggunakan metode Terzaghi dan 11,2 dengan menggunakan metode kompresibilitas volume.

Biaya yang dibutuhkan dalam pembangunan pondasi tiang bor adalah Rp 7,115,948,254. Sedangkan pada tiang pancang biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 8,526,357,747. Selisih harga antara kedua pondasi tersebut adalah Rp 1,410,409,493. Hasil tersebut menunjukkan dari segi biaya tiang bor lebih efisien dibanding tiang pancang.

