

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>USULAN PERENCANAAN TUGAS AKHIR</b> .....	ii
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>BERITA ACARA</b> .....	iv
<b>PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI</b> .....	v
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	vii
<b>MOTTO</b> .....	ix
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	x
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	xii
<b>ABSTRAK</b> .....	xiv
<b>ABSTRAC</b> .....	xv
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xvi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xxii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xxiii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xxvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Manfaat Penulisan.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1 Tinjauan Umum .....	5
2.2 Pengertian Pile Cap.....	6
2.2.1 Jarak Tiang .....	8
2.3 Perhitungan Pembagian Tekanan Pada Kelompok Tiang Pancang .....	8
2.3.1 Beban Maksimum ( $P_{maks}$ ) Terjadi Pada Tiang	

Akibat Pembebanan.....	10
2.3.2 Efisiensi Grup Tiang .....	11
2.4 Perhitungan Pile Cap.....	11
2.4.1 Berat Sendiri Pile Cap .....	11
2.4.2 Perencanaan Geser Pada Pile Cap.....	12
2.4.2.1 Kontrol Tegangan Geser 1 Arah.....	12
2.4.2.2 Kontrol Tegangan Geser 2 Arah (Geser Pons) .....	14
2.4.3 Penulangan Pile Cap.....	15
2.4.3.1 Jarak Antar Tiang Pile Cap.....	15
2.4.3.2 Tulangan Pile Cap .....	15
2.5 <i>Strut And Tie Model</i> .....	18
2.6 Daerah B dan Daerah D .....	19
2.7 Komponen <i>Strut And Tie Model</i> .....	20
2.7.1 Batang Desak ( <i>Strut</i> ) .....	21
2.7.2 Batang Tarik ( <i>Tie</i> ) .....	22
2.7.3 Titik Simpul ( <i>Node</i> ) .....	22
2.8 Pembuatan <i>Strut And Tie Model</i> .....	22
2.9 Prosedur Untuk Permodelan <i>Strut And Tie</i> .....	23
2.10 Dasar – dasar Perencanaan .....	23
2.10.1 Perencanaan Batang Desak ( <i>Strut</i> ).....	24
2.10.2 Perencanaan Batang Tarik ( <i>Tie</i> ).....	27
2.10.3 Perencanaan Titik <i>Nodal</i> .....	28
2.10.4 Hubungan Antara Dimensi <i>Zona Nodal</i> .....	32
2.11 <i>Strut And Tie Model 3D</i> .....	33
2.12 Ketentuan Peraturan ACI.....	35
<b>BAB III METODOLOGI PENULISAN .....</b>	<b>37</b>
5.1 Pendahuluan.....	37
5.2 Pengumpulan Data.....	37
5.3 Data Proyek.....	38
5.3.1 Lokasi Proyek .....	38
5.3.2 Data Umum Proyek.....	39

5.4 Analisis dan Perhitungan Pile Cap dengan <i>Strut And Tie Model</i> .....	39
5.5 Metode Perancangan Fondasi Tiang Pancang (Pile Cap) dengan Menggunakan SNI 03-287-2002 .....	41
5.6 Penyajian Laporan dan Format Penggambaran .....	43
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	44
4.1 Tinjauan Umum .....	44
4.2 Daya Dukung Tiang Pancang.....	44
4.2.1 Tahanan Aksial Tiang Pancang.....	44
4.3 Perencanaan Pile Cap Berdasarkan Metode Konvensional.....	45
4.3.1 Pile Cap dengan 2 Tiang Pancang .....	46
4.3.2 Pile Cap dengan 4 Tiang Pancang.....	51
4.3.3 Pile Cap dengan 5 Tiang Pancang.....	60
4.3.4 Pile Cap dengan 6 Tiang Pancang.....	69
4.3.5 Pile Cap dengan 9 Tiang Pancang .....	77
4.4 Perencanaan Pile Cap Berdasarkan Strut And Tie Model ...	86
4.4.1 Pile Cap dengan 2 Tiang Pancang.....	86
4.4.2 Pile Cap dengan 4 Tiang Pancang.....	92
4.4.3 Pile Cap dengan 5 Tiang Pancang.....	98
4.4.4 Pile Cap dengan 6 Tiang Pancang.....	104
4.4.5 Pile Cap dengan 9 Tiang Pancang.....	110
4.5 Perhitungan Kebutuhan Tulangan Pile Cap .....	116
4.5.1 Perhitungan Metode Konvensional .....	116
4.5.2 Perhitungan Metode <i>Strut And Tie Model</i> .....	146
4.6 Hasil dan Pembahasan.....	150
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan.....	158
5.2 Saran .....	159

