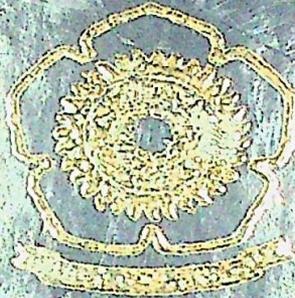


KAJI TEORITIK DEPLEKSI MAKSIMUM 1, 2, 3
DIMENSI BALOK TUMPUAN SEDERHANA
DENGAN BEBAN TERPUSAT



Dibuat untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Sarjana I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sepuluh Nopember

Oleh :

KEP. AHMAD FIRRIALSYAH
98023120041

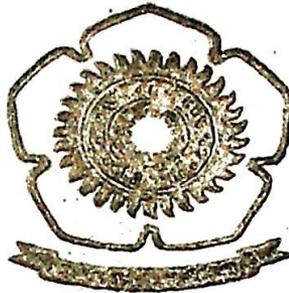
JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SEPULUH NOPEMBER
2007

621.319 07

fur
k

2007

**KAJI TEORITIK DEFLEKSI MAKSIMUM 1, 2, 3
DIMENSI BALOK TUMPUAN SEDERHANA
DENGAN BEBAN TERPUSAT**



**Dibuat untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan Pendidikan Strata 1
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

R. 17255

T. 17639

OLEH :

**KM. AKIB FIRMANSYAH
03023150041**

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2007**

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK MESIN

SKRIPSI

**KAJI TEORITIK DEFLEKSI MAKSIMUM 1, 2, 3, DIMENSI
BALOK TUMPUAN SEDERHANA DENGAN
BEBAN TERPUSAT**



Oleh :

Nama : **KM. Akib Firmansyah**

NIM : **03023150041**

Diketahui Oleh,
Ketua Jurusan Teknik Mesin

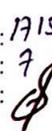


Ir. Helmy Alian, M.T
NIP. 131 672 077

Diperiksa & Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing Skripsi

Zainal Abidin
Ir. Zainal Abidin MT
NIP. 131 595 557
26/12/07

UNIVERSITAS SRIWIJAYA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK MESIN

AGENDA NO : 1715/TA/IA/2008
DITERIMA TGL : 7 JANUARI 2008
PARAF : 

SKRIPSI

Nama : KM. Akib Firmansyah

NIM : 03023150041

KBK : KONSTRUKSI MESIN

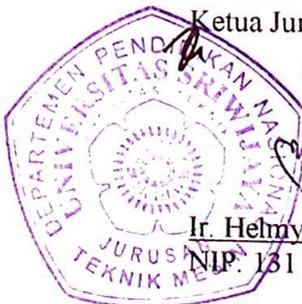
Mata Kuliah : Mekanikan Kekuatan Material, Metode Elemen Hingga

Judul : **KAJI TEORITIK DEFLEKSI MAKSIMUM 1, 2, 3,
DIMENSI BALOK TUMPUAN SEDERHANA
DENGAN BEBAN TERPUSAT**

Diberikan :

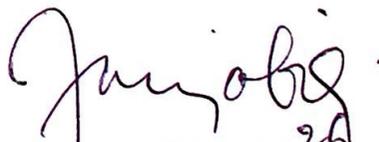
Selesai :

Diketahui Oleh,
Ketua Jurusan Teknik Mesin




Ir. Helmy Alian, M.T
NIP. 131 672 077

Diperiksa & Disetujui Oleh
Dosen Pembimbing Skripsi


Ir. Zainal Abidin MT
NIP. 131 595 557 ²⁶/₁₂ - 07

MOTTO

**“Dan bahwasanya seorang manusia tiada memperoleh selain apa yang
diusahakannya “**

(Q.S. An-Najm : 39)

“Sungguh sesudah kesulitan itu ada kesulitan”

(Q.S. Alam Nasyroh : 5)

