

## DAFTAR ISI

Lembar Pengesahan .....	i
Kata Pengantar .....	ii
Abstrak .....	iv
<i>Abstract</i> .....	v
Lembar Pernyataan Keaslian .....	vi
Daftar Isi .....	vii
Daftar Gambar .....	x
Daftar Tabel .....	xiii

### BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Identifikasi Masalah .....	4
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Rumusan Masalah .....	5
1.5 Tujuan Penelitian .....	5
1.6 Sistematika Penulisan .....	6

## **BAB 2 TEORI BALOK EULER-BERNOULLI DAN TIMOSHENKO**

2.1	Pendahuluan.....	7
2.2	Teori Balok Euler-Bernoulli .....	8
2.2.1	Kekurangan dan Kelebihan Teori Balok Euler-Bernoulli .....	12
2.3	Teori Balok Timoshenko .....	12
2.3.1	Kekurangan dan Kelebihan Teori Balok Timoshenko .....	14
2.4	Analisis Dinamik .....	15
2.4.1	Frekuensi Alami pada Balok Euler-Bernoulli .....	16
2.4.2	<i>Mode Shape</i> pada Balok Euler-Bernoulli .....	17
2.4.3	Frekuensi Alami pada Balok Timoshenko.....	18
2.4.4	<i>Mode Shape</i> pada Balok Timoshenko .....	19

## **BAB 3 METODE ELEMEN HINGGA**

3.1	Pendahuluan.....	21
3.1.1	Aplikasi dari Metode Elemen Hingga .....	22
3.1.2	Kelebihan dari Metode Elemen Hingga.....	23
3.1.3	Kekurangan dari Metode Elemen Hingga .....	24
3.2	Langkah Umum dari Metode Elemen Hingga.....	24
3.2.1	Penyelesaian Analisis Balok dengan Metode Elemen Hingga .....	29
3.2.1.1	Balok Euler-Bernoulli pada Metode Elemen Hingga .....	29
3.2.1.2	Balok Timoshenko pada Metode Elemen Hingga .....	32
3.2.2	Penyelesaian Analisis <i>Plain Stress</i> dengan Metode Elemen Hingga .....	35

3.2.3	Penyelesaian Analisis Dinamik dengan Metode Elemen Hingga .....	39
3.3	Program Berbasis Elemen Hingga.....	40
3.3.1	Analisis Balok dengan Elemen Batang.....	41
3.3.2	Analisis Balok dengan Elemen <i>Plane Stress</i> .....	52
<b>BAB 4 STUDI KASUS</b>		
4.1	Pendahuluan.....	60
4.2	Hasil Analisis dengan Program Berbasis Elemen Hingga.....	61
4.2.1	Frekuensi Alami Balok dengan Elemen Batang .....	61
4.2.2	<i>Mode Shape</i> Balok dengan Elemen Batang .....	62
4.2.3	Frekuensi Alami Balok dengan Elemen <i>Plane Stress</i> .....	63
4.2.4	<i>Mode Shape</i> Balok dengan Elemen <i>Plane Stress</i> .....	64
4.3	Perhitungan Teoritis.....	66
4.3.1	Teori Balok Euler-Bernoulli .....	66
4.3.2	Teori Balok Timoshenko .....	69
4.4	Perbandingan Hasil Analisis Program dengan Perhitungan Teoritis.....	73
4.5	Kontribusi <i>Mode Shape</i> .....	77
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN</b>		
5.1	Kesimpulan .....	79
5.2	Saran .....	80
DAFTAR PUSTAKA .....		81

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Deformasi Balok Sesuai Teori Balok Euler-Bernoulli.....	1
Gambar 1.2	Deformasi Balok Sesuai Teori Balok Timoshenko .....	2
Gambar 2.1	Model Balok Kantilever yang Disusun dari Elemen 2 Dimensi .....	8
Gambar 3.1	Elemen Satu Dimensi (elemen batang uniaksial dan elemen balok).....	25
Gambar 3.2	Elemen Dua Dimensi (elemen <i>plane stress</i> atau elemen <i>plane strain</i> ) .....	25
Gambar 3.3	Elemen Tiga Dimensi .....	26
Gambar 3.4	Elemen Diferensial Balok.....	30
Gambar 3.5	Balok Kantilever yang Dimodelkan dengan Elemen Dua Dimensi .....	38
Gambar 3.6	<i>New Model</i> .....	42
Gambar 3.7	<i>Add Frame Section Property</i> .....	43
Gambar 3.8	<i>Material Property Data</i> .....	44
Gambar 3.9	<i>Rectangular Section</i> .....	45
Gambar 3.10	<i>Beam</i> .....	45
Gambar 3.11	Model Balok dengan Elemen Batang .....	46
Gambar 3.12	<i>Assign Joint Restraints</i> .....	46
Gambar 3.13	Model Balok dengan Elemen Batang dengan Perletakan.....	46
Gambar 3.14	<i>Analysis Options</i> .....	47
Gambar 3.15	<i>Set Load Case to Run</i> .....	48

