

**ANALISA STRUKTUR PORTAL RUANG TIGA LANTAI
DENGAN METODE KEKAKUAN DIBANDINGKAN DENGAN
PROGRAM ANSYS**

TUGAS AKHIR

HERY SANUKRI MUNTE

06 0404 008



**BIDANG STUDI STRUKTUR
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK USU**

2011

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah memberi rahmat dan hidayahnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini dengan judul : “ **Analisa Struktur Portal Ruang Tiga Lantai Dengan Metode Kekakuan Dibandingkan Dengan Program Ansys**”.

Tugas akhir ini ditulis dan disusun sedemikian rupa sebagai syarat dalam ujian sarjana Teknik Sipil bidang studi Struktur pada Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara, Medan. Penulis menyadari bahwa isi dari tugas akhir ini masih memiliki kekurangan dan jauh dari sempurna karena keterbatasan pengetahuan penulis. Sehingga untuk penyempurnaannya maka penulis mengharapkan saran dan kritik dari bapak dan ibu dosen serta dari rekan-rekan mahasiswa.

Sembah sujud dan terimakasih terbesar penulis ucapkan kepada Ayahanda **Ishak Munte** dan Ibunda **Nurjannah Bintang** tercinta yang telah mendidik, membesarkan, dan memberikan motivasi berupa moril maupun materil kepada penulis. Serta seluruh keluarga yang penulis sayangi, terimakasih atas doa, dorongan dan kasih sayang yang tulus sehingga penulis dapat menyelesaikan kuliah dan tugas akhir ini dengan baik.

Pada kesempatan ini penulis telah banyak menerima bimbingan dan saran dari berbagai pihak, Untuk itu dengan segala ketulusan hati penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak **Prof. Dr. Ing Johannes Tarigan** selaku Ketua Departemen Teknik Sipil USU dan dosen pembimbing yang telah banyak memberikan pengajaran dan ilmu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini;
2. Bapak **Ir. Syahrizal, MT** selaku Sekretaris Departemen Teknik Sipil USU;

3. Bapak **Ir. Sancu Barus, MT** selaku Koordinator Bidang Studi Struktur Teknik Sipil USU dan dosen pembimbing yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyempurnaan Tugas Akhir ini;
4. Bapak **Ir. Daniel Rumbi Teruna, MT** selaku dosen pembimbing yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyempurnaan Tugas Akhir ini;
5. Ibu **Ir. Chainul Mahni** selaku dosen pembimbing yang telah memberikan kritik dan saran dalam penyempurnaan Tugas Akhir ini;
6. Bapak/Ibu dosen pengajar departemen teknik sipil Universitas Sumatera Utara.
7. Seluruh pegawai administrasi yang telah memberikan bantuan dalam kemudahan penyelesaian administrasi.
8. Teman spesial penulis **Sri Dewi Haryati**, terima kasih atas doa, kasih sayang dan juga canda tawanya selama ini kepada penulis.
9. Rekan-rekan mahasiswa Departemen Teknik Sipil Universitas Sumatera Utara angkatan 2006 yang telah memberikan dukungan pada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari keadaan sempurna. Oleh karena itu dengan senang hati penulis menerima saran ataupun kritikan yang bersifat membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

Akhir kata penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Medan, Mei 2011

Penulis

Hery Sanukri Munte

ABSTRAK

Dewasa ini, analisa perhitungan struktur dalam perencanaan Teknik Sipil sudah dalam tahap penggunaan bantuan teknologi yaitu dengan bantuan program komputer untuk menyelesaikan semua permasalahannya. Selain akurasi yang lebih baik, perhitungan dengan program komputer memberikan efisiensi waktu yang lebih baik dan lebih efektif dari segi hasil. Walaupun demikian, tidak boleh dilupakan bagaimana cara perhitungan secara manual karena setiap program komputer yang dirancang untuk menghitung permasalahan perhitungan dalam perencanaan teknik sipil didasarkan pada analisa perhitungan secara manual. Dengan kata lain, bahasa pemrograman yang dipakai didasarkan pada konsep perhitungan manual.

Dengan pemikiran diatas maka pada tugas akhir ini akan dilakukan analisa struktur secara manual pada *space frame* (portal ruang tiga dimensi) dengan membandingkan hasil perhitungan antara metode elemen hingga (*finite element method*) dengan hasil dari program Ansys versi 9.0.

Dari perhitungan yang dilakukan maka diperoleh perbandingan hasil dalam persentase perbedaan hasil antara perhitungan manual dengan metode elemen hingga dengan program Ansys versi 9.0 yang sangat kecil yaitu sampai dengan 0.002%. Hal ini disebabkan karena bahasa pemrograman Ansys versi 9.0 didasarkan pada metode elemen hingga.

Kata Kunci : Portal ruang(space frame), Metode Elemen Hingga.