**“ Orang bijak adalah dia yang mengerjakan apa yang orang bodoh akan
mengerjakannya tiga hari kemudian “**

(Abdullah Ibnu Mubarak)

Skripsi ini kupersembahkan untuk :

- Kedua Orangtuaku Tersayang
- WakCak, WakCek, Wakcik, Ciky
- Saudara 2 ku Cak Er, K'Imam, Cek Nik, K'Tom, Ita, Unus, Rozak
- Keponakanku Tersayang R3, n Thoriq
- Seluruh Keluarga Besarku di Palembang
- My best friend anak-anak unsri hardi, kudri, luncuk, panjoel, afif, ijal, piping,
husni, agung, annes, faisal, hari, rahmat, iqbal, coy, berto, yai, eka, bang martin
- n Teman2 di Teknik Mesin 2002
- Dan seluruh orang-orang dekat yang telah membantu dan mendukungku selama ini

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“KAJI TEORITIK DEFLEKSI MAKSIMUM 1, 2, 3 DIMENSI BALOK TUMPUAN SEDERHANA DENGAN BEBAN TERPUSAT”** dengan baik dan tepat waktu. Skripsi ini dibuat untuk salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.

Selama dalam proses penyelesaian Skripsi ini, penulis banyak dapat mendapat masukan-masukan berupa bimbingan, saran, nasehat, dorongan serta petunjuk secara langsung dari dosen pembimbing dan pihak-pihak lainnya, yang sangat membantu penyelesaian skripsi ini. Untuk itu dalam kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bimbingan serta bantuan yang telah diberikan hingga selesainya Skripsi ini, terutama kepada :

1. Bapak Ir. Zainal Abidin, MT selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah bersedia meluangkan waktu, tenaga, dan pikirannya dalam membimbing penulis menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak Irsyadi Yani, ST. M.eng selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang telah memberikan bimbingan, nasehat, dorongan dan kesempatan yang sebesar – besarnya.
3. Bapak Dr. Ir. Hasan Basri, Dekan Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
4. Bapak Ir. Helmy Alian, MT, Ketua Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Ir. Zahri Kadir, MT, Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya.
6. Bapak Ismail ST, MT, Kak Zul, n Kak Gunawan ST, MT
7. Staf Tata Usaha Jurusan Teknik Mesin, K' Gun n Yu' Umi terimakasih atas bantuannya selama ini

8. Teman-teman pendahulu ST, Fitrianza ST, Rahmat Hidayat ST, Hendri ST, Boston ST, Firman ST, Steven ST, Dian Afrizal ST, Agung ST, Husni ST, Hendra ST, Faisal ST, Yuwanda ST, Farabi ST, Fatoni ST, Rahmat akbar ST, Welki ST, Abdallah ST, Edy ST, Peres ST, Sularno ST, Fathan ST, Jimmi ST, Dodi ST, Ozkar ST, Ardilah ST , Al Afif ST dan lain-lain, sori klu ada yang nggak disebut
9. Teman-teman seperjuangan, yai, yudi, amir, dodit, tafrant, ki2n, elkana, eka jumiarsa, christoper, wa2n, ferdi, posma, eka'03
10. Teman-teman yang belum ST, Agung SW, Hamdani, Piping, Tomkent, Hamka, Enong, Jon, Soni, dll, Cepet2 la nyusul man
11. Adik-adik angkatan 03
12. Special toek kudri, Hari, Coy, Bang martin, Iqbal, Hardi, n Teguh thanks banget tinta n printernya, Berto toek *Programnya*, n Cek Mang toek motornya slama ini
13. Semua pihak yang baik secara langsung maupun tidak telah membantu hingga selesainya Skripsi ini.

