

STUDI ANALISIS PEMODELAN BENDA UJI KUBUS DAN SILINDER UNTUK MENETUKAN KUAT TEKAN BETON DENGAN MENGGUNAKAN SOFTWARE KOMPUTER

**HEBER SEMBIRING
NRP. 0221023**

Pembimbing : Anang Kristanto, ST., MT.

**UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN SIPIL
BANDUNG
2006**

ABSTRAK

Teknologi komputerisasi berkembang dengan pesat yang mempermudah dalam pengerjaan baik dalam bidang numerik dan non-numerik, salah satunya dalam bidang teknik sipil yang banyak muncul *software-software* yang mempermudah para praktisi Teknik sipil dalam suatu penganalisisan.

Pada penelitian ini digunakan *software* SAP2000, dengan benda uji berbentuk Kubus berukuran 15 cm x 15 cm dan Silinder berukuran diameter 15cm, tinggi 30 cm. Model pembebanan yang digunakan ada tiga jenis, yang pertama dengan beban terpusat di setiap titik nodal permukaan benda uji yang besarnya sama, kedua beban terpusat disetiap titik nodal permukaan benda uji dengan beban berdasarkan luas area, ketiga tegangan permukaan yang diberikan pada permukaan benda uji tersebut. Besar beban hancur didapat dari laboratorium dan di input kedalam *software*, pengujian ini dilakukan berulang kali hingga mendapat besar beban pada *software* harus sama dengan beban laboratorium. Jumlah benda uji yang dianalisis sebanyak enam buah, tiga benda uji kubus dan tiga benda uji silinder.

Hasil studi penelitian ini menunjukkan dari model pembebanan yang digunakan disarankan menggunakan model pembebanan yang kedua dan ketiga karena lebih mendekati kondisi lapangan dan hasilnya lebih mendekati hasil laboratorium.

DAFTAR ISI

SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR	i
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR NOTASI	xvi

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar belakang	1
1.2 Tujuan penelitian	2
1.3 Pembatasan masalah	3
1.4 Metodologi	3
1.5 Sistematika penulisan	3

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Metode Elemen Hingga	5
2.1.1 Konsep dasar <i>Finite Element Method</i>	5
2.1.2 Langkah–langkah dalam <i>Finite Element Method</i>	6
2.2 Program pada Metode Elemen Hingga	12
2.2.1 Diskretisasi suatu struktur	12

2.2.2 Sistem penomoran titik nodal	13
2.2.3 Konvergensi oleh pembagian yang lebih halus	14
2.2.4 Elemen dengan orde yang lebih tinggi	17
2.2.5 Perhitungan struktur yang sangat besar	17
2.2.6 Hubungan titik–titik nodal dan assembling	18
2.3 Solusi umum berbasis komputer	18
2.4 <i>Software</i> SAP2000	20
2.4.1 Sistem sumbu koordinat (Global dan Lokal)	20
2.4.2 Solid elemen pada SAP2000	22
2.5 Tegangan tiga dimensi	24

BAB III. STUDI KASUS

3.1 Model benda uji	27
3.2 Pemodelan benda uji dengan SAP2000	30
3.1.1 Langkah–langkah memodelkan benda uji	31
3.3 Proses menentukan beban hancur	40
3.3.1 Model Kubus	42
3.3.2 Model Silinder	54

BAB IV. ANALISIS DATA

4.1 Pengaruh model pembebanan	68
4.1.1 Benda uji Kubus	68
4.1.2 Benda uji Silinder	71
4.2 Pengaruh tumpuan	74

4.3 Pengaruh jumlah mesh	74
4.4 Korelasi hasil laboratorium dengan model <i>software</i>	81
 BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan	92
5.2 Saran	93
 DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	
	94
	95

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Benda uji Kubus I	45
Tabel 3.2 Benda uji Kubus II	49
Tabel 3.3 Benda uji Kubus III	53
Tabel 3.4 Benda uji Silinder I	57
Tabel 3.5 Benda uji Silinder II	61
Tabel 3.6 Benda uji Silinder III	66
Tabel 4.1 Hasil pembebanan Benda uji Kubus pada Laboratorium	68
Tabel 4.2 Hasil pembebanan Benda uji Silinder pada Laboratorium	68

