

TUGAS AKHIR
PERENCANAAN ULANG STRUKTUR GEDUNG FAKULTAS ILMU
KOMPUTER UNIVERSITAS BRAWIJAYA DENGAN BAJA KOMPOSIT
MENGGUNAKAN SISTEM PENAHAN GEMPA *BRACING*
(STUDI PERENCANAAN : STRUKTUR BAWAH)



Disusun Oleh:

Dhina Putri Asoka Indasari

201810340311203

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG

2023

LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : PERENCANAAN ULANG STRUKTUR GEDUNG FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS BRAWIJAYA DENGAN BAJA KOMPOSIT MENGGUNAKAN SISTEM PENAHAN GEMPA *BRACING* (STUDI PERENCANAAN: STRUKTUR BAWAH)

NAMA : DHINA PUTRI ASOKA INDASARI

NIM : 201810340311203

Pada hari Jumat, 10 November 2023. Tugas akhir telah diuji oleh tim penguji

1. Dr. Ir. Sulianto, M.T

Dosen Penguji I.....

2. Aulia Indira Kumalasari, S.T, M.T

Dosen Penguji II.....

Disetujui :

Dosen Pembimbing I



Dr. Ir. Sunarto, M.T

Dosen Pembimbing II



Ir. Ernawan Setvono, M.T

Mengetahui:

Ketua Jurusan Teknik Sipil


Dr. Ir. Sulianto, MT

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : **DHINA PUTRI ASOKA INDASARI**
Tempat / Tgl. Lahir : **NEGARA, 22 JUNI 2000**
NIM : **201810340311203**
Fakultas / Jurusan : **TEKNIK / TEKNIK SIPIL**

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir saya dengan judul “PERENCANAAN ULANG STRUKTUR GEDUNG FAKULTAS ILMU KOMPUTER UNIVERSITAS BRAWIJAYA DENGAN BAJA KOMPOSIT MENGGUNAKAN SISTEM PENAHAN GEMPA BRACING (STUDI PERENCANAAN : STRUKTUR BAWAH)” beserta seluruh isinya adalah karya saya sendiri dan bukan merupakan karya tulis orang lain, baik sebagian maupun seluruhnya, kecuali dalam bentuk kutipan yang telah disebutkan sumbernya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila kemudian ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya saya ini, atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini maka saya siap menanggung segala bentuk resiko / sanksi yang berlaku.

Malang, 02 Desember 2023

Yang membuat pernyataan



Dhina Putri Asoka Indasari

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis sampaikan kehadiran Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan judul “Perencanaan Ulang Struktur Gedung Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya Dengan Baja Komposit Menggunakan Sistem Penahan Gempa *Bracing* (Studi Perencanaan: Struktur Bawah)” ini dengan baik.

Tugas akhir ini merupakan salah satu syarat yang harus ditempuh oleh mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Malang sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik. Penulisan tugas akhir ini diharapkan dapat memberikan wacana dan manfaat secara umum bagi orang lain dan khususnya bagi penulis sendiri.

Selama mengerjakan tugas akhir ini, penulis banyak mendapat bantuan, petunjuk, dan arahan sehingga penulis dapat mengerjakan tugas akhir ini dengan baik, oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih sebanyak-banyaknya kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa atas karunia dan kesehatan yang diberikan selama ini sehingga laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Bapak Dr. Ir. Sulianto, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil.
3. Bapak Dr. Ir. Sunarto, MT., selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ir. Ernawan Setyono, MT., selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan dan pengetahuan materi yang bermanfaat dalam penyusunan tugas akhir ini.
4. Kedua orang tua, kakak, serta adik saya yang senantiasa memberikan doa serta *support* bagi saya sehingga mampu menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Teman terdekat saya Rinanda, Echa, Bella, Dhini, dan Windy yang selalu menemani saya selama pengerjaan tugas akhir ini sebagai tempat curhat dan bertukar pikiran.
6. Teman-teman Mona; Leli, Zelda, Ica, Kiky, Acong, Bryan, Fariz, Abim, Kodeng, Teuku, Radit, Ferda, Mas Gin, Mas Met, Mas Iir, dan Kak Igoy yang selalu menemani hari-hari saya tiap harinya terutama di semester terakhir ini.

7. Teman Kelas Sipil E 2018 yang menemani dari awal perkuliahan.
8. Serta semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Terakhir saya ingin berterimakasih kepada diri saya sendiri karena berhasil menyelesaikan tugas akhir ini dengan segala cobaannya, terimakasih juga karena tetap bertahan dan berjalan sejauh ini semoga kedepannya pun akan senantiasa seperti ini.