Gambar 3.16	<i>Choose Tables for Display</i> .....	49
Gambar 3.17	<i>Modal Participating Mass Ratios</i> .....	49
Gambar 3.18	<i>Joint Displacements</i> .....	50
Gambar 3.19	<i>Display Deformed Shape</i> .....	51
Gambar 3.20	<i>Mode Shape</i> Elemen-elemen Batang Mode 1, 2, dan 3.....	52
Gambar 3.21	<i>Plane Section Data</i> .....	53
Gambar 3.22	<i>Area Section</i> .....	54
Gambar 3.23	<i>Shear Wall</i> .....	54
Gambar 3.24	Model Balok dengan Elemen <i>Plane Stress</i> .....	55
Gambar 3.25	Model Balok dengan Elemen <i>Plane Stress</i> dengan Perletakan ....	55
Gambar 3.26	<i>Modal Participating Mass Ratios</i> .....	56
Gambar 3.27	<i>Joint Displacements</i> .....	56
Gambar 3.28	<i>Mode Shape</i> Elemen-elemen <i>Plane Stress</i> Mode 1, 2, dan 3 .....	57
Gambar 3.29	<i>Display Plane Stresses</i> .....	58
Gambar 3.3	Diagram Tegangan Maksimum pada Mode 1, 2, dan 3 .....	59
Gambar 4.1	Pemodelan Balok.....	60
Gambar 4.2	Mode 1 Balok dengan Elemen Batang .....	62
Gambar 4.3	Mode 2 Balok dengan Elemen Batang .....	63
Gambar 4.4	Mode 3 Balok dengan Elemen Batang .....	63
Gambar 4.5	Mode 1 Balok dengan Elemen <i>Plane Stress</i> .....	65
Gambar 4.6	Mode 2 Balok dengan Elemen <i>Plane Stress</i> .....	65
Gambar 4.7	Mode 3 Balok dengan Elemen <i>Plane Stress</i> .....	66
Gambar 4.8	Frekuensi Alami pada Mode 1 .....	74

Gambar 4.9	Frekuensi Alami pada Mode 2 .....	74
Gambar 4.10	Frekuensi Alami pada Mode 3 .....	75
Gambar 4.11	Mode 1 Balok Euler-Bernoulli dan Balok Timoshenko.....	75
Gambar 4.12	Mode 2 Balok Euler-Bernoulli dan Balok Timoshenko.....	76
Gambar 4.13	Mode 3 Balok Euler-Bernoulli dan Balok Timoshenko.....	76
Gambar 4.14	Kontribusi <i>Mode Shape</i> Balok dengan Elemen Batang .....	77
Gambar 4.15	Kontribusi <i>Mode Shape</i> Balok dengan Elemen <i>Plane Stress</i> .....	77
Gambar 4.16	Kontribusi <i>Mode Shape</i> Kumulatif Balok dengan Elemen Batang .....	78
Gambar 4.17	Kontribusi <i>Mode Shape</i> Kumulatif Balok dengan Elemen <i>Plane Stress</i> .....	78

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Persamaan untuk Menghitung Nilai $\beta$ .....	16
Tabel 2.2 Fungsi <i>Mode Shape</i> sesuai Jenis Perletakan .....	17
Tabel 4.1 Frekuensi Alami Balok dengan Elemen Batang .....	61
Tabel 4.2 Frekuensi Alami Balok dengan Elemen <i>Plane Stress</i> .....	64
Tabel 4.3 Koordinat <i>Mode Shape</i> Balok Euler-Bernoulli dari Mode 1 .....	68
Tabel 4.4 Koordinat <i>Mode Shape</i> Balok Euler-Bernoulli dari Mode 2 .....	68
Tabel 4.6 Koordinat <i>Mode Shape</i> Balok Euler-Bernoulli dari Mode 3 .....	69
Tabel 4.7 Frekuensi Alami .....	72
Tabel 4.8 Koordinat <i>Mode Shape</i> Balok Timoshenko dari Mode 1 .....	72
Tabel 4.9 Koordinat <i>Mode Shape</i> Balok Timoshenko dari Mode 1 .....	73
Tabel 4.10 Koordinat <i>Mode Shape</i> Balok Timoshenko dari Mode 1 .....	73