DAFTAR NOTASI

F	= Gaya (kg)
r	= Lengan momen (cm)
M	= Momen (kg-cm)
w	= Beban terbagi rata (kg/cm)
P	= Beban yang bekerja (kg)
A	= Luas penampang (cm ²)
Φ	= Suatu fungsi
k	= Kekakuan
{d}	= Vektor dari perpindahan (displacement)
T	= Transformasi
E	= Modulus Elastisitas (kg/cm ²)
I	= Inersia (cm ⁴)
L	= Panjang bentang (cm)
T ^T	= Transformasi Transpose
τ	= Tegangan Geser (kg/cm ²)
γ	= Regangan Geser
G	= Modulus geser material (kg/cm ²)
J	= Momen inersia polar (cm ⁴)
Y	= Poisson ratio
[k]	= Matriks kekakuan lokal
[kg]	= Matriks kekakuan global

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1. Contoh portal ruang.....	2
Gambar 1. 2. Portal Ruang Tiga Lantai	6
Gambar 2.1(a) Susunan kolom dan balok dalam memikul beban vertical	10
Gambar 2.1(b) Susunan kolom dan balok dalam memikul beban horizontal	10
Gambar 2.1 (c) Hubungan antar elemen diubah	11
Gambar 2.1 (c) Perubahan posisi antar elemen.....	11
Gambar 2.2.1 Klasifikasi dari elemen struktur dasar menunjukkan geometris dan sifat-sifat fisik utama	13
Gambar 2.2.2 Struktur kaku dan struktur tidak kaku	14
Gambar 2.2.3 Struktur kaku yang umum	18
Gambar 2.2.4 Rangka batang	19
Gambar 2.2.5 Struktur <i>Post-and-Beam</i> dan struktur rangka kaku	20
Gambar 2.3.1 Kondisi gaya internal: tarik, tekan dan lentur	25
Gambar 2.4.1 Momen	27
Gambar 2.4.2 Momen akibat beban terdistribusi	29
Gambar 2.4.3 Hubungan gaya-gaya, gaya resultan dan gaya penyeimbang.....	30
Gambar 2.4.4 Diagram (keseimbangan) benda bebas dan reaksi	32
Gambar 2.4.5 Gaya tekan dan tarik internal pada batang	34
Gambar 2.4.6 Batang tarik	35
Gambar 3.2.1 (a) Struktur bidang dengan bentuk sembarang.	
(b) Model elemen hingga yang mungkin pada struktur tersebut.	
(c) Elemen segi empat bidang dengan gaya-gaya titik kumpul <i>pidan</i>	
<i>qi</i> .Garis putus-putus memperlihatkan ragam deformasi	

Gambar 4. 1 Portal Ruang.....	65
Gambar 4.2 Portal Ruang dengan Beban Terpusat	66
Gambar 4.3 Desain Objek Pada Program Ansys	80
Gambar 4.4 Objek Setelah Diberi Kondisi Batas Tumpuan	81
Gambar 4.5 Objek Setelah Diberi Beban.....	81
Gambar 4.6 Displacement Pada Objek	82
Gambar 4.7 Gaya Lintang Pada Objek	83
Gambar 4.9 Bidang Momen Pada Objek	84

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Abstrak	iii
Daftar isi.....	iv
Daftar notasi	vii
Daftar gambar.....	viii

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Umum.....	1
1.2 Latar Belakang Permasalahan	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Pembatasan Masalah	4
1.5 Metode Pembahasan.....	4

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum.....	7
2.2 Kelas – Kelas Umum Struktur.....	11
2.2.1 Struktur Utama	11
2.2.2 Elemen-element Struktur Utama.....	15
2.2.2.1 Balok dan Kolom	16
2.2.2.2 Rangka Kaku	17
2.2.3 Satuan Struktur Utama	21
2.3 Analisis dan Desain Struktur.....	22
2.3.1 Kestabilan Struktur.....	23
2.3.2 Gaya dalam : Tarik, Tekan dan Lentur	24
2.4 Prinsip-prinsip Mekanika	26

2.4.1 Gaya dan Momen	26
2.4.1.1 Gaya	26
2.4.1.2 Momen	27
2.4.2 Keseimbangan	29
2.4.2.1 Keseimbangan suatu partikel	29
2.4.2.2 Keseimbangan benda tegar	30
2.4.3 Gaya Internal dan Eksternal	31
2.4.3.1 Sistem gaya Eksternal	31
2.4.3.2 Sistem gaya internal	33
2.5 Jenis-jenis Struktur pada Bangunan Teknik Sipil	36
2.5.1 Truss (rangka)	36
2.5.2. Grid /Grillage (Balok Silang).....	36
2.5.3. Frame (Portal)	37
BAB III METODE ANALISA	
3.1 Umum.....	38
3.2 Konsep Elemen Hingga.....	38
3.2.1 Sejarah Singkat Metode Elemen Hingga	42
3.2.2 Dasar-dasar Metode Elemen Hingga	43
3.3 Persamaan Grid dan Frame Element	45
3.3.1 Elemen Beam dua dimensi berorientasi ke semua arah	45
3.3.2 Element Frame dengan Perletakan Miring.....	49
3.3.3 Persamaan Grid	50
3.4 Element Beam Berorientasi Dalam Ruang	56
3.4.1 Melentur Arah Bidang $\hat{x} - \hat{z}$	57

3.4.2 Melentur Arah Bidang $\hat{z} - \hat{y}$	57
3.5 Langkah-langkah penyelesaian persoalan struktur dengan Finite Element Methode	62
BAB IV APLIKASI DAN PEMBAHASAN	
4.1 Analisa Struktur dengan Metode Elemen Hingga.....	63
4.1.1 Menentukan Inersia dan Modulus Elastisitas kolom dan balok.....	67
4.1.2 Menentukan matriks kekakuan lokal	68
4.1.3 Menentukan matriks kekakuan global	69
4.1.4 Menentukan matriks kekakuan struktur	75
4.1.5 Simulasi dengan program Ansys.....	77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	93
5.2 Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA	94
LAMPIRAN	