

PENELITIAN / RISET 2

**PENGGUNAAN METODE PEMBEBANAN *STATIC LOAD*
REACTION SYSTEM AND INSTRUMENT FIBER OPTIC PADA
TIANG BOR DI TANAH SURABAYA TIMUR**



DISUSUN OLEH :

KUSAERI

NIM : 03119015

PRO PATRIA

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS NAROTAMA SURABAYA

2022

TUGAS AKHIR

PENGGUNAAN METODE PEMBEBANAN *STATIC LOAD REACTION* *SYSTEM AND INSTRUMENT FIBER OPTIC* PADA TIANG BOR DI TANAH SURABAYA TIMUR

DISUSUN OLEH :

KUSAERI

NIM : 03119015

Diajukan guna memenuhi persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T)
pada Program Studi Teknik Sipil

Fakultas Teknik
Universitas Narotama Surabaya

Surabaya, 03 Februari 2023

Mengetahui

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2


Dr. Ir. HELMY DARJANTO M.T.
NIDN:0001096014


HENDRO SUTOWIJOYO, S.T., M.T.
NIDN 0703128205

TUGAS AKHIR

**PENGUNAAN METODE PEMBEBANAN *STATIC LOAD REACTION*
SYSTEM AND INSTRUMENT FIBER OPTIC PADA TIANG BOR DI TANAH
SURABAYA TIMUR**

DISUSUN OLEH:

KUSAERI

NIM : 03119015

Tugas akhir ini telah memenuhi dan disetujui untuk diujikan.

PRO PATRIA

Surabaya, 03 Februari 2023

Menyetujui,

Dosen Pembimbing 1

Dosen Pembimbing 2


Dr. Ir. Helmy Darjanto, M.T.
NIDN:0001096014


Hendro Sutowijoyo, S.T., M.T.
NIDN 0703128205

**TUGAS AKHIR INI
TELAH DIUJIKAN DAN DIPERTAHANKAN DIHADAPAN TIM PENGUJI
PADA HARI JUM'AT, TANGGAL 3 FEBRUARI 2023**

Judul Tugas Akhir : PENGGUNAAN METODE PEMBEBANAN *STATIC LOAD REACTION SYSTEM AND INSTRUMENT FIBER OPTIC* PADA TIANG BOR DI TANAH SURABAYA TIMUR

Disusun Oleh : KUSAERI

NIM : 03119015

Program Studi : TEKNIK SIPIL

Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS NAROTAMA SURABAYA

Tim penguji terdiri :

1. Ketua Penguji

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil,

Ronny Durrotun Nasihien, ST., M.T.

NIDN. 0720127002

Ronny Durrotun Nasihien, ST., M.T.

NIDN. 0720127002

2. Sekretaris

Fakultas Teknik
Dekan,

Dr. Ir. Adi Prawito M.M., M.T

NIDN: 0706056601

Dr. Ir. Adi Prawito M.M., M.T

NIDN: 0706056601

3. Anggota

Hendro Sutowijovo, S.T., M.T.

NIDN 0703128205

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini, Saya :

Nama : KUSAERI

NIM : 03119015

JUDUL TUGAS AKHIR : PENGGUNAAN METODE PEMBEBANAN *STATIC LOAD REACTION SYSTEM AND INSTRUMENT FIBER OPTIC* PADA TIANG BOR DI TANAH SURABAYA TIMUR

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan disuatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat Karya/Pendapat yang pernah ditulis oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam Daftar Acuan/Daftar Pustaka. Apabila ditemukan suatu Jiplakan/Plagiat maka saya bersedia menerima akibat berupa sanksi akademis dan sanksi lain yang diberikan oleh yang berwenang sesuai ketentuan peraturan dan perundang-undangan yang berlaku.

Surabaya,

Yang membuat pernyataan



Nama: KUSAERI

NIM: 03119015

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah saya panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga saya dapat menyelesaikan tugas akhir ini tepat pada waktunya dengan judul “PENGUNAAN METODE PEMBEBANAN *STATIC LOAD REACTION SYSTEM AND INSTRUMENT FIBER OPTIC* PADA TIANG BOR DI TANAH SURABAYA TIMUR “

Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (S.T) pada Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Narotama Surabaya.