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jarak Antara Tiang dalam Kelompok.....	6
Gambar 2.2 Konfigurasi Tiang dalam Grup .....	7
Gambar 2.3 Konstruksi Grup Tiang .....	8
Gambar 2.4 Keruntuhan Geser Pada Pondasi .....	12
Gambar 2.5 Analisis Geser 1 Arah .....	14
Gambar 2.6 Analisis Geser 2 Arah .....	15
Gambar 2.7 <i>B-region</i> dan <i>D-region</i> menurut azas Saint Venant .....	20
Gambar 2.8 <i>B-region</i> dan <i>D-region</i> pada struktur balok; (a) balok menerus dengan lubang bukaan; (b) balok dengan beban terpusat; (c) balok ujung berteras dengan tumpuan pada kolom .....	20
Gambar 2.9 Deskripsi dari <i>strut and tie model</i> .....	21
Gambar 2.10 Bentuk Batang <i>Strut</i> .....	24
Gambar 2.11 Node Jenis CCC .....	29
Gambar 2.12 Node Jenis CCT .....	30
Gambar 2.13 Node Jenis CTT.....	30
Gambar 2.14 Node Jenis TTT.....	31
Gambar 2.15 Pengaruh Penjangkaran pada Luas Penampang Efektif dari <i>strut</i> .....	31
Gambar 2.16 Distribusi gaya pada daerah <i>nodal zone</i> .....	33
Gambar 2.17 Kondisis <i>strut and tie model</i> 3D.....	33
Gambar 2.18 Distribusi tegangan pada pile cap empat tiang pancang tiga – dimensi yang membentuk <i>strut and tie model</i> .....	34
Gambar 3.1 Lokasi Proyek .....	38
Gambar 3.2 Flowhart Analisis Pile Cap.....	42
Gambar 4.1 Spesifikasi spun piles WIKA beton .....	45
Gambar 4.2 Susunan 2 tiang pancang .....	46
Gambar 4.3 Tinjauan geser 2 tiang pancang .....	49
Gambar 4.4 Susunan 4 tiang pancang.....	51
Gambar 4.5 Tinjauan geser arah x 4 tiang pancang .....	54
Gambar 4.6 Tinjauan geser arah y 4 tiang pancang .....	56

Gambar 4.7 Tinjauan geser dua arah tiang pancang .....	58
Gambar 4.8 Susunan 5 tiang pancang .....	61
Gambar 4.9 Tinjauan geser arah x 5 tiang pancang .....	63
Gambar 4.10 Tinjauan geser arah y 5 tiang pancang .....	65
Gambar 4.11 Tinjauan geser dua arah 5 tiang pancang .....	67
Gambar 4.12 Susunan 6 tiang pancang .....	69
Gambar 4.13 Tinjauan geser arah x 6 tiang pancang.....	71
Gambar 4.14 Tinjauan geser arah y 6 tiang pancang .....	73
Gambar 4.15 Tinjauan geser 2 arah 6 tiang pancang .....	75
Gambar 4.16 Susunan 9 tiang pancang .....	78
Gambar 4.17 Tinjauan geser arah x 9 tiang pancang .....	80
Gambar 4.18 Tinjauan geser arah y 9 tiang pancang .....	82
Gambar 4.19 Tinjauan geser dua arah 9 tiang pancang .....	84
Gambar 4.20 Rencana pile cap 2 tiang pancang .....	87
Gambar 4.21 Model <i>strut and tie</i> dengan 2 tiang pancang.....	88
Gambar 4.22 Pembagian penampang kolom 2 tiang pancang.....	89
Gambar 4.23 Titik berat kolom 2 tiang pancang.....	89
Gambar 4.24 Nodal 2 tiang pancang.....	91
Gambar 4.25 Rencana pile cap 4 tiang pancang .....	93
Gambar 4.26 Model <i>strut and tie</i> dengan 4 tiang pancang .....	94
Gambar 4.27 Pembagian penampang kolom 4 tiang pancang .....	95
Gambar 4.28 Titik berat kolom 4 tiang pancang.....	95
Gambar 4.29 Nodal 4 tiang pancang.....	97
Gambar 4.30 Rencana pile cap 4 tiang pancang .....	99
Gambar 4.31 Model <i>strut and tie</i> dengan 5 tiang pancang .....	100
Gambar 4.32 Pembagian penampang kolom 5 tiang pancang .....	101
Gambar 4.33 Titik berat kolom 5 tiang pancang.....	101
Gambar 4.34 Nodal 5 tiang pancang.....	103
Gambar 4.35 Rencana pile cap 6 tiang pancang .....	105
Gambar 4.36 Model <i>strut and tie</i> dengan 6 tiang pancang .....	106
Gambar 4.37 Pembagian penampang kolom 6 tiang pancang .....	107
Gambar 4.38 Titik berat kolom 6 tiang pancang.....	107

