
 <p>PERPUSTAKAAN</p>	<p>MILIK PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS INDONESIA YOGYAKARTA</p>	
	Diterima	17 MAY 2008
	Inventarisasi	1276/TS/Hd.05/2008
	Klasifikasi	RJ 624.1834 Hrt 08
	Subyek	Concrete structural

 <p>PERPUSTAKAAN</p>	<p>UNIVERSITAS INDONESIA YOGYAKARTA</p>
	<p>FAKULTAS TEKNIK</p>
	<p>Program Studi Teknik Sipil</p>

**PENERAPAN “*STRUT AND TIE MODEL*”
PADA PERANCANGAN *PILE CAP* FONDASI TIANG PANCANG**

TUGAS AKHIR

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana dari Universitas
Atma Jaya Yogyakarta

oleh :

HERMINA GILDA FERNANDEZ

NPM : 03 02 11731



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA
YOGYAKARTA, APRIL 2008**

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**PENERAPAN "STRUT AND TIE MODEL"
PADA PERANCANGAN PILE CAP FONDASI TIANG PANCANG**

Oleh :

**HERMINA GILDA FERNANDEZ
NPM : 03 02 11731**

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, *14 Mri 2008*

Pembimbing



(DR. Ir. AM. Ade Lisantono., M.Eng)

Disahkan oleh
Program Studi Teknik Sipil
Ketua

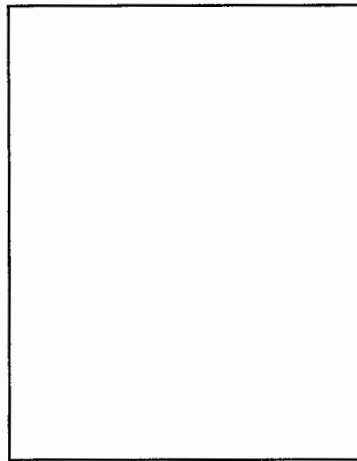


(Ir. Junaedi Utomo M.Eng.,)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

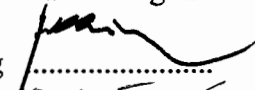
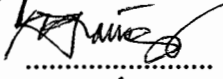

PENERAPAN "STRUT AND TIE MODEL" PADA PERANCANGAN *PILE CAP* FONDASI TIANG PANCANG



Oleh :

HERMINA GILDA FERNANDEZ
NPM : 03 02 11731

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua : DR. Ir. AM. Ade Lisantono., M.Eng		14/05/2008
Anggota : Ir. Pranawa Widagdo., M.T		10/05/2008
Anggota : Ir. Agt. Wahyono., M.T		14-5-08

HALAMAN PERSEMBAHAN

Laporan Tugas Akhir ini saya persembahkan spesial buat :

1. Bapa dalam Sorga, Tuhan Yesus Kristus dan Bunda Maria yang tak pernah berhenti mencintaiku.
2. Spesial for my lovely family Bapa dan Mama, Karlin, Hendro, Yani, Nona dan Una yang selalu mendukung dan mensupport aku.
3. Dosen pembimbingku yang selalu sabar , menyemangati dan membimbingku selama ini. Makasi ya Pa
4. Ta Yobby da Silva yang selalu sabar membantu dan menemaniku
5. Sahabat-sahabatku yang tercinta, Bram dan Dido thanks for everything friend, Jennie dan Hanna my best friend yang selalu menyemangatiku selama ini.
6. Semua teman-teman seperjuangan di TS UAJY semoga dapat bermanfaat ya... tulisanku ini.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke-hadirat Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang, yang telah melimpahkan rahmatnya-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini

Dalam perencanaan penyusunan Laporan Tugas Akhir ini, penulis memperoleh bantuan dan penjelasan serta bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada :

1. Bapak DR. Ir. AM. Ade Lisantono., M.Eng. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir
2. Bapak Ir. Haryanto Y. W., M. T., selaku koordinator Tugas Akhir Struktur.
3. Bapak Ir. FX. Junaedi Utomo M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil.
4. Sahabat-sahabatku yang terbaik
5. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, baik secara langsung maupun tidak langsung telah membantu selama pelaksanaan hingga penyusunan Laporan Tugas Akhir ini

Penulis sangat menyadari bahwa Laporan Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Dengan demikian masukan, kritik dan saran-saran yang bertujuan untuk perbaikan sangat diharapkan.

