

STRUCTURAL ANALYSIS

Rf  
624.17  
ARI  
03

MILIK PERPUSTAKAAN	
UNIVERSITAS ATMA JAYA	
YOGYAKARTA	
Diterima	: 15 JUN 2003
Inventarisasi	: 11/36/TS/Hd. 6/2003
Klasifikasi	: Rf. 624.17/ARI/03
Katalog	:
Selesai diproses	:



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
FAKULTAS TEKNIK  
Program Studi Teknik Sipil

**ANALISIS PORTAL BIDANG DENGAN BATANG  
TAK PRISMATIS PADA LEBAR DAN TINGGINYA**

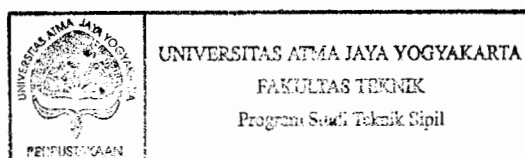
**TUGAS AKHIR SARJANA STRATA SATU**

Oleh :

**ARIF SUSANTO PRIBADI  
NPM : 99.02.09419**



**UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
Fakultas Teknik  
Program Studi Teknik Sipil  
Tahun 2003**



**PENGESAHAN**

**Tugas Akhir Sarjana Strata Satu**

**ANALISIS PORTAL BIDANG DENGAN BATANG  
TAK PRISMATIS PADA LEBAR DAN TINGGINYA**

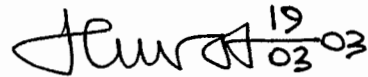
**Oleh :**

**ARIF SUSANTO PRIBADI  
NPM : 99.02.09419**

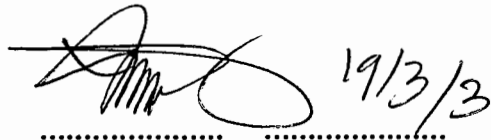
**telah diperiksa dan disetujui oleh Penguji**

(paraf dosen) (tanggal)

**Ketua : DR. Ir. F.X. Nurwadji Wibowo, M.Sc.**

 19/03/03

**Anggota : Ir. J. Tri Hatmoko, M.Sc.**

 19/3/3

**Anggota : Ir. Pranawa Widagdo, M.T.**

 20/03/2023

## KATA PENGANTAR

Puji Syukur kepada Tuhan atas kasih dan bimbingan-Nya sehingga tugas akhir dengan judul **Analisis Portal Bidang dengan Batang Tak Prismatis pada Lebar dan Tingginya**, dapat diselesaikan dengan baik.

Penulisan tugas akhir ini dibuat dengan tujuan untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh derajat kesarjanaan strata satu (S1) pada program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam penulisan tugas akhir ini. Ucapan terima kasih ini terutama penulis haturkan kepada :

1. Bapak DR. Ir. FX. Nurwadji Wibowo, M.Sc., selaku dosen pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, petunjuk, saran, kritik, dan bantuan dalam segala hal, sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan tepat pada waktunya.
2. Bapak Ir. G. Adjie Wuryantoro selaku dosen pembimbing II, yang telah banyak memberikan bimbingan, pengarahan, dan koreksi dalam penulisan tugas akhir ini.
3. Segenap dosen dan karyawan Jurusan Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
4. Kedua orang tua, yang telah memberikan dorongan secara moral dan material selama penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
5. Rekan-rekan yang telah banyak membantu yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir masih jauh dari sempurna, namun penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat berguna bagi pihak-pihak yang membutuhkan dan bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Yogyakarta, Februari 2003