Selama mengikuti pendidikan S-I Teknik Sipil sampai dengan proses penyusunan Tugas Akhir ini, Banyak berbagai pihak telah memberikan dukungan kepada penulis. Pada kesempatan ini saya mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kedua orang tua, saudara, istri dan anak-anak saya tercinta, dalam memberikan semangat dan support terbesar bagi saya, yang telah banyak memberikan dukungan secara moril maupun materiil serta do'anya.
2. Bapak Dr. Ir. Adi Prawito, MM., M.T. selaku Dekan fakultas Teknik Sipil Universitas Narotama Surabaya.
3. Bapak Ronny Durrotun Nasihien, ST., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Narotama Surabaya.
4. Bapak Hendro Sutowijoyo, ST., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah banyak meluangkan waktu dan tenaga untuk membimbing penulis selama penyusunan tugas akhir ini.
5. Bapak / Ibu Dosen khususnya Fakultas Teknik Sipil di Universitas Narotama Surabaya yang telah membekali penulis dengan beberapa disiplin ilmu yang berguna.
6. Bapak Sugiarto S.T. selaku perwakilan dari owner PT. PAKUWON JATI Tbk. yang telah membantu dan mengizinkan melakukan penelitian di Proyek East Coast Center Phase 3 Pakuwon City Surabaya Timur.

7. Teman –teman seperjuangan Mahasiswa Teknik Sipil Universitas Narotama Surabaya Angkatan 2019, yang telah banyak mengasih masukkan, saling mengingatkan dengan penulis selama masa Pendidikan.

Penulis menyadari, Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya. Karena itu kritik dan saran yang membangun akan diterima dengan senang hati, mudah – mudahan keberadaan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan menambah wawasan kita, khususnya tentang PENGGUNAAN METODE PEMBEBANAN *STATIC LOAD REACTION SYSTEM AND INSTRUMENT FIBER OPTIC* PADA TIANG BOR DI TANAH SURABAYA TIMUR .

Surabaya, 03 Februari 2023

Penulis



**PENGGUNAAN METODE PEMBEBANAN *STATIC LOAD*
REACTION SYSTEM AND INSTRUMENT FIBER OPTIC PADA
TIANG BOR DI TANAH SURABAYA TIMUR**

Kusaeri, Helmy Darjanto, Hendro Sutowijoyo.

ABSTRAK

Struktur fondasi merupakan element bangunan yang sangat penting karena memiliki fungsi utama sebagai penopang beban struktur atas. Fondasi adalah struktur bagian bawah dalam bangunan yang mempunyai fungsi sebagai penghantar beban di atasnya.

Dalam perencanaan pembangunan Gedung di Surabaya timur menggunakan fondasi tiang borpile. Untuk meverifikasi pencapaian hasil daya dukung yang maksimal dengan gunakan metode analitis dan pengujian pembebanan *static load reaction system* dan *instrument fiber optic*.

Berdasarkan Daya dukung ijin tiang bor D800mm ditentukan sebesar 290 ton. Dengan tambahan beban 40 ton negative skin friction maka untuk pengujian tiang 100% beban uji adalah 350 ton dan daya dukung Q ult 842 Ton. Daya dukung ijin tiang berdasarkan pada data bor desain, Dalam pengujian menggunakan metode Pembebanan *Static Load Reaction System And Intrument Fiber Optic* Pada Tiang Bor Di Tanah Surabaya Timur didapatkan daya dukung Qult 825 ton dengan penurunan 25,8 mm, dan friction 176 kpa.

Kaca kunci: Fondasi, *Static load reaction system*, *Instrument fiber optic*.

THE APPLICATION OF STATIC LOAD REACTION SYSTEM AND INSTRUMENT FIBER OPTIC LOADING METHOD ON DRILL PILE IN EAST SURABAYA LAND

Kusaeri, Helmy Darjanto and Hendro Sutowijoyo

ABSTRACT

The foundation structure is a very crucial element of the building because it has the main function of supporting the load of the upper structure. The foundation is the lower structure in the building that has a function as a conductor of the load on it.

In the planning of building construction in East Surabaya using a bor pile foundation. To verify the achievement of maximum bearing capacity results by using analytical methods and static load reaction system loading tests and fiber optic instruments.

Based on the permitted bearing capacity of D800mm bored pile is determined to be 290 tons. With an additional load of 40 tons of negative skin friction, for 100% pile testing the test load is 350 tons and the Q_{ult} bearing capacity is 842 tons. The permitted bearing capacity of the pile is based on the design drill data, In the testing using the Static Load Reaction System And Instrument Fiber Optic Loading method on Drill Piles In East Surabaya Land, the Q_{ult} bearing capacity of 825 tons was obtained with a decrease of 25.8 mm, and 176 kpa friction.

