

TUGAS AKHIR

ANALISIS DESAIN TULANGAN PENGHUBUNG *BORED PILE* KE *PILE CAP* UNTUK MENAHAN GAYA GESER DASAR

Diajukan guna melengkapi persyaratan untuk memenuhi gelar Sarjana Teknik di
Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta



Disusun oleh:

Ayatullah Muntazhiri

20150110190

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA**

2019

HALAMAN PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ayatullah Muntazhiri
NIM : 20150110190
Judul : Analisis Desain Tulangan Penghubung *Bored Pile* ke
Pile Cap untuk Menahan Gaya Geser Dasar

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa Tugas Akhir ini merupakan karya saya sendiri. Apabila terdapat karya orang lain yang saya kutip, maka saya akan mencantumkan sumber secara jelas. Jika dikemudian hari ditemukan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi dengan aturan yang berlaku. Demikian pernyataan ini saya buat tanpa ada paksaan dari pihak mana pun.

Yogyakarta, 2 Oktober 2019

Yang membuat pernyataan



Ayatullah Muntazhiri

HALAMAN PERSEMBAHAN

Jugas akhir ini dipersembahkan untuk:

Kedua orang tua ku "Bpk. Lambri dan Ibu Jumiati"

Kakak-kakak ku "Iwan Lambri, Wahyu Fffendi, dan Haris Fadli"

Partner hidup ku "Lintang Ayu Mahalalita, S.P.Kom."

Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi bangsa dan negara, baik dalam pembangunan maupun ilmu pengetahuan.

PRAKATA



Assalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Segala puji bagi Allah SWT Yang Menguasai segala sesuatu, Sholawat dan salam selalu tercurahkan kepada Rasulullah SAW beserta keluarga dan sahabat-sahabatnya.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Penelitian ini ditujukan untuk mendapatkan desain tulangan penghubung *bored pile* ke *pile cap* yang lebih baik untuk bangunan tahan gempa kedepannya.

Selama penyusunan Tugas Akhir ini penyusun mendapat bantuan, bimbingan, dan dorongan dari berbagai pihak sehingga dapat terselesaikan dengan baik. Penyusun ingin menyampaikan rasa terima kasih atas dukungan dari berbagai pihak yakni kepada yang berikut ini.

1. Bapak Puji Harsanto, S.T., M.T., Ph.D. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
2. Bapak Yoga Aprianto Harsoyo, S.T., M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang sudah sangat banyak membantu dan mengarahkan untuk memaksimalkan hasil tugas akhir ini.
3. Kedua Orang Tua dan Saudara yang selalu memberikan dukungan selama belajar dan menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Lintang Ayu Mahalalita, S.I.Kom. yang selalu memberikan motivasi dan semangat dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Rekan-rekan Teknik Sipil 2015 terutama Kelas E yang selalu bekerja sama dengan baik selama kuliah maupun praktikum.

Akhirnya, setelah segala kemampuan dicurahkan serta diiringi dengan doa untuk menyelesaikan tugas akhir ini hanya kepada Allah SWT semua dikembalikan. Penyusun menyadari tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna.

Oleh karena itu, penyusun berharap mendapat kritik dan saran yang membangun untuk menyempurnakan tugas akhir ini. Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi bangsa dan negara, terutama dalam pembangunan struktur tahan gempa kedepannya.

Wallahu a'lam bi Showab.

Wassalamu'alaikum warahmatullahi wabarakatuh.

Yogyakarta, 2 Oktober 2019

Penyusun

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
DAFTAR SINGKATAN	xiv
DAFTAR ISTILAH	xv
ABSTRAK	xvi
<i>ABSTRACT</i>	xvii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3. Lingkup Penelitian.....	3
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI	5
2.1. Tinjauan Pustaka.....	5
2.2.1. Penelitian terdahulu tentang desain hubungan tiang dengan <i>pile cap</i>	5
2.2.2. Penelitian terdahulu tentang fondasi tiang terhadap beban lateral ...	14
2.2. Dasar Teori	17
2.2.1. ABAQUS CAE 6.14	17
2.2.2. <i>Pile cap</i>	18
2.2.3. Fondasi <i>bored pile</i>	18
2.2.4. Tulangan penghubung.....	20
2.2.5. Baja tulangan	21
2.2.6. Beton	23
2.2.7. Gaya geser dasar	24
BAB III. METODE PENELITIAN.....	26