Terimakasih atas bimbingan, saran dan motivasi yang telah diberikan, semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat dalam perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi bagi pembaca umumnya dan bagi mahasiswa Program Studi Teknik Sipil pada khususnya. Penulis menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini masih banyak kekurangan. Maka dari itu, kritik dan saran yang bersifat membangun senantiasa penulis terima dengan senang hati.

Malang, 02 Desember 2023

Dhina Putri Asoka Indasari

ABSTRAK

Gedung Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya merupakan gedung perkuliahan yang memiliki lokasi di Jl. Veteran Malang, Ketawanggede, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, dan memiliki luas bangunan sekitar 466,56 m². Sesuai dengan fungsinya Gedung Fakultas Ilmu Komputer ini difungsikan sebagai tempat penunjang proses pembelajaran bagi mahasiswa Universitas Brawijaya terkhususnya mahasiswa Fakultas Ilmu Komputer. Gedung yang memiliki bentuk persegi sepanjang 21,6 m serta total 7 lantai dengan ketinggian masing-masing lantainya 4,5 m ini direncanakan ulang dengan struktur baja komposit serta sistem penahan gempa bracing. Untuk menunjang struktur atas bangunan Gedung Fakultas Ilmu Komputer tersebut direncanakan jenis pondasi tiang pancang. Berdasarkan Analisa menggunakan *software* ETABS didapatkan beban axial terbesar terjadi pada kolom 2-B yaitu sebesar 498,46 ton. Dalam perencanaan tiang pancang yang diambil merupakan bor pile berdiameter 0,8 m dan 0,6 m, serta untuk penentuan titik pondasi disesuaikan dengan data pada Drill Log yang memiliki 3 titik yakni BH-1, BH-2, dan BH-3 sehingga dihasilkan kedalaman pondasi 12 m dan 9 m. Pile cap yang direncanakan memiliki 2 tipe, diantaranya pile cap 1 memiliki dimensi 2,70 m x 2,70 m x 0,80 m dan pile cap 2 yang berdimensi 3,60 m x 3,60 m x 0,80 m, sementara untuk tulangan longitudinal pada pile cap arah x dan y dipakai tulangan D22 – 100 mm, tulangan susut yang digunakan sebesar D16 – 150 mm, dan tulangan gesernya dipakai D10 = 100 mm. Penurunan terbesar yang terjadi pada Gedung ini ada pada kolom 2-B yakni sebesar 5,84 cm.

Kata Kunci: Gedung, Pondasi Tiang Pancang, *Pile Cap*, Penurunan, Tulangan

ABSTRACT

The Faculty of Computer Science Building of Universitas Brawijaya is a lecture building that has a location on Jl. Veteran Malang, Ketawanggede, Lowokwaru District, Malang City, and has a building area of 466.56 m². In accordance with its function, the Faculty of Computer Science Building functions as a place to support the learning process for students of Universitas Brawijaya, especially students of the Faculty of Computer Science. The building, which has a square shape along 21.6 m and a total of 7 floors with a height of 4.5 m for each floor, is re-planned with a composite steel structure and a bracing earthquake resisting system. To support the upper structure of the Faculty of Computer Science building, a pile foundation is planned. Based on analysis using ETABS software, the largest axial load occurs in column 2-B, which is 498.46 tons. In the planning of piles taken is a pile drill with a diameter of 0.8 m and 0.6 m, and for the determination of the foundation point adjusted to the data on the Drill Log which has 3 points namely BH-1, BH-2, and BH-3 resulting in a foundation depth of 12 m and 9 m. The planned pile cap has 2 types, including pile cap 1 which has dimensions of 2.70 m x 2.70 m x 0.80 m and pile cap 2 which has dimensions of 3.60 m x 3.60 m x 0.80 m, while for longitudinal reinforcement in the x and y direction pile cap used D22 - 100 mm reinforcement, shrinkage reinforcement used is D16 - 150 mm, and shear reinforcement is used D10 - 100 mm. The largest decrease that occurred in this building was in column 2-B which amounted to 5.84.