Gambar 4.39 Nodal 6 tiang pancang.....	109
Gambar 4.40 Rencana pile cap 9 tiang pancang .....	111
Gambar 4.41 Model <i>strut and tie</i> dengan 9 tiang pancang .....	112
Gambar 4.42 Pembagian penampang kolom 9 tiang pancang .....	113
Gambar 4.43 Titik berat kolom 9 tiang pancang.....	113
Gambar 4.44 Nodal 9 tiang pancang.....	115
Gambar 4.45 Rencana pembesian pile cap 2 tiang pancang .....	117
Gambar 4.46 Rencana pembesian lentur arah x 4 tiang pancang .....	121
Gambar 4.47 Rencana pembesian lentur arah y 4 tiang pancang .....	124
Gambar 4.48 Rencana pembesian lentur arah x 5 tiang pancang .....	127
Gambar 4.49 Rencana pembesian lentur arah y 5 tiang pancang .....	130
Gambar 4.50 Rencana pembesian lentur arah x 6 tiang pancang .....	133
Gambar 4.51 Rencana pembesian lentur arah y 6 tiang pancang .....	137
Gambar 4.52 Rencana pembesian lentur arah x 9 tiang pancang .....	140
Gambar 4.53 Rencana pembesian lentur arah y 9 tiang pancang .....	143
Gambar 4.54 Grafik hubungan tebal dan gaya geser .....	151
Gambar 4.55 Grafik hubungan tebal dan luas tulangan.....	152
Gambar 4.56 Grafik hubungan tebal dan geser 1 arah 4 tiang pancang ..	154

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Data – data Umum Proyek .....	39
Tabel 4.1 Data bahan pile cap 2 tiang pancang.....	46
Tabel 4.2 Data dimensi fondasi 2 tiang pancang .....	46
Tabel 4.3 Data beban fondasi 2 tiang pancang .....	47
Tabel 4.4 Data susunan 2 tiang pancang.....	47
Tabel 4.5 Data bahan pile cap 4 tiang pancang.....	51
Tabel 4.6 Data dimensi fondasi 4 tiang pancang .....	51
Tabel 4.7 Data beban fondasi 4 tiang pancang .....	52
Tabel 4.8 Data susunan 4 tiang pancang.....	52
Tabel 4.9 Data beban pile cap 5 tiang pancang.....	60
Tabel 4.10 Data dimensi fondasi 5 tiang pancang .....	60
Tabel 4.11 Data beban fondasi 5 tiang pancang .....	61
Tabel 4.12 Data susunan 5 tiang pancang.....	61
Tabel 4.13 Data beban pile cap 6 tiang pancang.....	69
Tabel 4.14 Data dimensi fondasi 6 tiang pancang .....	69
Tabel 4.15 Data beban fondasi 6 tiang pancang .....	69
Tabel 4.16 Data susunan 6 tiang pancang.....	70
Tabel 4.17 Data bahan pile cap 9 tiang pancang.....	77
Tabel 4.18 Data dimensi fondasi 9 tiang pancang .....	77
Tabel 4.19 Data beban fondasi 9 tiang pancang .....	78
Tabel 4.20 Data susunan 9 tiang pancang.....	78
Tabel 4.21 Hasil gaya geser pada 2 tiang pancang .....	150
Tabel 4.22 Hasil perhitungan luas tulangan 2 tiang pancang.....	151
Tabel 4.23 Hasil gaya geser 1 arah 4 tiang pancang .....	153
Tabel 4.24 Hasil gaya geser 2 arah 4 tiang pancang.....	154
Tabel 4.25 Hasil perhitungan luas tulangan 4 tiang pancang.....	156
Tabel 4.26 Hasil tulangan yang digunakan .....	157

