

PERPUSTAKAAN FTSP UII  
HADIAH/BELI  
TGL. TERIMA : 04 OCT 2001  
NO. JUDUL :  
NO. INV. : 546/TA/ITS  
NO. INDUK. :

5120001330001

TUGAS AKHIR

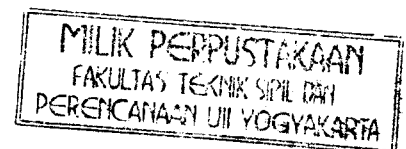
ANALISIS STABILITAS PORTAL BAJA TANPA  
PENGAKU DENGAN VARIASI FAKTOR PANJANG  
EFEKTIF KOLOM  
(STUDI KOMPARASI 4 FORMULA)



Disusun Oleh :

ANGGA HENDRAWAN  
No. Mhs. 95 310 073  
Nirm. 950051013114120072

BAGUS ARIA PAMUNGKAS  
No. Mhs. 95 310 159  
Nirm. 950051013114120157



JURUSAN TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2001

TUGAS AKHIR

ANALISIS STABILITAS PORTAL BAJA TANPA  
PENGAKU DENGAN VARIASI FAKTOR PANJANG  
EFEKTIF KOLOM  
( STUDI KOMPARASI 4 FORMULA)

Oleh :

Nama : Angga Hendrawan  
No. Mhs : 95 310.073  
NIRM : 950051013114120072

Nama : Bagus Aria Pamungkas  
No. Mhs : 95 310 159  
NIRM : 950051013114120157

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Ir. H. Susastrawan, MS.

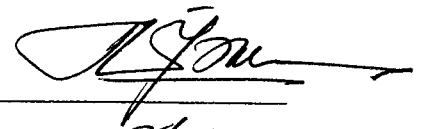
Dosen Pembimbing I

Ir. Helmi Akbar Bale, MT.

Dosen Pembimbing II



Tanggal 6-9-2001



Tanggal 7/9 2001

## MOTTO

“Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan yang lain).

Dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap.”

(Q.S. Alam Nasyrah 5-8)

“Cowards die many times before their deaths,  
The Valiants never taste of the death but once”

(Julius Caesar-Shakespeare)

**TERUNTUK**

**SEMUA CIVITAS  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**&**

**Untuk Kampus Tercinta  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
Stick Together**

## KATA PENGANTAR

*Assalamu'alaikum wr. wb,*

*Alhamdulillahil'alamin*, segala puji ke-hadirat Allah SWT yang telah memberikan taufiq serta hidayah-Nya kepada penyusun, sehingga dengan diiringi ridho-Nya penyusun dapat menyelesaikan tugas akademik berupa tugas akhir ini.

Tugas akhir ini diselesaikan untuk melengkapi syarat memperoleh jenjang keserjanaan pada Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Selama masa penyelesaian tugas akhir ini, penyusun memperoleh banyak bantuan berupa bimbingan dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu penyusun mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Widodo, MSCE, Ph.D, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Ir. H. Munadhir, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
3. Bapak Ir. H. Susastrawan, MS, selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Helmi Akbar Bale, MT, selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Yang tercinta bapak, ibu, yang telah banyak memberikan doa dan dorongan moril.
6. Rekan-rekan semuanya yang tidak dapat penyusun sebutkan satu persatu yang telah banyak memberikan bantuan dalam menyelesaikan laporan ini

Kepada semua pihak yang tersebut diatas, penyusun hanya dapat mendoakan semoga segala bantuan dalam bentuk apapun juga mendapat balasan rahmat dan hidayah dari Allah SWT.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat bagi kita semua. *Amin.*

*Wassalamu'alaikum wr. wb.*

Yogyakarta, Juni 2001

Penyusun

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
HALAMAN PENGESAHAN .....	ii
HALAMAN MOTTO .....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR LAMPIRAN .....	xii
DAFTAR NOTASI .....	xiii
ABSTRAKSI .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	3
1.4 Tujuan Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Umum .....	6
2.2 Pembahasan .....	8
BAB III LANDASAN TEORI .....	10
3.1. Pendahuluan .....	10
3.2. Kriteria LRFD .....	12
3.3. Braced Frame .....	13
3.4. Unbraced Frame .....	14
3.5. Metode Penghitungan Faktor K .....	16
3.6. Efek P-Delta .....	20
3.6.1. Efek P- $\delta$ .....	21