Penulis

ARIF SUSANTO PRIBADI

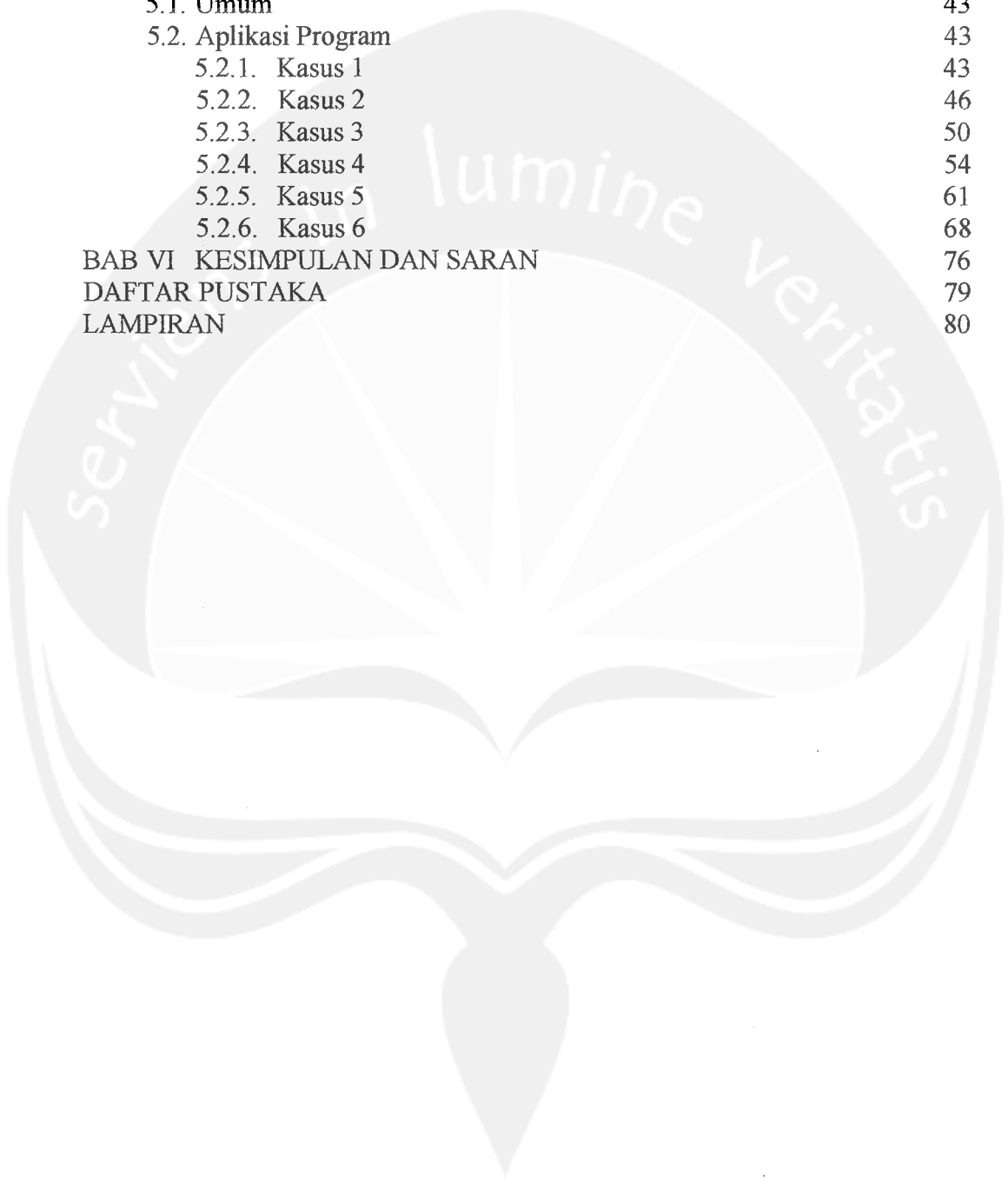
No.Mahasiswa : 9419 / TS

NPM : 99 02 09419

## DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN	xii
INTISARI	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	2
1.4. Maksud dan Tujuan Penulisan	3
1.5. Manfaat Studi	3
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1. Pendahuluan	5
2.2. Teori Dasar Struktur Rangka	6
2.3. Batang Tak Prismatis	11
2.4. Teori Dasar Analisis Elastis	12
2.5. Teori Dasar Metoda Kekakuan ( <i>Displacement Method</i> )	15
2.5.1. Konsep dasar	15
2.5.2. Metoda kekakuan untuk analisis portal bidang	16
2.5.3. Persamaan aksi untuk analisis portal bidang	19
BAB III MATRIKS KEKAKUAN DAN GAYA JEPIT UJUNG BATANG TAK PRISMATIS	21
3.1. Umum	21
3.2. Rumus Umum Lebar Batang Tak Prismatis	21
3.3. Rumus Umum Tinggi Batang Tak Prismatis	23
3.4. Matriks Kekakuan Batang Aksial	25
3.5. Matriks Kekakuan Batang Lentur	27
3.6. Matriks Kekakuan Aksial dan Lentur	
3.7. Penerapan Metode Kolom Analogi untuk Gaya Jepit Ujung Batang	35
3.7.1. Sifat kolom analogi	36
3.7.2. Beban pada kolom analogi	36
3.8. Momen Primer Kolom Analogi	
BAB IV PROGRAM BATANG TAK PRISMATIS PADA PORTAL BIDANG	38
4.1. Umum	38
4.2. <i>File Input Data</i>	40
4.2.1. <i>File input data struktural</i>	40
4.2.2. <i>File input data beban</i>	41

4.3. <i>File Output Data</i>	42
BAB V APLIKASI PROGRAM DALAM ANALISIS PORTAL BIDANG	43
5.1. Umum	43
5.2. Aplikasi Program	43
5.2.1. Kasus 1	43
5.2.2. Kasus 2	46
5.2.3. Kasus 3	50
5.2.4. Kasus 4	54
5.2.5. Kasus 5	61