Keywords: *Building, Pile Foundation, Pile Cap, Decline, Reinforcement*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
SURAT PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	7
1.3 Maksud dan Tujuan	8
1.4 Batasan Masalah	8
1.5 Manfaat Penulisan	8
BAB II LANDASAN TEORI.....	9
2.1 Pondasi	9
2.2.1 Jenis-jenis Pondasi.....	10
2.2.1.1 Pondasi Dangkal (<i>Shallow Foundation</i>)	10
2.2.1.2 Pondasi Dalam (<i>Deep Foundation</i>).....	10
2.2.1 Pondasi Tiang Pancang.....	10
2.2 Pembebanan.....	12
2.2.1 Beban Mati (<i>Dead Load</i>).....	12
2.2.2 Beban Hidup (<i>Live Load</i>)	12
2.2.3 Beban Gempa (<i>Earthquake Load</i>).....	12
2.2.4 Daya Dukung Ijin Vertikal	13
2.2.5 Daya Dukung Ijin Tekan	17
2.2.6 Daya Dukung Horizontal.....	18
2.2.7 Daya Dukung Ijin Tarik.....	21
2.2.8 Jumlah Tiang yang Diperlukan.....	21

2.2.9	Daya Dukung Kelompok	22
2.2.10	Beban Maximum pada Tiang Kelompok.....	23
2.3	Pengangkatan Tiang Pancang.....	24
2.3.1	Pengangkatan Tiang Dua Titik	24
2.3.1	Pengangkatan Tiang Satu Titik.....	25
2.4	Sambungan Pada Pondasi	26
2.5	Perencanaan <i>Pile Cap</i>	27
2.5.1	Pendimensian <i>Pile Cap</i>	28
2.6	Penulangan <i>Pile Cap</i>	28
2.6.1	Kontrol <i>Pile Cap</i> Terhadap Geser	29
2.6.2	Perencanaan Sambungan Tiang Pancang dengan <i>Pile Cap</i>	31
2.6.3	Panjang Jangkar Penulangan	35
2.7	Penurunan Pondasi Tiang Kelompok (<i>Settlement</i>)	36
2.7.1	Penurunan Segera	36
2.7.2	Penurunan Konsolidasi	39
BAB III	METODE PERENCANAAN	41
3.1	Lokasi Perencanaan.....	41
3.2	Prosedur Perencanaan	44
3.3	Pengumpulan Data	41
3.4	Data Teknis Bangunan dan Informasi Proyek	44
3.5	Gambar Bangunan.....	44
3.6	Data Penyelidikan Tanah	58
3.7	PerencanaanTiang Bor (<i>Bored Pile</i>)	64
3.8	Perhitungan Daya Dukung Ijin Tiang	61
3.9	Perhitungan Perencanaan <i>Pile Cap</i>	61
BAB IV	PEMBAHASAN	63
4.1	Analisa Pembebanan	63
4.1.1	Beban Statis	63
4.1.2	Permodelan Struktur	65

4.1.3 Analisa Statika Pembebanan.....	67
4.2 Perencanaan Pondasi Tiang Pancang	68
4.2.1 Perencanaan Pondasi Pada Titik 3-A.....	68
4.2.2 Perencanaan Tiang Pancang Pada Kolom 3-A	72
4.2.3 Perencanaan Pondasi Pada Titik 4-C.....	79
4.2.4 Perencanaan Tiang Pancang Pada Kolom 4-C	82
4.2.5 Perencanaan Pondasi Pada Titik 2-B.....	89
4.2.6 Perencanaan Tiang Pancang Pada Kolom 2-B	92
4.3 Penurunan Pondasi Tiang (<i>Settlement</i>)	99
4.3.1 Penurunan Segera Tiang Pancang, Si.....	99
4.3.1 Penurunan Konsolidasi Tiang Pancang, Sc	115
4.4 Spesifikasi Tiang Pancang	122
4.5 Perencanaan Plat Penutup Tiang.....	128
4.5.1 Penulangan <i>Pile Cap</i> Pada Titik 3-A	128
4.6 Perencanaan Sambungan <i>Pile Cap</i> dengan Tiang Pancang	135
4.6.1 Perencanaan Tulangan Beton Pengisi.....	135
BAB V PENUTUP.....	142
5.1 Kesimpulan	142
5.2 Saran.....	143
DAFTAR PUSTAKA	144
LAMPIRAN.....	145
Lampiran 1 Data Tanah dan Gambar	145
Lampiran 2 Gambar Perencanaan	156