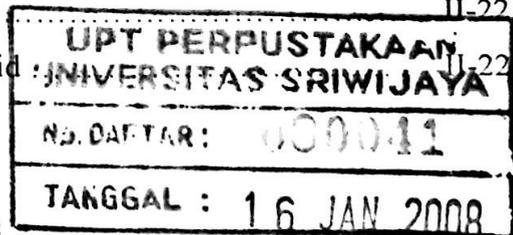
Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Skripsi ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis menyambut baik adanya kritik dan sarannya yang membangun dari berbagai pihak untuk kesempurnaan Skripsi ini. Akhir kata penulis harapkan semoga Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Inderalaya, November 2007

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR SIMBOL	xi
BAB I. PENDAHULUAN	
I.1 Latar Belakang	I-1
I.2 Tujuan dan manfaat	I-3
I.3 Pembatasan masalah	I-3
I.4 Metode penulisan	I-4
I.5 Sistematika penulisan	I-4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
II.1. Defleksi Pada Balok	II-1
II.2. Konstruksi Balok Tumpuan Sederhana	II-2
II.3 Metode Integrasi Ganda Dari Persamaan Diferensial Kurva Lendutan	II-4
II.4 Metode Elemen Hingga	II-8
II.4.1 Notasi Matriks Metode Elemen Hingga	II-11
II.4.2 Langkah Umum Analisa Metode Elemen Hingga .	II-12
II.4.3 Penurunan Matrik Kekakuan Struktur Beam	II-14
II.5 Perangkat Lunak Abaqus 6.4	II-19
II.5.1 Terminologi Abaqus 6.4	II-21
II.5.2 Tipe-tipe Elemen pada Abaqus 6.4	II-21
II.5.3 Satuan Dalam Abaqus 6.4	II-21
II.5.4 Derajat Kebebasan	II-22
II.5.5 Output Elemen Solid	II-22



BAB III ANALISA DAN PEMBAHASAN	
III.1 Data-data	III-1
III.2 Analisa Defleksi Balok Tumpuan Sederhana Untuk 1 Dimensi Dengan Metode Elemen Hingga	III-2
III.3 Analisa Defleksi Balok Tumpuan Sederhana Untuk 2 Dimensi Dengan Menggunakan Abaqus 6.4	III-5
III.4 Analisa Defleksi Balok Tumpuan Sederhana Untuk 3 Dimensi Dengan Menggunakan Abaqus 6.4	III-8
III.5 Analisa Defleksi Balok Tumpuan Sederhana Dengan Menggunakan Mekanika Kekuatan Material	III-12
III.6 Penyimpangan Analisa Metode Elemen Hingga	III-13

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

IV.1 Kesimpulan	IV-1
IV.2 Saran	IV-2

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar		Hal
2.1	Balok dalam posisi awal	II-1
2.2	Balok dalam konfigurasi terdeformasi	II-1
2.3	Balok Tumpuan Sederhana	II-3
2.4	Tipe-tipe elemen pada metode elemen hingga	II-13
2.5	Elemen Beam dengan perpindahan node positif, rotasi, beban dan momen	II-14
2.6	Perjanjian tanda untuk gaya geser dan momen pada beam	II-15
2.7	Tampilan Program Abaqus 6.4	II-20
2.8	Enam derajat kebebasan pada sistem koordinat	II-22
3.1	Balok Tumpuan sederhana	III-2
3.2	Kondisi pembebanan dan tumpuan pada balok	III-6
3.3	Mesh pada balok model 2 dimensi	III-7
3.4	Analisa defleksi pada model 2 dimensi	III-8
3.5	Kondisi pembebanan dan tumpuan pada balok	III-9
3.6	Mesh pada balok model 3 dimensi	III-10
3.7	Analisa defleksi pada model 3 dimensi	III-11
3.8	Kurva lendutan dari balok	III-12

DAFTAR TABEL

Tabel		Hal
3.1	Data spesifikasi material	III-7
3.2	Data spesifikasi material	III-10