5.2.6. Kasus 6	68
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	76
DAFTAR PUSTAKA	79
LAMPIRAN	80



## DAFTAR TABEL

	Halaman
1. Tabel 5-1. Gaya Jepit Ujung Batang Kasus 1	44
2. Tabel 5-2. Perbandingan Hasil Perpindahan Kasus 1	44
3. Tabel 5-3. Perbandingan Hasil Gaya Ujung Batang Kasus 1	45
4. Tabel 5-4. Perbandingan Hasil Reaksi Tumpuan Kasus 1	45
5. Tabel 5-5. Gaya Jepit Ujung Batang Kasus 2	47
6. Tabel 5-6. Perbandingan Hasil Perpindahan Kasus 2	47
7. Tabel 5-7. Perbandingan Hasil Gaya Ujung Batang Kasus 2	48
8. Tabel 5-8. Perbandingan Hasil Reaksi Tumpuan Kasus 2	50
9. Tabel 5-9. Gaya Jepit Ujung Batang Kasus 3	52
10. Tabel 5-10. Perbandingan Hasil Perpindahan Kasus 3	52
11. Tabel 5-11. Perbandingan Hasil Gaya Ujung Batang Kasus 3	53
12. Tabel 5-12. Perbandingan Hasil Reaksi Tumpuan Kasus 3	54
13. Tabel 5-13. Gaya Jepit Ujung Batang Kasus 4	56
14. Tabel 5-14. Perbandingan Hasil Perpindahan Kasus 4	57
15. Tabel 5-15. Perbandingan Hasil Gaya Ujung Batang Kasus 4	58
16. Tabel 5-16. Perbandingan Hasil Reaksi Tumpuan Kasus 4	60
17. Tabel 5-17. Gaya Jepit Ujung Batang Kasus 5	63
18. Tabel 5-18. Perbandingan Hasil Perpindahan Kasus 5	64
19. Tabel 5-19. Perbandingan Hasil Gaya Ujung Batang Kasus 5	65
20. Tabel 5-20. Perbandingan Hasil Reaksi Tumpuan Kasus 5	67
21. Tabel 5-21. Gaya Jepit Ujung Batang Kasus 6	70
22. Tabel 5-22. Perbandingan Hasil Perpindahan Kasus 6	71
23. Tabel 5-23. Perbandingan Hasil Gaya Ujung Batang Kasus 6	72
24. Tabel 5-24. Perbandingan Hasil Reaksi Tumpuan Kasus 6	74