3.1. Metode Penelitian	26
3.2. Tahapan Penelitian.....	27
3.3. Uraian Tahapan Penelitian.....	28
3.3.1. Kajian pustaka pada penelitian terdahulu	28
3.3.2. Data penelitian	28
3.3.3. Permodelan di <i>software</i> ABAQUS CAE 6.14	32
3.3.4. <i>Running</i> model pada <i>software</i> ABAQUS CAE 6.14	39
3.3.5. Membandingkan hasil pengujian masing-masing model.....	39
3.3.5. Menentukan desain yang paling kuat.....	40
BAB IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	41
4.1. Kerusakan yang Terjadi pada Tulangan Penghubung	41
4.2. Kekuatan Masing-Masing Tulangan Penghubung	44
4.3. <i>Displacement</i> yang Terjadi pada Masing-Masing Model.....	53
4.4. Desain Tulangan Penghubung yang Paling Kuat	55
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	57
5.1. Kesimpulan	57
5.2. Saran	58
DAFTAR PUSTAKA	59
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan dengan penelitian terdahulu tentang desain hubungan tiang dengan <i>pile cap</i>	9
Tabel 2.2	Perbandingan dengan penelitian terdahulu tentang fondasi tiang terhadap beban lateral.....	15
Tabel 2.3	Mutu beton dan penggunaan (<i>Pd T-07-2005-B, Pasal 4.1, Tabel 1.</i>)	23
Tabel 2.4	Gaya geser dasar (<i>Afriandini dan Saputro, 2018</i>).....	25
Tabel 3.1	Dimensi <i>pile cap</i> masing-masing model	29
Tabel 3.2	Dimensi <i>bored pile</i> masing-masing model.....	29
Tabel 3.3	Material yang digunakan untuk permodelan <i>pile cap</i>	30
Tabel 3.4	Material yang digunakan untuk permodelan <i>bored pile</i>	30
Tabel 3.5	Hasil uji konvergensi model <i>bored pile-pile cap</i>	34
Tabel 3.6	Hasil uji konvergensi model tulangan <i>pile cap</i>	35
Tabel 3.7	Hasil uji konvergensi model tulangan utama <i>bored pile</i>	36
Tabel 3.8	Hasil uji konvergensi model sengkang <i>bored pile</i>	37
Tabel 4.1	Rata-rata kekuatan tulangan penghubung	53
Tabel 4.2	<i>Displacement</i> maksimal pada masing-masing model	55
Tabel 4.3	Perbandingan kekuatan dan <i>displacement</i> masing-masing model	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Desain umum tulangan penghubung <i>bored pile</i> ke <i>pile cap</i>	2
Gambar 2.1	Bagian bawah <i>bored pile</i> yang dibesarkan (<i>Hardiyatmo, 2008</i>)... 19	
Gambar 2.2	Bentuk tiang ujung bebas (a) dan tiang ujung jepit (b) (<i>Hardiyatmo, 2008</i>).	20
Gambar 2.3	Baja tulangan beton polos (<i>SNI 2052:2017 Pasal 6.3.2</i>).	21
Gambar 2.4	Baja tulangan beton sirip/ulir bambu (<i>SNI 2052:2017 Pasal 6.3.2</i>).	21
Gambar 2.5	Baja tulangan beton sirip/ulir curam (<i>SNI 2052:2017 Pasal 6.3.2</i>).	22
Gambar 2.6	Baja tulangan beton sirip/ulir tulang ikan (<i>SNI 2052:2017 Pasal 6.3.2</i>).	22
Gambar 2.7	Gerakan rotasi pada kelompok tiang (<i>Reese dan Matlock dalam Hanifah, 2018</i>).	24
Gambar 2.8	Gerakan translasi pada kelompok tiang (<i>Reese dan Matlock dalam Hanifah, 2018</i>).	25
Gambar 3.1	Letak pembebanan pada model.	26
Gambar 3.2	Bagan alir tahapan penelitian.	27
Gambar 3.3	Detail desain Model A.	30
Gambar 3.4	Detail desain Model B.	31
Gambar 3.5	Detail desain Model C.	31
Gambar 3.6	Detail desain Model D.	32
Gambar 3.7	Detail desain Model E.	32
Gambar 3.8	<i>Part</i> Model A pada permodelan ABAQUS CAE.	33
Gambar 3.9	Hasil uji konvergensi model <i>bored pile-pile cap</i>	35
Gambar 3.10	Hasil uji konvergensi model tulangan <i>pile cap</i>	36
Gambar 3.11	Hasil uji konvergensi model tulangan utama <i>bored pile</i>	37
Gambar 3.12	Hasil uji konvergensi model sengkang <i>bored pile</i>	38
Gambar 3.13	<i>Mesh</i> masing-masing <i>part</i> Model A.	38
Gambar 3.14	Bagian tulangan penghubung yang ditinjau.	39
Gambar 3.15	Urutan penomoran tulangan penghubung.	40