Yogyakarta, April 2008

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
INTISARI.....	xiv
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah.....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penulisan	4
1.5. Keaslian Tugas Akhir.....	4
1.6. Manfaat Penulisan.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. Pendahuluan.....	6
2.2. Tegangan Bidang	7
2.2.1. Tegangan Bidang.....	8
2.2.2. Tegangan Utama Dan Tegangan Geser Maksimum.....	9
2.2.3. Lingkaran <i>Mohr</i> Untuk Tegangan.....	10
2.3. Distribusi Dan Trajektor Tegangan Utama.....	12
2.4. Daerah <i>B</i> dan Daerah <i>D</i>	14
2.5. Komponen <i>Strut and Tie Model</i>	17
2.5.1 Batang desak (<i>strut</i>).....	17
2.5.2 Batang Tarik (<i>Tie</i>).....	18
2.5.3 Titik Simpul (<i>Node</i>).....	18
2.6. Penentuan Bentuk <i>Strut and Tie Model</i>	19
2.6.1. <i>Load Path Method</i> (Metode Perambahan Beban).....	19
2.6.2. Trajektori Tegangan dan Analisis Linier Elastik.....	21
2.7. Pemilihan dari Bentuk-Bentuk Standar Yang Sudah Ada.....	22
BAB III. LANDASAN TEORI.....	25
3.1. Pendahuluan.....	25
3.2. Dasar Perancangan Struktur Fondasi Tiang Pancang (<i>Pile Cap</i>).....	25
3.3. Ketentuan Perancangan Dalam SNI 03-2847-2002	27
3.3.1 Asumsi-Asumsi Dalam Perancangan Struktur Beton	27
3.3.2 Beban Dan Reaksi	32
3.3.3 Perancangan Tulangan Lentur Pada Fondasi <i>Pile Cap</i>	32

3.3.4	Perancangan Tulangan Susut Dan Suhu	35
3.3.5	Perancangan Geser Pada Fondasi <i>Pile Cap</i>	36
3.3.6	Tumpuan Dan Panjang Penyaluran	42
3.3.7.	Tebal minimum Fondasi Telapak	50
3.4.	Ketentuan Perancangan dengan Metode STM	51
3.4.1.	Bentuk <i>Strut and Tie Model</i>	51
3.4.2.	Dasar-Dasar Perencanaan	53
3.4.2.1	Perancangan Batang Desak (<i>Strut</i>)	54
3.4.2.2	Perancangan Batang Tarik (<i>Tie</i>)	57
3.4.2.3	Perancangan Titik Nodal	58
BAB IV	METODE PERANCANGAN.....	63
4.1.	Pendahuluan	63
4.2.	Metode Perancangan Fondasi Tiang Pancang (<i>Pile Cap</i>) Dengan Menggunakan SNI 03-2847-2002	64
4.3.	Metode Perancangan Fondasi Tiang Pancang (<i>Pile Cap</i>) Dengan Menggunakan <i>Strut and Tie Model</i>	67
BAB V	PEMODELAN <i>STRUT AND TIE MODEL</i> PADA <i>PILE CAP</i>	70
5.1	Trajektori Tegangan Utama	70
5.2	Metode Alur Gaya dalam (<i>Load Path Method</i>).....	71
5.3	Analogi Rangka Batang	74
5.4	Asumsi Perancangan	76
5.5.	Pemilihan <i>Strut and Tie Model</i>	79
BAB VI	PERANCANGAN FONDASI	81
6.1.	Data Perancangan	81
6.2.	Perancangan Fondasi <i>Pile Cap</i> Berdasarkan <i>Strut and Tie Model</i>	81
6.2.1.	Perancangan <i>Pile Cap</i> dengan Dua Tiang Pancang	81
6.2.2.	Perancangan <i>Pile Cap</i> dengan Tiga Tiang Pancang	95
6.2.3.	Perancangan <i>Pile Cap</i> dengan Empat Tiang Pancang.....	105
6.3.	Perancangan Fondasi <i>Pile Cap</i> Berdasarkan SNI 03-2847-2002 ...	116
6.3.1.	Perancangan <i>Pile Cap</i> dengan Dua Tiang Pancang	116
6.3.2.	Perancangan <i>Pile Cap</i> dengan Tiga Tiang Pancang	132
6.3.3.	Perancangan <i>Pile Cap</i> dengan Empat Tiang Pancang	152
BAB VII	HASIL PERANCANGAN DAN PEMBAHASAN	170
7.1.	Data Hasil Perancangan	170
7.2.	Pembahasan.....	171
7.2.1.	<i>Pile Cap</i> dengan 2 Tiang Pancang	171
7.2.2.	<i>Pile Cap</i> dengan 3 Tiang Pancang	172
7.2.3.	<i>Pile Cap</i> dengan 4 Tiang Pancang	172
BAB VIII	KESIMPULAN DAN SARAN	174
8.1.	Kesimpulan	174