Daftar Simbol

A	luas permukaan
B	matriks penghubung regangan dengan perpindahan titik
d	matriks perpindahan local, dan juga global
D	matrik penghubung tegangan dengan regangan
E	modulus elastisitas
f	matriks gaya pada koordinat local
F	matriks gaya pada koordinat global
I	momen inersia
k	matriks kekakuan koordinat lokal
K	matriks kekakuan koordinat global
L	panjang elemen batang
M	moment Lentur
N_i	fungsi bentuk
t	ketebalan dari elemen
u, v, w	fungsi perpindahan pada arah x, y, dan z
V	gaya geser
Φ	kemiringan
ε	regangan normal
κ	kelengkuan kurva
ρ	radius kurva defleksi
ν	poison's ratio
σ	tegangan normal
τ	tegangan geser
γ	regangan geser

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Pendahuluan

Metode elemen hingga (finite element method) telah berkembang pesat dan sangat berguna untuk solusi numerik penyelesaian masalah dalam bidang teknik. Dalam perkembangannya metode ini dipengaruhi oleh perkembangan teknologi komputer. Metode ini telah banyak diterapkan dalam masalah keteknikan antara lain, dalam industri otomotif, rancang bangun pesawat terbang, gedung-gedung, struktur jembatan, aliran fluida dan lain-lain.

Dalam persoalan-persoalan yang menyangkut geometri yang rumit, seperti persoalan pembebanan terhadap struktur yang kompleks, pada umumnya sulit untuk dipecahkan dengan matematika analitis. Hal ini disebabkan karena matematika analitis memerlukan besaran atau harga yang harus diketahui pada setiap titik pada struktur yang dikaji.

Penyelesaian analisis dari suatu persamaan diferensial suatu geometri yang kompleks, pembebanan yang rumit, tidak mudah diperoleh. Formulasi dari metode elemen hingga dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan ini.

Metode elemen hingga pada sebuah struktur yang kompleks dibagi menjadi beberapa elemen. Pada setiap sisi atau sudut elemen hingga terdapat titik-titik yang mewakili nilai-nilai yang akan dicari seperti



perpindahan (displacement), tegangan, atau regangan. Dengan mengambil nilai dari sifat-sifat material tersebut seperti modulus elastisitas (E) dan poisson ratio (ν), disamping beban-beban yang diberikan dan kondisi batas. Proses penggabungan elemen-elemen tersebut untuk mendapatkan matriks kekakuan struktur secara keseluruhan, dan nilai-nilai yang ingin dicari pada setiap titik elemennya.

Metode matriks kekakuan (matrix-stiffness method) merupakan salah satu metode yang digunakan dalam metode elemen hingga. Dalam metode ini gaya yang diberikan dan deformasi yang dihasilkan pada suatu struktur dihubungkan oleh matriks kekakuan. Semakin banyak jumlah titik pada suatu struktur yang dianalisa maka semakin besar pula ukuran matriks kekakuan tersebut.

Defleksi adalah salah satu dari yang akan dianalisa pada suatu balok yang terbebani secara terpusat. Defleksi diilustrasikan sebagai sebuah balok dibebani atau diberi gaya yang sumbu longitudinal semula lurus akan berubah menjadi sebuah kurva yang disebut *deflection curve of the beam* (kurva lendutan dari balok). Disamping faktor tegangan, spesifikasi untuk rancang bangun balok sering ditentukan oleh adanya defleksi. Konsekuensinya, disamping perhitungan tentang tegangan-tegangan perancang juga harus mampu menentukan defleksi. Perhitungan defleksi (lendutan) ini penting untuk perhitungan balok statis tak tentu, selain itu, defleksi seringkali harus dihitung untuk memeriksa kemungkinan melebihi batas yang diizinkan. Hal ini terjadi pada waktu

perencanaan struktur bangunan, dimana biasanya ada batas maksimum untuk defleksi, karena defleksi yang besar akan mengakibatkan perubahan bentuk yang jelek dan struktur yang rapuh atau tidak stabil. Sebagai contoh, dalam banyak kode bangunan defleksi yang diperkenankan dari suatu batang tidak boleh melebihi $1/300$ dari panjang balok. Dengan demikian, balok yang dirancang dengan baik tidak hanya mampu mendukung beban yang akan diterimanya tetapi juga harus mampu mengatasi terjadinya defleksi sampai batas tertentu