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. Gambar 2.1 Balok Menerus	7
2. Gambar 2.2 Rangka Batang Bidang	8
3. Gambar 2.3 Rangka Batang Ruang	9
4. Gambar 2.4 Balok Silang	10
5. Gambar 2.5 Portal Bidang	10
6. Gambar 2.6 Portal Ruang	11
7. Gambar 2.7 Derajat Kebebasan Lokal untuk Portal Bidang	16
8. Gambar 2.8 Rotasi Sumbu dalam Tiga Dimensi	17
9. Gambar 3.1 Permodelan Lebar Batang Tak Prismatis	22
10. Gambar 3.2 Pemodelan Tinggi Batang Tak Prismatis	23
11. Gambar 3.3 Elemen Aksial	25
12. Gambar 3.3 Batang Lentur	27
13. Gambar 4.1 Bagan Alir Analisis <i>Program</i> Batang tak Prismatis	39
14. Gambar 4.2 <i>File Input</i> Data Struktural	41
15. Gambar 4.3 <i>File Input</i> Data Beban	42
16. Gambar 4.4 <i>File Output</i> Data	42
17. Gambar 5.1 Portal 3 Batang dengan Batang Prismatis	43
18. Gambar 5.2 Portal 9 Batang dengan Batang Tak Prismatis pada Tingginya	46
19. Gambar 5.3 Portal 5 Batang dengan Batang Tak Prismatis pada Lebar dan Tingginya	51
20. Gambar 5.4 Portal 14 Batang dengan Batang Tak Prismatis pada Lebar dan Tingginya	55
21. Gambar 5.4 Portal 14 Batang dengan Batang Tak Prismatis pada Lebar dan Tingginya	62
22. Gambar 5.4 Portal 14 Batang dengan Batang Tak Prismatis pada Lebar dan Tingginya	69

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Lampiran A. <i>Listing program</i> batang tak prismatis	80
2. Lampiran B.1. <i>Data input program</i> portal bidang dengan lebar dan tinggi batang tak prismatis kasus 1	106
3. Lampiran B.2. <i>Data output program</i> portal bidang dengan lebar dan tinggi batang tak prismatis kasus 1	107
4. Lampiran B.3. Tampilan <i>displacement, normal force, shear force</i> dan <i>bending moment diagram</i> kasus 1	108
5. Lampiran C.1. <i>Data input program</i> SAP90 untuk menganalisis batang tak prismatis pada portal bidang kasus 1	109
6. Lampiran C.2. <i>Data output program</i> SAP90 untuk menganalisis batang tak prismatis pada portal bidang kasus 1	110
7. Lampiran D.1. <i>Data input program</i> portal bidang dengan lebar dan tinggi batang tak prismatis kasus 2	111
8. Lampiran D.2. <i>Data output program</i> portal bidang dengan lebar dan tinggi batang tak prismatis kasus 2	112
9. Lampiran D.3. Tampilan <i>displacement, normal force, shear force</i> dan <i>bending moment diagram</i> kasus 2	113
10. Lampiran E.1. <i>Data input program</i> SAP90 untuk menganalisis batang tak prismatis pada portal bidang kasus 2	114
11. Lampiran E.2. <i>Data output program</i> SAP90 untuk menganalisis batang tak prismatis pada portal bidang kasus 2	115
12. Lampiran F.1. <i>Data input program</i> portal bidang dengan lebar dan tinggi batang tak prismatis kasus 3	117
13. Lampiran F.2. <i>Data output program</i> portal bidang dengan lebar dan tinggi batang tak prismatis kasus 3	118
14. Lampiran F.3. Tampilan <i>displacement, normal force, shear force</i> dan <i>bending moment diagram</i> kasus 3	119
15. Lampiran G.1. <i>Data input program</i> SAP2000 untuk menganalisis batang tak prismatis pada portal bidang kasus 3	120
16. Lampiran G.2. <i>Data output program</i> SAP2000 untuk menganalisis batang tak prismatis pada portal bidang kasus 3	121
17. Lampiran H.1. <i>Data input program</i> portal bidang dengan lebar dan pada portal bidang kasus 4	122
18. Lampiran H.2. <i>Data output program</i> portal bidang dengan lebar dan pada portal bidang kasus 4	123
19. Lampiran H.3. Tampilan <i>displacement, normal force, shear force</i> dan <i>bending moment diagram</i> kasus 4	125
20. Lampiran I.1. <i>Data input program</i> SAP90 untuk menganalisis batang tak prismatis pada portal bidang kasus 4	126
21. Lampiran I.2. <i>Data output program</i> SAP90 untuk menganalisis batang tak prismatis pada portal bidang kasus 4	127