8.2. Saran	175
DAFTAR PUSTAKA	176
LAMPIRAN	178



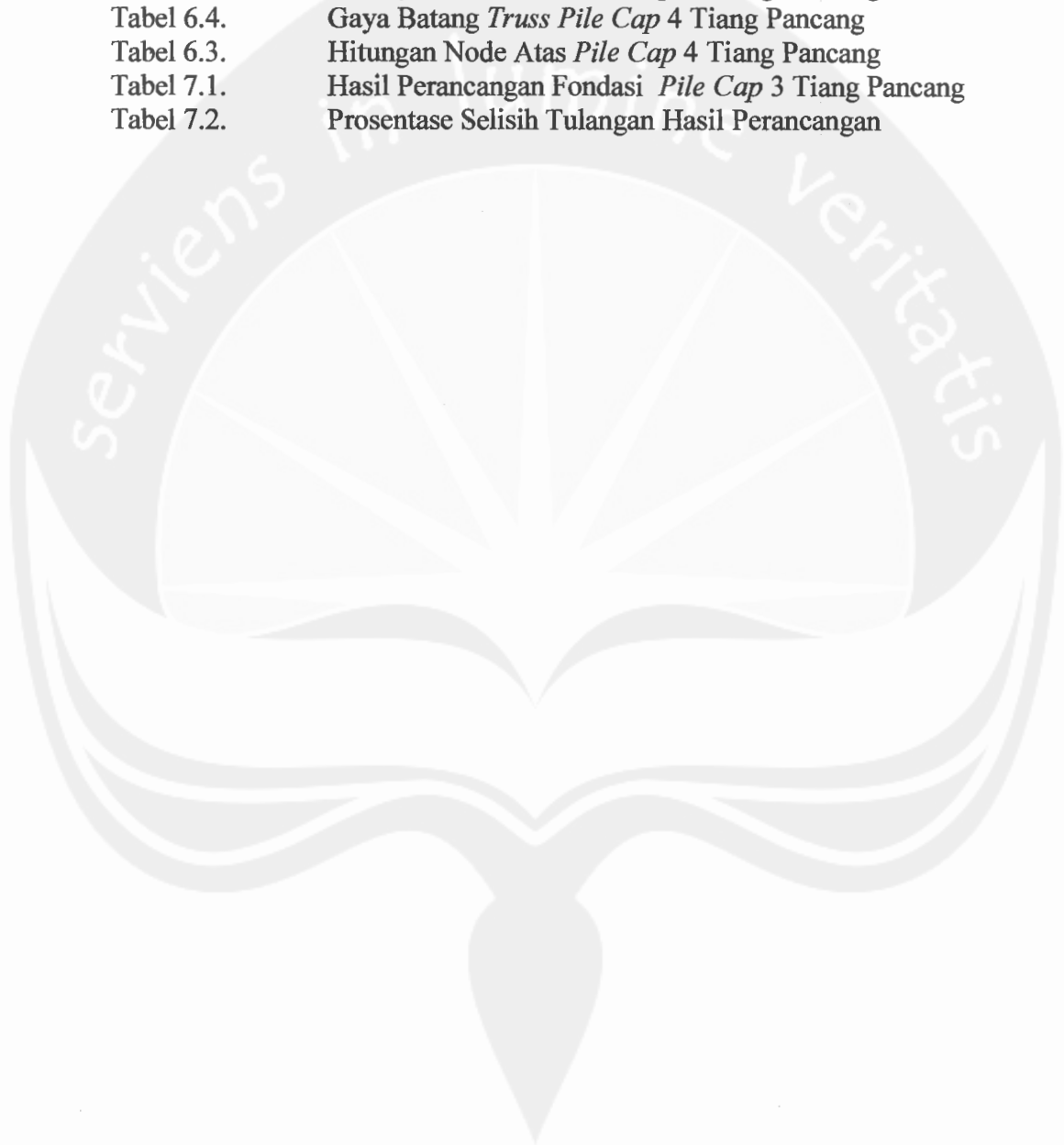
DAFTAR GAMBAR

- Gambar 2.1. Elemen-Elemen Tegangan Bidang
Gambar 2.2. Lingkaran *Morh* untuk Tegangan
Gambar 2.3. Tegangan – tegangan dalam Sebuah Balok Berpenampang Segi Empat
Gambar 2.4. Trajektori Tegangan Utama pada Balok Tinggi dengan Beban Terpusat pada Tengah Bentang
Gambar 2.5. Trajektori Tegangan Utama pada Balok Tinggi dengan Beban Terbagi Merata di atas Bentang
Gambar 2.6. Distribusi Tegangan di sekitar Beban Kerja Terpusat
Gambar 2.7. Tegangan Longitudinal pada Balok dengan Beban Terbagi Merata
Gambar 2.8. Pembagian Daerah *D* dan *B* dari Berbagai Sistem dan Komponen Struktur
Gambar 2.9. Penentuan *Strut And Tie Model* menggunakan *Load Path Method*
Gambar 2.10. Pemodelan *Strut and Tie Model* dari Trajektor Tegangan
Gambar 2.11. Bentuk Standar *Strut and Tie Model* Konsol Pendek dengan Beban Terpusat.
Gambar 3.1. Reaksi pada Masing-masing Tiang
Gambar 3.2. Diagram Tegangan dan Regangan serta Keseimbangan Gaya