DAFTAR TABEL

Tabel 2.11 Faktor-faktor Keamanan	14
Tabel 2.12 Intensitas gaya geser dinding tiang (satuan t/m^2).....	17
Tabel 2.3 Pengelompokan nilai Es pada Tanah	37
Tabel 2.3 Lanjutan	38
Tabel 3. 1 Data pada penyelidikan tanah BH-1	59
Tabel 3. 2 Data pada penyelidikan tanah BH-2	59
Tabel 4.1 Berat Per-lantai	63
Tabel 4.2 Perhitungan Berat dead load pada pelat.....	64
Tabel 4.3 Rangkuman Nilai Reaksi yang Dihasilkan dari Analisa Pembebanan Statik ...	67
Tabel 4. 4 Titik Perencanaan Pondasi Tiang Pancang	68
Tabel 4.5 Gaya gesek permukaan tiang titik BH 1	71
Tabel 4.6 Nilai Cu dengan persamaan Stroud di titik BH-1	77
Tabel 4.7 Gaya gesek pada keliling permukaan tiang, lapisan data tanah BH-2.....	81
Tabel 4.8 Nilai Cu dengan persamaan Stroud BH-2.....	87
Tabel 4.9 Gaya gesek pada keliling permukaan tiang titik BH-3	91
Tabel 4.10 Perhitungan Cu menurut pendekatan Stroud BH-3.....	96
Tabel 4.11 Hasil Rekapitulasi Perhitungan Pondasi Tiang Pancang	98
Tabel 4. 12 Nilai Modulus Elastisitas BH-1	102
Tabel 4.14 Nilai Modulus Elastisitas BH-2	106
Tabel 4.15 Rekapitulasi Penurunan Segera Titik 4-C.....	108
Tabel 4.16 Nilai Modulus Elastisitas BH-3	112
Tabel 4.17 Rekapitulasi Penurunan Segera Titik 2-B.....	114
Tabel 4.18 Rekapitulasi Penurunan Segera Pondasi Tiang pancang, Si	114
Tabel 4.19 Data uji tanah BH-1	115
Tabel 4.20 Data hasil uji lab tanah BH-2.....	117
Tabel 4.21 Data hasil uji lab tanah BH-3.....	119
Tabel 4.22 Rekapitulasi Penurunan Konsolidasi Pondasi Tiang pancang, Sc	122
Tabel 4.23 Hasil perhitungan total penurunan tiap pondasi.....	122
Tabel 4.24 Rekap perhitungan Pile Cap.....	134

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Eksisting Tampak samping Gedung.....	2
Gambar 1.2 Site plan Gedung.....	5
Gambar 1.3 Pelaksanaan Pemancangan Tiang.....	7
Gambar 2.1 Panjang maksimum dan beban maksimum untuk berbagai tipe tiang yang umum dipakai dalam praktek.....	11
Gambar 2.5 Mekanisme daya dukung tiang.....	14
Gambar 2.6 Daya dukung ultimate.....	16
Gambar 2.7 Panjang ekuivalen penetrasi.....	16
Gambar 2.8 Penampakan tiang dengan ujung jepit pada tanah kohesif.....	20
Gambar 2.9 Penentuan jarak antar tiang kelompok.....	22
Gambar 2.10 Pengangkatan dua titik pada tiang.....	24
Gambar 2.11 Pengangkatan satu titik pada tiang.....	25
Gambar 2.12 Desain tiang kelompok dalam pile cap.....	27
Gambar 2.10 Penampang geser satu arah.....	30
Gambar 2.11 Penampang geser dua arah.....	31
Gambar 2.12 Daerah sambunga tiang beton dengan pile cap.....	32
Gambar 2.13 Grafik untuk mencari nilai μ_1 , μ_0	37
Gambar 2.14 Distribusi beban tiang anggapan dan transfer beban dari kelompok tiang ke tanah.....	39
Gambar 3. 1 Lokasi Gedung Fakultas Ilmu Komputer Universitas Brawijaya.....	41
Gambar 3. 2 Layout.....	45
Gambar 3. 3 Permodelan Struktur.....	45
Gambar 3. 4 Penampakan Samping Gedung.....	58
Gambar 3. 5 Penampakan Samping Gedung.....	58
Gambar 4.1 Berat Rangka Atap.....	64
Gambar 4.2 Permodelan Struktur.....	66
Gambar 4.3 Permodelan 3D Struktur pada Software Etabs.....	66
Gambar 4.4 Titik Perencanaan Pondasi Tiang Pancang.....	67
Gambar 4.5 Kalibrasi Harga N pada titik BH-1.....	69
Gambar 4.6 Diagram Intensitas Daya Dukung Ultimate Tanah Pondasi.....	70
Gambar 4.7 Kelompok Tiang Kolom 3-A.....	73
Gambar 4.8 Distribusi Momen Pile Cap.....	76
Gambar 4.9 Kalibrasi Harga N di titik BH-2.....	79
Gambar 4.10 Diagram Intensitas Daya Dukung Ultimate Tanah Pondasi.....	80
Gambar 4.11 Kelompok Tiang Kolom 2-B.....	83
Gambar 4.12 Distribusi Momen Pile Cap.....	86
Gambar 4.13 Kalibrasi Harga N di titik BH-3.....	89