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Poligon dalam lingkaran	7
Gambar 2.2 Poligon di luar lingkaran	8
Gambar 2.3 Konvergensi untuk pendekatan luas lingkaran	8
Gambar 2.4 Hasil pendekatan dari : a. <i>Assemblage</i> , b. Elemen yang berdampingan, c. Potongan sepanjang A-A	9
Gambar 2.5 Diskretisasi suatu struktur	13
Gambar 2.6 Sistem penomoran titik nodal	14
Gambar 2.7 Pembagian elemen	15
Gambar 2.8 Jenis pembagian elemen	16
Gambar 2.9 Perbandingan solusi eksak	16
Gambar 2.10 Pendekatan mencari Luas dibawah kurva	19
Gambar 2.11 Tahapan umum dalam pemodelan struktur	20
Gambar 2.12 Sistem sumbu dengan kaidah tangan kanan	21
Gambar 2.13 Rotasi positif dengan kaidah tangan kanan	22
Gambar 2.14 Gambar solid elemen, pertemuan join dan bidang permukaan pada SAP2000	23
Gambar 2.15 Tegangan tiga dimensi berdasarkan sumbu lokal pada SAP2000	24
Gambar 2.16 Komponen–komponen normal dan geser dari tegangan	24
Gambar 2.17 Status tegangan paling umum yang bekerja pada sebuah elemen	25
Gambar 3.1 Model pembebanan untuk Kubus	28

Gambar 3.2 Model pembebanan untuk silinder	29
Gambar 3.3 Tampilan awal SAP2000	31
Gambar 3.4 <i>New model</i>	32
Gambar 3.5 <i>Solids model</i>	32
Gambar 3.6 model kubus	33
Gambar 3.7 <i>Materials</i>	33
Gambar 3.8 <i>Define materials</i>	34
Gambar 3.9 <i>Materials data</i>	34
Gambar 3.10 <i>Load cases</i>	35
Gambar 3.11 <i>Define load</i>	35
Gambar 3.12 <i>Joint</i>	36
Gambar 3.13 <i>Restraints</i>	36
Gambar 3.14 <i>Joint loads</i>	37
Gambar 3.15 <i>Joint forces</i>	37
Gambar 3.16 Hasil <i>joint forces</i>	37
Gambar 3.17 <i>Solid loads</i>	38
Gambar 3.18 <i>Pressure load</i>	38
Gambar 3.19 Hasil <i>pressure load</i>	38
Gambar 3.20 <i>Analyze Run</i>	39
Gambar 3.21 <i>Set analyze cases to run</i>	39
Gambar 3.22 <i>Analysis complete</i>	40
Gambar 3.23 Bagan metodologi pembebanan	41
Gambar 3.24 Model pembebanan pertama Mesh 2 x 2 x 2 untuk benda uji I	42

Gambar 3.25 Model pembebanan kedua Mesh 2 x 2 x 2	
untuk benda uji I	43
Gambar 3.26 Model pembebanan ketiga Mesh 2 x 2 x 2	
untuk benda uji I	44
Gambar 3.27 Model pembebanan pertama Mesh 2 x 2 x 2	
untuk benda uji II	46
Gambar 3.28 Model pembebanan kedua Mesh 2 x 2 x 2	
untuk benda uji II	47
Gambar 3.29 Model pembebanan ketiga Mesh 2 x 2 x 2	
untuk benda uji II	48
Gambar 3.30 Model pembebanan pertama Mesh 2 x 2 x 2	
untuk benda uji III	50
Gambar 3.31 Model pembebanan kedua Mesh 2 x 2 x 2	
untuk benda uji III	51
Gambar 3.32 Model pembebanan ketiga Mesh 2 x 2 x 2	
untuk benda uji III	52
Gambar 3.33 Parameter benda uji I	54
Gambar 3.34 Model pembebanan pertama Mesh 15 x 1 x 1	
untuk benda uji I	55
Gambar 3.35 Model pembebanan kedua Mesh 15 x 1 x 1	
untuk benda uji I	56
Gambar 3.36 Model pembebanan ketiga Mesh 15 x 1 x 1	
untuk benda uji I	56
Gambar 3.37 Parameter benda uji II	58