Gambar 3.3. Daerah Kritis Momen
Gambar 3.4. Keruntuhan Geser pada Fondasi
Gambar 3.5. Aksi Balok (Geser 1 Arah) pada Fondasi Telapak
Gambar 3.6. Aksi 2 Arah pada Fondasi Telapak
Gambar 3.7. Parameter Kritis Tiang Pancang Berdekatan
Gambar 3.8. Daerah Tumpuan pada Fondasi Telapak Setempat
Gambar 3.9. Panjang Penyaluran Desak Pasak
Gambar 3.10. Detail Kait Standar
Gambar 3.11. Pelimpahan Gaya dari Kolom ke Fondasi Telapak Setempat
Gambar 3.12. Pelimpahan Gaya dari Kolom ke Fondasi dan Tulangannya
Gambar 3.13. Pelimpahan Gaya dan Tulangan pada *Pile Cap* 3 dan 4 Tiang Pancang
Gambar 3.14. Bentuk Batang *Strut*
Gambar 3.15. Tulangan Melintang pada *Strut*
Gambar 3.16. Node Jenis *CCC*
Gambar 3.17. Node Jenis *CCT*
Gambar 3.18. Node Jenis *CCT* dengan Berbagai Lapis Tulangan
Gambar 3.19. Node Jenis *CTT*
Gambar 3.20. Node Jenis *TTT*
Gambar 3.21. Pengaruh Penjangkaran pada Luas Penampang Efektif dari *Strut*
Gambar 5.1. Pelimpahan Gaya pada *Pile Cap* 2 Tiang Pancang
Gambar 5.2. Pelimpahan Gaya dan Tulangan pada *Pile Cap* 3 dan 4 Tiang Pancang