3.6.2. Efek P- $\Delta$ .....	25
3.7. Analisa Beban Gempa .....	28
3.7.1. Gaya Geser Dasar .....	28
3.7.2. Koefisien Gempa Dasar .....	28
3.7.3. Distribusi Gaya Geser Horizontal .....	29
3.7.4. Waktu Getar Alami .....	29
3.8. Perencanaan Balok-Kolom .....	30
3.8.1. Umum .....	30
3.8.2. Metode Pembesaran Momen .....	30
3.8.3. Interaksi Balok – Kolom .....	31
3.8.4. Prosedur Perhitungan Stabilitas Balok-Kolom .....	33
3.9. Hipotesis .....	35
BAB IV METODE PENELITIAN .....	36
4.1. Tempat Penelitian .....	36
4.2. Model Struktur .....	36
4.3. Variabel dan Analisis Penelitian .....	37
BAB V PERHITUNGAN PEMBEBANAN .....	39
5.1. Perhitungan Pembebanan .....	39
5.1.1. Pembebanan Struktur .....	40
5.1.2. Pembebanan Ekuivalen Portal Melintang C .....	42
5.2. Perhitungan Gaya Gempa .....	45
5.2.1. Berat Bangunan Total .....	45
5.2.2. Waktu Getar Bangunan (T) .....	47
5.2.3. Koefisien Gempa Dasar (C) .....	47
5.2.4. Gaya Horizontal Akibat Gempa .....	48
5.3. Kontrol Persamaan Rayleigh Terhadap waktu Getar .....	49
5.4. Metode Perencanaan .....	50
5.4.1. Perencanaan Balok-Kolom .....	50
5.4.2. Perhitungan Faktor Panjang Efektif K .....	55
5.5. Analisis Interaksi Balok-Kolom Dengan Variasi Nilai Faktor K ..	58



BAB VI PEMBAHASAN .....	65
6.1. Faktor K .....	65
6.2. Interaksi Balok-Kolom .....	69
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN .....	75
7.1. Kesimpulan .....	75
7.2. Saran .....	76

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

## DAFTAR GAMBAR

3.1 Konsep Kestabilan dari Keseimbangan .....	10
3.2 Panjang Efektif KL .....	15
3.3 Panjang Efektif KL untuk Struktur Rangka.....	16
3.4 Efek P- $\delta$ .....	22
3.5 Efek P- $\Delta$ .....	26
3.6 Grafik Interaksi Balok-Kolom LRFD-AISC .....	33
4.1 Denah Struktur .....	37
4.2 Portal Melintang Struktur .....	38
5.1 Pembebanan Lantai .....	39
5.2 Denah Perletakan Profil Baja .....	40
6.1 Grafik Faktor K untuk Kolom Tepi Luar .....	67
6.2 Grafik Faktor K untuk Kolom Dalam .....	67
6.3 Grafik Rasio Interaksi Balok-Kolom pada Kolom Tepi Luar .....	71
6.4 Grafik rasio Interaksi Balok-Kolom pada Kolom Dalam .....	71

## DAFTAR TABEL

5.1 Berat Profil .....	44
5.2 Distribusi Pembebanan Tiap Lantai .....	47
5.3 Distibusi gaya Geser Horisontal .....	49
5.4 Simpangan Tingkat Arah X .....	50
5.5 Alignment Formula .....	59
5.6 LRFD-AISC Formula .....	60
5.7 Le Messurier Formula .....	61
5.8 Lui Formula .....	63
6.1 Variasi Faktor K Pada Kolom Tepi Luar .....	68
6.2 Variasi faktor K pada Kolom Dalam .....	69
6.3 Rasio Interaksi Balok-Kolom Pada Kolom Tepi Luar .....	73
6.4 Rasio Interaksi Balok-Kolom Pada Kolom Dalam .....	74