22. Lampiran J.1. Data <i>input program</i> portal bidang dengan lebar dan pada portal bidang kasus 5	129
23. Lampiran J.2. Data <i>output program</i> portal bidang dengan lebar dan pada portal bidang kasus 5	130
24. Lampiran J.3. Tampilan <i>displacement, normal force, shear force</i> dan <i>bending moment diagram</i> kasus 5	132
25. Lampiran K.1. Data <i>input program</i> SAP90 untuk menganalisis batang tak prismatis pada portal bidang kasus 5	133
26. Lampiran K.2. Data <i>output program</i> SAP90 untuk menganalisis batang tak prismatis pada portal bidang kasus 5	134
27. Lampiran L.1. Data <i>input program</i> portal bidang dengan lebar dan pada portal bidang kasus 6	137
28. Lampiran L.2. Data <i>output program</i> portal bidang dengan lebar dan pada portal bidang kasus 6	138
29. Lampiran L.3. Tampilan <i>displacement, normal force, shear force</i> dan <i>bending moment diagram</i> kasus 6	140
30. Lampiran M.1. Data <i>input program</i> SAP90 untuk menganalisis batang tak prismatis pada portal bidang kasus 6	141
31. Lampiran M.2. Data <i>output program</i> SAP90 untuk menganalisis batang tak prismatis pada portal bidang kasus 6	142

## ARTI LAMBANG DAN SINGKATAN

AC()	Beban titik kumpul gabungan AC (dalam arah sumbu strruktur)
AE()	Beban titik kumpul ekivalen AE (dalam arah sumbu strruktur)
AJ()	Aksi AJ (beban) yang diberikan dititik kumpul
AM()	Gaya ujung batang akhir
AMD()	Gaya AMD di ujung batang akibat perpindahan titik kumpul
AML()	Gaya AML diujung batang terkekang akibat beban
AR()	Reaksi tumpuan AR (dalam arah sumbu struktur)
Bw1()	Lebar batang ujung $j$
Bw2()	Lebar batang ujung $k$
Bw3()	Lebar batang pada tengah bentang
H1()	Tinggi batang ujung $j$
H2()	Tinggi batang ujung $k$
H3()	Tinggi batang pada tengah bentang
CX,CY	Kosinus arah x dan y pada suatu batang
DF()	Perpindahan titik kumpul bebas DF (dalam arah sumbu strruktur)
DJ()	Perpindahan titik kumpul DJ untuk semua titik kumpul (dalam arah sumbu strruktur)
E	Modulus elastisitas untuk tarikan atau tekanan
I	Indeks batang $i$
ID()	Indeks perpindahan untuk titik kumpul
IM()	Indeks perpindahan untuk batang
J, K	Indeks titik kumpul
JJ()	Petunjuk untuk ujung $j$ pada batang (titik $j$ )
JK()	Petunjuk untuk ujung $k$ pada batang (titik $k$ )
JRL	Daftar Pengekang titik kumpul
LML	Tabel batang yang dibebani
M	Jumlah batang
Ma	Momen primer ujung $j$ pada batang (titik $j$ )
Mb	Momen primer ujung $k$ pada batang (titik $k$ )
MD	Jumlah koordinat perpindahan untuk suatu batang
N	Jumlah derajat kebebasan
NB	Setengah lebar jalur matriks kekakuan
ND	Jumlah koordinat perpindahan untuk suatu batang
NDJ	Jumlah perpindahan per titik kumpul
NJ	Jumlah titik kumpul
NLJ	Jumlah titik kumpul yang dibebani
NLM	Jumlah batang yang dibebani
NR	Jumlah pengekang tumpuan
NRJ	Jumlah titik kumpul yang dikekang
SFF( , )	Matriks kekakuan SFF untuk perpindahan titik kumpul bebas
SMS( , )	Matriks kekakuan batang SMS untuk sumbu arah struktur
X(), Y()	Koordinat x dan y dari titik kumpul
XCL, YCL	Komponen panjang batang dalam arah sumbu X and Y