Gambar 4.14 Diagram Intensitas Daya Dukung Ultimit Tanah Pondasi	90
Gambar 4.15 Kelompok Tiang Kolom 2-B	92
Gambar 4.16 Distribusi Momen Pile Cap.....	95
Gambar 4.17 Diagram penurunan segera kelompok titik 3-A	100
Gambar 4. 18 Menentukan nilai μ_0	101
Gambar 4. 19 Grafik penentuan μ_1	101
Gambar 4.20 Diagram penurunan segera kelompok titik 4-C	104
Gambar 4. 21 Grafik penentuan μ_0	105
Gambar 4. 22 Grafik penentuan μ_1	105
Gambar 4.23 Diagram penurunan segera kelompok titik 2-B	109
Gambar 4.24 Grafik penentuan μ_0	111
Gambar 4.25 Grafik penentuan μ_1	111
Gambar 4. 26 Diagram penurunan konsolidasi kelompok tiang pancang titik 3-A	116
Gambar 4.27 Diagram penurunan konsolidasi kelompok tiang pancang titik 4-C	117
Gambar 4.28 Diagram penurunan konsolidasi kelompok tiang pancang titik 2-B	120
Gambar 4.29 Beton Prategang (Prestressed Concrete Spun Pile).....	123
Gambar 4.30 spesifikasi Tiang Spun Pile WIKA Beton.....	124
Gambar 4. 31 Pengangkatan Tiang Satu Titik	125
Gambar 4.32 Pengangkatan Tiang Dua Titik.....	126
Gambar 4.33 Penampang Pile Cap	129
Gambar 4.34 Garis gaya geser satu arah pile cap	131
Gambar 4.35 Garis kritis gaya geser dua arah pile cap.....	132
Gambar 4.36 Penampakan dari atas penulangan susut pile cap titik 2-B	133
Gambar 4.37 Detail penulangan pile cap titik 2-B.....	134
Gambar 4.38 Layout Pondasi.....	135
Gambar 4.39 Penampang lingkaran dan penampang ekuivalen persegi.....	137
Gambar 4.40 Diagram tegangan-regangan penampang persegi ekuivalen	138

DAFTAR PUSTAKA

- Braja, M. D. 1995. *Mekanika Tanah I*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Braja, M. D. 1995. *Mekanika Tanah II*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Sosrodarsono, S and Kazuto Nakazawa. (2000). *Mekanika Tanah dan Teknik Pondasi*. Jakarta: Pradnya Paramita.
- Pamungkas, A and Erny Harianti. (2013). *Desain Pondasi Tahan Gempa*. Yogyakarta: Andi.
- SNI 1727:2013 *Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lain*. (t.thn). Jakarta, Indonesia: Badan Standar Nasional Indonesia.
- SNI 1726:2019 *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung*. (t.thn). Jakarta, Indonesia: Badan Standar Nasional Indonesia.
- Hardiyatmo, H. C. 2002. *Mekanika Tanah I*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Hardiyatmo, H. C. 2010. *Mekanika Tanah II*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sardjono. (1991). *Pondasi Tiang Pancang*. Surabaya: Sinar Wijaya.
- Hardiyatmo, H. C. 2015. *Analisa dan Perencanaan Fondasi II*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.



SURAT KETERANGAN LOLOS PLAGIASI

Mahasiswa/i atas nama,

Nama : Dhina Putri Asoka Indasari

NIM : 201810340311203

Telah dinyatakan memenuhi standar maksimum plagiasi dengan hasil,

BAB 1	3	%	≤ 10%
BAB 2	18	%	≤ 25%
BAB 3	22	%	≤ 35%
BAB 4	11	%	≤ 15%
BAB 5	2	%	≤ 5%
Naskah Publikasi	12	%	≤ 20%

Malang, 4 Desember 2023

Sandi Wahyudiono, ST., MT