Gambar 3.38 Model pembebanan pertama Mesh 15 x 1 x 1	
untuk benda uji II	59
Gambar 3.39 Model pembebanan kedua Mesh 15 x 1 x 1	
untuk benda uji II	60
Gambar 3.40 Model pembebanan ketiga Mesh 15 x 1 x 1	
untuk benda uji II	60
Gambar 3.41 Parameter benda uji III	62
Gambar 3.42 Model pembebanan pertama Mesh 15 x 1 x 1	
untuk benda uji III	63
Gambar 3.43 Model pembebanan kedua Mesh 15 x 1 x 1	
untuk benda uji III	64
Gambar 3.44 Model pembebanan ketiga Mesh 15 x 1 x 1	
untuk benda uji III	65
Gambar 4.1 Benda uji Kubus model pembebanan pertama	69
Gambar 4.2 Benda uji Kubus model pembebanan kedua	70
Gambar 4.3 Benda uji Kubus model pembebanan ketiga	71
Gambar 4.4 Benda uji Silinder model pembebanan pertama	72
Gambar 4.5 Benda uji Silinder model pembebanan kedua	73
Gambar 4.6 Benda uji Silinder model pembebanan ketiga	74
Gambar 4.7 Benda uji kubus dengan model beban 1	75
Gambar 4.8 Benda uji kubus dengan model beban 2	75
Gambar 4.9 Benda uji kubus dengan model beban 3	76
Gambar 4.10 Benda uji Silinder dengan division anggular 15,	
model beban 1	76

Gambar 4.11 Benda uji Silinder dengan division anggular 15, model beban 2	77
Gambar 4.12 Benda uji Silinder dengan division anggular 15, model beban 3	77
Gambar 4.13 Benda uji Silinder dengan division anggular 20, model beban 1	78
Gambar 4.14 Benda uji Silinder dengan division anggular 20, model beban 2	78
Gambar 4.15 Benda uji Silinder dengan division anggular 20, model beban 3	79
Gambar 4.16 Benda uji Silinder dengan division anggular 30, model beban 1	79
Gambar 4.17 Benda uji Silinder dengan division anggular 30, model beban 2	80
Gambar 4.18 Benda uji Silinder dengan division anggular 30, model beban 3	80
Gambar 4.19 Mesh 2 x 2 x 2	82
Gambar 4.20 Mesh 3 x 3 x 3	82
Gambar 4.21 Mesh 4 x 4 x 4	83
Gambar 4.22 Mesh 5 x 5 x 5	83
Gambar 4.23 Mesh 10 x 10 x 10	84
Gambar 4.24 Mesh 15 x 15 x 15	84
Gambar 4.25 Mesh 20 x 20 x 20	85
Gambar 4.26 Mesh 30 x 30 x 30	85

Gambar 4.27 Mesh 15 x 1 x 1	86
Gambar 4.28 Mesh 15 x 5 x 5	86
Gambar 4.29 Mesh 15 x 10 x 10	87
Gambar 4.30 Mesh 15 x 20 x 20	87
Gambar 4.31 Mesh 20 x 1 x 1	88
Gambar 4.32 Mesh 20 x 5 x 5	88
Gambar 4.33 Mesh 20 x 10 x 10	89
Gambar 4.34 Mesh 20 x 20 x 20	89
Gambar 4.35 Mesh 30 x 1 x 1	90
Gambar 4.36 Mesh 30 x 5 x 5	90
Gambar 4.37 Mesh 30 x 10 x 10	91
Gambar 4.38 Mesh 30 x 20 x 20	91

DAFTAR NOTASI

L = Luas permukaan kubus/silinder (mm^2)

σ = Tegangan hancur (N/mm^2)

P_{tot} = Besar beban (Kg)

n = Jumlah titik nodal permukaan

s = Jumlah area permukaan