1.2 Tujuan dan Manfaat Penulisan

Tujuan dari penulisan skripsi ini adalah

1. Mempelajari dan mengetahui konsep dasar penentuan defleksi pada balok tumpuan sederhana yang dikenai beban terpusat.
2. Mempelajari dan menggunakan perangkat lunak analisa struktur yaitu Abaqus 6.4 untuk menghitung defleksi maksimum pada balok tumpuan sederhana pada model 2, dan 3 dimensi
3. Menghitung nilai perpindahan maksimum yang terjadi pada balok dengan Mekanika Kekuatan Material

Manfaat dari penulisan skripsi ini adalah :

1. Dapat menentukan persamaan kurva defleksi pada balok tumpuan sederhana
2. Sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan S-1 di Universitas Sriwijaya

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam analisa perhitungan ini akan dibatasi oleh beberapa hal, yaitu :

1. Analisa defleksi dikhususkan hanya pada balok tumpuan sederhana saja, yaitu balok dimana salah satu ujungnya memiliki tumpuan sendi (*pin support*) dan ujung yang lainnya memiliki tumpuan geser (*roller support*).
2. Skripsi ini mengutamakan beban yang terkonsentrasi pada tengah balok.
3. Metode yang dilakukan penulis dalam melakukan analisa yaitu dengan melakukan prosedur perhitungan secara analitis dan dengan melakukan simulasi pada perangkat lunak Abaqus 6.4 untuk perhitungan elemen hingga.

1.4 Metode Penulisan

Metode yang digunakan dalam penyusunan skripsi ini yaitu dengan :

1. Studi pustaka yaitu dengan mengumpulkan informasi dari buku-buku teks dan program-program komputer yang berkaitan dengan penerapan metode elemen hingga.
2. Studi Perangkat lunak. Dalam perhitungan manual, penulis menggunakan Software Abaqus 6.4 untuk membantu menganalisa pada perhitungan metode elemen hingga

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini adalah sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Berisi latar belakang masalah, tujuan, pembatasan masalah, metode penulisan, dan sistematika penulisan skripsi

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini membahas tentang defleksi, metode elemen hingga, dan pengenalan program Abaqus 6.4

BAB III ANALISA DAN PEMBAHASAN

Berisi tentang perhitungan nilai defleksi maksimum yang didapat dari perhitungan dan analisa dengan metode elemen hingga pada model-model 1 dimensi, 2 dimensi, dan 3 dimensi, dan perhitungan dengan mekanika kekuatan material

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

Pada bab ini terdiri dari kesimpulan dan saran yang diambil dari hasil analisa dan penelitian skripsi yang ditulis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Chandrapatla, R. T. and Ashoh, D. "Introduction to Finite Elemen in Engineering", New Jersey, Prentice Hall, 1991
2. Logan, D. L, "A First Course in the Finite Element Method", Third edition
Boston: PWS, 1986
3. Meriam, J. L, and Kraige, L. G, Mekanika Teknik, Jilid I, "Statika Struktur" Edisi Kedua, Penerbit Erlangga, 2000
4. Popov, E. P, Nagarajan, S. "Mekanika Teknik", Edisi Kedua , Erlangga, Jakarta, 1993
5. Susantio, Yerri, "Dasar-dasar Metode Elemen Hingga", Edisi pertama, Yogyakarta: Penerbit Andi, 2004
6. Zienkiewicz, O. C, "The Finite Element Method", 3rd edition, New York, Mc Graw-Hill, 1977