Keywords : Foundation, *Static load reaction system, Instrument fiber optic.*

DAFTAR ISI

Halaman Judul	
Lembar Persetujuan Pembimbing	i
Lembar Pengesahan	ii
Halaman Pernyataan Keaslian Karya Ilmiah	iii
Berita Acara Bimbingan.....	iv
Halaman Kata Pengantar.....	iv
Abstrak.....	vi
Abstract.....	vii
Daftar Isi.....	vii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar.....	xi
BAB I	
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematika Penelitian Tugas Akhir.....	4
BAB II TINJAUAN PENELITIAN.....	6
2.1 Tinjauan Penelitian Terdahulu	13
2.2 Teori Dasar Yang Digunakan.....	13
2.2.1 Penyelidikan Tanah.....	13
2.2.2 Cone Penetrometer Test.....	15
2.2.3 Kapasitas Daya Dukung Bore Pile Dengan Data Sondir	17

2.2.4	<i>Standard Penetration Test (SPT)</i>	20
2.2.5	Intepretasi Hasil Engineering Properties.....	22
2.2.6	Daya Dukung Tanah Dasar.....	26
2.2.7	Katagori tanah untuk beban seismik.....	27
2.3	Fondasi Tiang.....	28
2.3.1	Metode Analisa.....	28
2.3.1.1	Daya Dukung Tekan.....	29
2.3.1.2	Tiang Pracetak.....	29
2.3.1.3	Tiang Bor.....	31
2.3.1.4	Daya Dukung Lateral.....	35
2.4	Fondasi Tiang Bor (<i>Bored Pile</i>).....	38
2.4.1	<i>Casing Method</i>	40
2.5	Pengujian pembebanan static Metode Tiang Reaksi	43
2.5.1	Teknologi <i>Distributed Fiber Optik Sensing</i>	46
2.5.2	Deformasi Tiang.....	47
2.5.3	Analisis.....	48
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		51
3.1	Diagram Alur Penelitian	51
3.2	Penjelasan Alur Penelitian	52
3.3	Alat yang di gunakan dalam pengujian <i>sample</i> tanah di Laboratorium	55
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		57
4.1	Hasil Penelitian Penyelidikan Lapangan.....	57
4.1.1	Pengujian Sondir.....	60
4.1.2	Perhitungan Daya Dukung Dengan Menggunakan Data Sondir.....	60

4.1.3	Pengeboran dan Pengujian Penetrasi Standard.....	63
4.1.4	Muka Air Tanah (M.A.T).....	69
4.1.5	Irisan Tanah.....	70
4.2	Pengujian Laboratorium.....	72
4.2.1	Indeks Properties.....	79
4.2.2	Engineering Properties.....	81
4.2.3	Parameter Kuat Tanah.....	85
4.2.4	Intepretasi Hasil Engineering Properties.....	85
4.3	Pengujian Fondasi.....	85
4.3.1	Pembebanan Tekan.....	86
4.3.2	Pembebanan Lateral.....	86
4.3.3	Keutuhan Badan.....	86
4.4	Analisa Tiang Borpile Dengan Metode Instrumentasi Fiber Optik	87
4.4.1	Tujuan	87
4.4.2	Lingkup Pekerjaan.....	87
4.4.3	Data Tiang Uji	87
4.4.4	Analisis	88
4.4.5	Modulus Tiang	89
4.4.6	Transfer Beban.....	89
4.4.7	Unit Tahanan Selimut dan Tahanan Ujung Yang Termobilisasi.....	91
BAB V		
PENUTUP.....		97
5.1	Kesimpulan	97
5.2	Saran.....	98
DAFTAR PUSTAKA.....		99
LAMPIRAN.....		101

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Harga-harga Empiris, Pasir dan Lumpur Kasar Berdasarkan Sondir.....	15
Tabel 2.2 Hubungan D dan N Tanah Pasir (Soemarno, 1993).....	16
Tabel 2.3 Spesifikasi kategori tanah berdasarkan SNI-2002, UBC-97, IBC-2009, ASCE 7 10.....	22
Tabel 2.4 Hasil perhitungan nilai rata-rata N-SPT.....	23
Tabel 2.5 Perkiraan nilai dari (ϵ_{50}).....	31
Tabel 2.6 Estimasi nilai modulus reaksi tanah (K_{py}) untuk tanah pasir.....	32
Tabel 2.7 Estimasi nilai modulus reaksi tanah (K_{py}) untuk tanah lempung.....	32
Tabel 4.1 Hasil Pembacaan Dan Perhitungan Sondir.....	52
Tabel 4.2 hubungan antara N-Spt dengan tingkat kepadatan/ konsistensi tanah....	60
Tabel 4.3 Rincian pengujian tanah di laboratorium.....	65
Tabel 4.4 Hasil pengujian di laboratorium.....	71
Tabel 4.5 Perhitungan daya dukung menggunakan data bor.....	77
Tabel 4.6 Perkiraan daya dukung tiang.....	78
Tabel 4.7 Hasil perhitungan metode Reese & Wright (1977) pada gambar A dan pembacaan fiber optic pada gambar B.....	89