## DAFTAR NOTASI

$A_c$	= luas penampang lintang pada salah satu ujung <i>strut</i>
$A_s$	= luas tulangan memanjang yang ditambahkan.
$A_n$	= luas penampang pada titik nodal, tempat gaya $F_u$ bekerja, diambil tegak lurus pada garis kerja $F_u$
$A_{st}$	= luas baja tulangan biasa
$A_{ps}$	= luas penampang baja prategang (bila ada)
$A_{st}$	= luas penampang baja tulangan
$A_{strut}$	= luas penampang <i>strut</i>
$A_{tr}$	= luas penampang total dari semua tulangan transversal yang berada dalam rentang daerah berspasi $s$ dan yang memotong bidang belah potensial melalui tulangan yang disalurkan
$b$	= lebar pondasi ( $mm$ )
$C$	= spasi atau dimensi selimut beton
$D$	= diameter tiang
$d$	= tinggi efektif ( $mm$ )
$d_b$	= diameter tulangan ( $mm$ )
$E_q$	= efisinsi grup tiang ( $\leq 1$ )
$f'_c$	= kuat desak beton ( $Mpa$ )
$f_y$	= mutu baja tulangan ( $MPa$ )
$f_{cu}$	= kuat tekan efektif beton
$f_{yt}$	= kuat leleh yang disyaratkan tulangan transversal, ( $MPa$ )
$F_u$	= gaya pada <i>strut and tie</i> (gaya yang bekerja pada salah satu permukaan titik nodal yang diakibatkan oleh beban – beban terfaktor)
	$F_n$ = kuat nominal dari <i>strut</i> , <i>tie</i> dan titik nodal
$F_{cu}$	= nilai terkecil dari kuat desak efektif pada <i>strut</i> atau pada suatu
$f_s'$	= tegangan baja tulangan memanjang yang ditambahkan
$f_y$	= tegangan leleh baja tulangan
$F_y$	= tegangan leleh baja tulangan
$f_{sc}$	= tegangan efektif dalam tendon
$K_{tr}$	= ineks tulangan transversal = $\frac{A_{tr}f_{yt}}{10sn}$ dipasang di sepanjang $\lambda_d$ , mm.



$L$	= kedalaman penetrasi tiang (m)
$l_b$	= panjang pelat bantalan
$M$	= momen yang bekerja pada kelompok tiang tersebut
$M_x$	= momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu x
$M_y$	= momen yang bekerja pada bidang yang tegak lurus sumbu y
$N$	= beban yang diterima oleh tiap – tiap tiang pancang
$N_x$	= banyaknya tiang dalam satu baris dalam arah sumbu x
$N_y$	= banyak tiang dalam satu baris dalam arah sumbu Y (tegak lurus bidang momen).
$n$	= jumlah batang tulangan yang disalurkan di sepanjang bentang belah.
$\eta$	= banyaknya tiang pancang
$n$	= jumlah tiang dalam grup
$\emptyset$	= faktor reduksi kekuatan (Menurut <i>ACI 318-2002</i> : $\emptyset = 0,75$ )
$\theta$	= sudut kemiringan dari <i>strut</i>
$P_{maks}$	= beban maksimum yang diterima tiang pancang
$Q_{ug}$	= daya dukung grup tiang (ton)
$Q_{ut}$	= daya dukung tiang tunggal (ton)
$S$	= jarak masing – masing tiang dalam kelompok (spaing)
$s$	= spasi maksimum sumbu ke sumbu tulangan transversal
$s_i$	= jarak antar tulangan melintang
$T_n$	= gaya tarik batas terfaktor
$V_u$	= gaya geser terfaktor pada penampang (Mpa)
$V_c$	= kuat geser nominal beton ( $N$ )
$V_s$	= kuat geser nominal yang disumbangkan oleh tulangan (Mpa)
$w_s$	= lebar <i>strut</i>
$w_t$	= lebar efektif dari <i>tie</i>
$X_{maks}$	= absis maximum atau jarak terjauh tiang ke pusat berat kelompok tiang (pile group).
$X^2$	= jumlah kwadrat jarak tiang – tiang ke pusat berat kelompok tiang
$x$	= absis terhadap titik berat kelompok tiang
$y$	= ordinat terhadap titik berat kelompok tiang
$\Sigma x^2$	= jumlah kuadrat absis – absis tiang

$\Sigma y^2$	= jumlah kuadrat ordinat – ordinat tiang
$\Sigma V$	= resultante gaya – gaya normal yang bekerja secara sentris
$\Sigma A$	= luas tulangan melintang
$\gamma_i$	= sudut antara tulangan melintang dengan sumbu utama <i>strut</i>
$\Delta f_p$	= tegangan di dalam, tendon akibat beban luar

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Berita Acara Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 2 : Lembar Koreksi Tugas Akhir
- Lampiran 3 : Daftar Hadir Dosen Penguji Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 4 : Daftar Hadir Seminar Tugas Akhir
- Lampiran 5 : Lembar Asistensi Tugas Akhir
- Lampiran 6 : Turnitin
- Lampiran 7 : Excel Perhitungan Metode Konvensional
- Lampiran 8 : Excel Rekap Fariasi Tebal Metode Konvensional
- Lampiran 9 : Excel Perhitungan Metode *Strut And Tie Model*
- Lampiran 10 : Excel Rekap perbandingan Luas Tulangan
- Lampiran 11 : Gambar Kerja Pile Cap