Gambar 4.1	Tegangan pada tulangan Model A.....	41
Gambar 4.2	Tegangan pada tulangan Model B.....	42
Gambar 4.3	Tegangan pada tulangan Model C.....	42
Gambar 4.4	Tegangan pada tulangan Model D.....	43
Gambar 4.5	Tegangan pada tulangan Model E.....	43
Gambar 4.6	Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 1.	45
Gambar 4.7	Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 2.	45
Gambar 4.8	Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 3.	46
Gambar 4.9	Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 4.	46
Gambar 4.10	Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 5.	47
Gambar 4.11	Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 6.	47
Gambar 4.12	Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 7.	48
Gambar 4.13	Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 8.	48
Gambar 4.14	Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 9.	49
Gambar 4.15	Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 10.	49
Gambar 4.16	Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 11.	50
Gambar 4.17	Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 12.	50
Gambar 4.18	Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 13.	51
Gambar 4.19	Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 14.	51
Gambar 4.20	Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 15.	52
Gambar 4.21	Besarnya gaya geser dasar yang dapat ditahan Tulangan 16.	52
Gambar 4.22	(a) sebelum diberi beban (b) sesudah diberi beban.	54
Gambar 4.23	<i>Displacement</i> masing-masing model.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Output data displacement</i>	61
Lampiran 2. <i>Output data tegangan tulangan penghubung</i>	71

DAFTAR SINGKATAN

Simbol	Dimensi	Keterangan
D	[L]	diameter tulangan ulir
P	[L]	diameter tulangan polos
α	[$^{\circ}$]	sudut bengkokan tulangan penghubung
f_c'	[ML^{-2}]	kuat tekan beton
f_y	[ML^{-2}]	tegangan leleh baja
σ_{bk}'	[ML^{-2}]	kuat tekan karakteristik beton

DAFTAR ISTILAH

1. Tulangan Penghubung
Tulangan yang dibuat menerus dari satu bagian struktur ke bagian struktur yang lain, dengan tujuan untuk menghubungkan kedua bagian struktur tersebut.
2. Gaya Geser Dasar
Gaya lateral total yang terjadi pada tingkat dasar bangunan akibat gempa bumi.
3. *Bored Pile*
Fondasi tiang yang dipasang ke dalam tanah dengan cara mengebor tanah terlebih dahulu, kemudian diisi dengan tulangan dan dicor beton.
4. *Pile Cap*
Elemen fondasi dalam yang menggabungkan fondasi tiang, dan juga termasuk balok pengikat dan rakit fondasi.
5. *Displacement*
Perubahan atau perpindahan posisi suatu elemen atau benda.
6. Tegangan
Gaya per satuan luas luas yang disebabkan oleh gaya aksial, momen, geser, atau torsi.
7. Tegangan Leleh
Istilah generik yang menunjukkan titik leleh atau kekuatan leleh tulangan.
8. Leleh
Keadaan batas dari deformasi inelastis yang terjadi sesudah tegangan leleh tercapai