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Konus Sondir dalam keadaan Tertekan dan Terbentang.....	11
Gambar 2.2	Pemodelan modulus secant pada grafik tegangan – regangan.....	18
Gambar 2.3	Tipekal kurva hasil dari uji konsolidasi.....	19
Gambar 2.4	Idealisasi untuk uji kompresi isotropis pada lempung.....	20
Gambar 2.5	Profil interpretasi parameter mekanis terhadap kedalaman (m).....	21
Gambar 2.6	Tahanan ujung ultimit pada tanah non kohesif.....	25
Gambar 2.7	Faktor adhesi vs kuat geser tanah tak terdrainase.....	27
Gambar 2.8	Korelasi kuat geser tanah dan NSPT (Terzaghi and dkk,1967 and Sowers, 1979).....	28
Gambar 2.9	Tahanan selimut ultimite dengan NSPT (Wright, 1977).....	29
Gambar 2.10	Penjelasan p-y (Reese, 1983).....	30
Gambar 2.11	<i>Bored Pile</i> dengan <i>Dry Method</i> (Asiyanto, 2009).....	34
Gambar 2.12	<i>Bored Pile</i> dengan <i>Casing Method</i> (Asiyanto, 2009).....	35
Gambar 2.13	<i>Bored pile</i> dengan <i>Slurry Method</i> (Asiyanto, 2009).....	36
Gambar 2.14	Durasi penahanan beban dan penurunan fondasi.....	38
Gambar 2.15	Sistem Pengujian dengan metode tiang reaksi.....	39
Gambar 2.16	Posisi Instrumentasi pada titik TP-02.....	39
Gambar 2.17	Posisi instrumen fiber optik pada titik TP-02.....	40
Gambar 2.18	Prinsip kerja sistem BOTDA.....	41
Gambar 2.19	Grafik penurunan kepala tiang terhadap beban.....	41
Gambar 2.20	Proses pengujian loading test <i>Method Reaction System</i> dan <i>Instrument Fiber Optic</i>	43
Gambar 3. 1.	Lokasi penyelidikan tanah (<i>Google earth</i> , 2016).....	45
Gambar 4.1	Sistem Klarifikasi tanah.....	50
Gambar 4.2	Hasil pembacaan sondir (Testana Engineering, 2016).....	51
Gambar 4.3	Mesin YBM IWA-1 dan pompa lumpur SC-45.....	56
Gambar 4.4	Kotak pemboran Kedalamam 00.00 – 10.00 Meter.....	57
Gambar 4.5	Kotak pemboran Kedalaman 10.00 – 20.00 Meter.....	57

Gambar 4.6 Kotak pemboran Kedalaman 20.00 – 30.00 Meter.....	58
Gambar 4.7 Kotak pemboran Kedalaman 30.00 – 40.00 Meter.....	58
Gambar 4.8 Kotak pemboran Kedalaman 40.00 – 50.00 Meter.....	58
Gambar 4.9 Kotak pemboran Kedalaman 50.00 – 60.00 Meter.....	59
Gambar 4.10 Kotak pemboran Kedalaman 60.00 – 70.00 Meter.....	59
Gambar 4.11 Kotak pemboran Kedalaman 70.00 – 80.00 Meter.....	59
Gambar 4.12 Prosedur kerja dari uji penetrasi standart (<i>Meyne.dkk.</i> 2002).....	60
Gambar 4.13 Lokasi proyek dalam peta geologi Surabaya (<i>Sapulu,1992</i>).....	62
Gambar 4.14 Koefisien permeabilitas untuk tanah dan batuan (<i>Milligan,1975</i>)...	62
Gambar 4.15 Profile indeks properties terhadap kedalaman (m).....	72
Gambar 4.16 Contoh tanah UDS diplotkan kedalam diagram Plastisitas A.	73
Gambar 4.17 Profile kuat geser tanah terhadap kedalaman (m).....	75
Gambar 4.18 Profil parameter pemampatan tanah terhadap kedalaman (m).....	76
Gambar 4.19 Data Penyelidikan tanah yang terdekat dengan titik TP-02.....	81
Gambar 4.20 Perhitungan kekakuan tiang TP-02.....	82
Gambar 4.21 Grafik Load Transfer pada tiang TP-02.....	83
Gambar 4.22 Perhitungan unit tahanan friksi dan tahanan ujung termobilisasi.....	85
Gambar 4.23 Kumulatif perpendekan tiang.....	87
Gambar 4.24 Displacement (z) untuk setiap elevasi tiang.....	88

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.....	101
Lampiran 2.....	102
Lampiran 3.....	103
Lampiran 4.....	104
Lampiran 5.....	105
Lampiran 6.....	107
Lampiran 7.....	108
Lampiran 8.....	109
Lampiran 9.....	110