## INTISARI

**ANALISIS PORTAL BIDANG DENGAN BATANG TAK PRISMATIS PADA LEBAR DAN TINGGINYA**, Arif Susanto Pribadi, No. Mhs. : 9419, tahun 1999, PPS Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Balok dan kolom pada portal bidang dapat mempunyai ukuran penampang yang sama maupun tidak sama dari ujung yang satu ke ujung lainnya. Batang yang tidak sama ukurannya disebut sebagai batang tak prismatis. Kerugian penggunaan batang tak prismatis adalah lebih sulit pembuatannya dan memerlukan metode khusus untuk menganalisis strukturnya, tetapi batang tak prismatis lebih ekonomis ditinjau dari segi jumlah bahan yang digunakan dan mempunyai nilai seni lebih tinggi ditinjau dari segi arsitekturnya.

Masalah analisis batang tak prismatis adalah menurunkan matriks kekakuan, perhitungan gaya jepit ujung akibat beban pada batang berdasarkan kondisi batang tak prismatis, membuat program komputer, dan tampilan grafis.

Penyelesaian analisis batang tak prismatis memakai metode kekakuan akan lebih cepat dengan bantuan program komputer yang dijabarkan dalam penulisan tugas akhir ini. Program ditulis menggunakan bahasa Basic dan dikompilasi menggunakan Microsoft Visual Basic 6.0. Metode yang dipilih untuk menganalisis batang tak prismatis adalah metode kekakuan karena metode ini sesuai untuk diterapkan dalam program komputer.

Studi ini berhasil membuat program yang dapat digunakan untuk menganalisis portal bidang dengan batang prismatis maupun tak prismatis pada lebar dan tingginya. Analisis program portal bidang yang dibuat pada tugas akhir ini dibandingkan dengan SAP90. Hasil analisis memperlihatkan bahwa untuk kasus portal dengan batang prismatis mempunyai hasil yang akurat dengan *error* terbesar 1,0958%. Pada kasus portal dengan batang tak prismatis baik pada lebar maupun tingginya mempunyai perbedaan dengan SAP90 maksimum 32,0115%, yang disebabkan SAP90 tidak mampu untuk menganalisis batang tak prismatis *non linear*, sehingga digunakan pendekatan untuk menganalisis balok tak prismatis *non linear* dengan membagi balok tak prismatis menjadi beberapa elemen prismatis yang kemudian diselesaikan menggunakan SAP90. Pembuatan program komputer untuk analisis batang tak prismatis dengan penampang melintang selain empat persegi panjang merupakan topik yang menarik untuk dikerjakan guna melanjutkan studi ini.

Kata kunci : portal bidang, lebar dan tinggi batang tak prismatis, metoda kekakuan, gaya jepit ujung batang tak prismatis