- Gambar 5.3. Langkah Pencarian *Strut and Tie Model*
- Gambar 5.4. Pelimpahan Gaya dari Kolom ke *Pile cap* dengan 4 tiang Pancang
- Gambar 5.5. Trajektori Tegangan Utama
- Gambar 5.6. Kemungkinan *Model Strut and Tie*
- Gambar 6. 1. Dimensi dan Reaksi pada *Pile Cap* 2 Tiang Pancang
- Gambar 6. 2. Trajektori Tegangan *Pile Cap* 2 Tiang Pancang
- Gambar 6 3. *Truss Pile Cap* 2 Tiang Pancang
- Gambar 6.4. Gaya Batang dan Node pada *Truss* 2 Tiang Pancang
- Gambar 6.5. Node Bawah (A)
- Gambar 6.6. Detail Node Bawah (A)
- Gambar 6.7. Node Atas (B)
- Gambar 6.8. Bentuk *Pile Cap* dan Reaksi pada *Pile Cap* 3 Tiang Pancang
- Gambar 6.9. *Truss Pile Cap* 3 Tiang Pancang
- Gambar 6.10. Gaya Batang dan Node pada *Truss* 3 Tiang Pancang
- Gambar 6.11. Node Bawah dan Diameter Tiang Pancang
- Gambar 6.12. Node Atas *Pile Cap* 3 Tiang Pancang
- Gambar 6.13. Dimensi dan Reaksi pada *Pile Cap* 4 Tiang Pancang
- Gambar 6. 14. Trajektori Tegangan *Pile Cap* 4 Tiang Pancang
- Gambar 6.15. Tumpuan *Truss Pile Cap* 4 Tiang Pancang
- Gambar 6.16. Gaya Batang dan Node pada *Truss* 4 Tiang Pancang
- Gambar 5.17a. Node Bawah
- Gambar 6.17b. Detail Node Bawah (A)
- Gambar 6.18. Node Atas *Pile Cap* 4 Tiang pancang
- Gambar 6.19. *Pile Cap* dengan 2 Tiang Pancang
- Gambar 6.20. Diagram Tegangan dan Regangan Serta Keseimbangan Gaya
- Gambar 6.21. Penampang Kritis Geser 2 Arah pada *Pile Cap* dengan 2 Tiang Pancang
- Gambar 6.22. *Pile Cap* dengan 3 Tiang Pancang
- Gambar 6.23. Diagram Tegangan dan Regangan Serta Keseimbangan Gaya
- Gambar 6.24. Penampang Kritis untuk Geser 1 Arah, 2 Arah, dan Geser pada Ujung Tiang pada *Pile Cap* 3 Tiang Pancang
- Gambar 6.25. *Pile Cap* dengan 4 Tiang Pancang
- Gambar 6.26. Diagram Tegangan dan Regangan pada Beton
- Gambar 6.27. Penampang Kritis *Pile Cap* 4 Tiang Pancang

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1.	Faktor Modifikasi Panjang Penyaluran Tarik
Tabel 3.2.	Faktor Modifikasi Panjang Penyaluran Kait
Tabel 6.1.	Gaya Batang <i>Truss Pile Cap</i> 2 Tiang Pancang
Tabel 6.2.	Gaya Batang <i>Truss Pile Cap</i> 3 Tiang Pancang
Tabel 6.3.	Hitungan Node Atas <i>Pile Cap</i> 3 Tiang Pancang
Tabel 6.4.	Gaya Batang <i>Truss Pile Cap</i> 4 Tiang Pancang
Tabel 6.3.	Hitungan Node Atas <i>Pile Cap</i> 4 Tiang Pancang
Tabel 7.1.	Hasil Perancangan Fondasi <i>Pile Cap</i> 3 Tiang Pancang
Tabel 7.2.	Prosentase Selisih Tulangan Hasil Perancangan



DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 4.1. Bagan Alir Perancangan Fondasi *Pile Cap* Menggunakan SNI 03-2847-2002
- Lampiran 4.2. Bagan Alir Perancangan Fondasi *Pile Cap* (2 tiang, 3 tiang, 4 tiang) Menggunakan *Strut and Tie Model (STM)*
- Lampiran 5.1. Gambar Hasil Perancangan Fondasi, Letak Tulangan dan Potongan *Pile Cap* 2 Tiang menggunakan *Strut and Tie Model*
- Lampiran 5.2. Gambar Hasil Perancangan Fondasi, Letak Tulangan dan Potongan *Pile Cap* 3 Tiang menggunakan *Strut and Tie Model*
- Lampiran 5.3. Gambar Hasil Perancangan Fondasi, Letak Tulangan dan Potongan *Pile Cap* 4 Tiang menggunakan *Strut and Tie Model*
- Lampiran 5.4. Gambar Hasil Perancangan Fondasi, Letak Tulangan dan Potongan *Pile Cap* 2 Tiang menggunakan SNI 03-2847-2002
- Lampiran 5.5. Gambar Hasil Perancangan Fondasi, Letak Tulangan dan Potongan *Pile Cap* 3 Tiang menggunakan SNI 03-2847-2002
- Lampiran 5.6. Gambar Hasil Perancangan Fondasi, Letak Tulangan dan Potongan *Pile Cap* 4 Tiang menggunakan SNI 03-2847-2002

INTISARI

PENERAPAN “STRUT AND TIE MODEL” PADA PERANCANGAN PILE CAP FONDASI TIANG PANCANG, Hermina Gilda Fernandez, NPM 03 02 11731, Tahun 2008, Bidang Keahlian Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Strut and tie model adalah suatu perancangan struktur beton bertulang dengan membagi struktur menjadi daerah *D (Disturb)* dan daerah *B (Bernoulli)* dan menyelesaikannya dengan menggunakan model rangka batang ekuivalen. Daerah *B* adalah daerah yang memenuhi asas *Bernoulli* yaitu bagian dari struktur dengan distribusi tegangan linier, sedangkan daerah *D* adalah bagian dari struktur dengan distribusi regangan tidak linier. Fondasi *pile cap* seluruhnya merupakan daerah dengan distribusi regangan tidak linier sehingga metoda perancangan dengan asumsi *Bernoulli* tidak berlaku lagi. Akan tetapi dalam peraturan perancangan struktur beton yang berlaku saat ini, yaitu metoda perancangan dengan menggunakan asumsi *Bernoulli* tetap saja digunakan. Hal ini membuat hasil perancangan struktur tidak sesuai dengan perilaku struktur yang sesungguhnya. Dengan perancangan struktur dengan menggunakan *strut and tie model* diharapkan hasil perancangan dapat mendekati perilaku struktur yang sesungguhnya.

Tinjauan akan dilakukan pada elemen struktur beton yaitu fondasi *pile cap* yang mendukung 2 tiang, 3 tiang, dan 4 tiang. Pemodelan *strut and tie* didasarkan pada persyaratan *ACI 318-02*, dan dianalisis dengan program SAP versi 9,0 guna menentukan trajektori tegangan. Berdasarkan trajektori tegangan tersebut dapat dimodelkan suatu *truss* yang merupakan bentuk *strut and tie model* yang akan dianalisis. Perancangan tulangan lentur didasarkan pada gaya aksial tarik terbesar (*tie*) sedangkan perancangan *strut* didasarkan pada gaya aksial tekan yang terjadi pada setiap batangnya. Perancangan dimensi dan pembebanan pada *pile cap* didasarkan pada persyaratan SNI 03-2847-2002. Hasil perancangan dibandingkan antara *strut and tie model* dan SNI 03-2847-2002 dari segi jumlah tulangan dan distribusi tulangan.

Dari analisis yang telah dilakukan didapat bahwa *strut and tie model* dapat diaplikasikan dalam perancangan *pile cap* yang mendukung tiang pancang. Hasil perancangan menggunakan *strut and tie model* menghasilkan tulangan yang lebih banyak tetapi dengan distribusi tulangan yang lebih rasional dan diperkirakan mendekati perilaku struktur yang sesungguhnya terjadi. Distribusi tulangan untuk *Strut and Tie Model (STM)* dibatasi hanya selebar *pile* saja berbeda dengan SNI 03-2847-2002 yang disebar merata pada *pile cap*.

Kata Kunci : *strut and tie model*, *pile cap*, tiang pancang, tulangan lentur, fondasi