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 : Lembar Konsultasi
- Lampiran 2 : Data Input SAP 90
- Lampiran 3 : Data Output SAP 90
- Lampiran 4 : Hitungan nilai faktor panjang efektif K formula *Alignment Chart* dan interaksi balok-kolom
- Lampiran 5 : Hitungan nilai faktor panjang efektif K formula *LRFD-AISC* dan interaksi balok-kolom
- Lampiran 6 : Hitungan nilai faktor panjang efektif K formula *Le Messurier* dan interaksi balok-kolom
- Lampiran 7 : Hitungan nilai faktor panjang efektif K formula *Lui* dan interaksi balok-kolom
- Lampiran 8 : Penjelasan nilai defleksi pada balok kolom (analisis P $\delta$ )

## ABSTRAKSI

Indonesia merupakan daerah gempa aktif dimana sering sekali beban gempa, angin maupun besar massa gedung menjadi penentu dalam perancangan struktur gedung. Sifat bangunan tinggi yang lebih fleksibel mengakibatkan simpangan struktur lebih besar, sehingga pengaruh dari  $P\Delta$  sangat signifikan ( $P\Delta$  effect). Pada portal baja, desain dan analisis stabilitas, khususnya kolom, berpengaruh terhadap perilaku dari struktur itu sendiri. Beberapa metode telah diusulkan untuk menghitung kekuatan portal. Salah satu metode yang paling umum digunakan adalah konsep panjang efektif. Dengan konsep panjang efektif, kekuatan dari batang tekan sebuah portal dengan panjang  $L$ , dihitung dengan menetapkan tumpuan kedua ujung batang yang dikenai beban aksial, yang disebut sebagai faktor  $K$ . Perkembangan dan penerapan dari faktor panjang efektif telah melalui beberapa tahapan, dan ada beberapa metoda yang telah dikemukakan. Untuk menentukan nilai faktor panjang efektif tersebut telah ada beberapa formula, diantaranya adalah Alignment Chart, AISC-LRFD formula, Le messurier formula, dan Lui formula. Untuk menganalisa kestabilan digunakan metode LRFD dimana dihitung interaksi balok-kolom yang terjadi pada model struktur 2 dimensi dengan variasi nilai faktor  $K$  yang didapat dari 4 formula yang telah disebutkan. Perencanaan model struktur juga memperhitungkan beban gempa sesuai buku Pedoman Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Rumah Dan Gedung (PPKGURDG, 1987) dimana digunakan analisis beban statis ekuivalen. Program SAP 90 digunakan untuk melakukan analisis orde pertama. Hasil Perhitungan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik dimana hasil perhitungan dengan nilai faktor  $K$  hasil dari formula Alignment Chart digunakan sebagai pembanding. Dari hasil yang didapat dapat diambil kesimpulan bahwa penggunaan formula Lui menghasilkan nilai faktor  $K$  yang lebih optimum dalam usaha mencapai kestabilan.

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Gempa bumi merupakan fenomena alam yang sangat membahayakan. Hal ini disebabkan sifatnya yang tak dapat diduga kapan akan terjadi dan akibat dari terjadinya gempa bumi itu sendiri yang sangat merugikan, baik kerugian material maupun korban jiwa.

Untuk daerah gempa aktif seperti di Indonesia sering sekali beban gempa, angin maupun besar massa gedung menjadi penentu dalam perancangan struktur gedung, terutama untuk struktur gedung bertingkat tinggi. Struktur gedung bertingkat tinggi cenderung bersifat lebih fleksibel atau memiliki periode getar dasar ( $T$ ) relatif besar, dibandingkan dengan bangunan pendek. Sifat bangunan tinggi yang lebih fleksibel mengakibatkan simpangan struktur lebih besar, sehingga pengaruh dari  $P\Delta$  sangat signifikan ( *$P\Delta$  effect*). Simpangan horisontal yang relatif besar dapat mengakibatkan keruntuhan pada struktur gedung yang bertingkat banyak.

Dalam kaitannya dengan rekayasa dan rancang bangun struktur gedung bertingkat banyak, komponen beton dan baja paling umum digunakan dan merupakan alternatif yang saling melengkapi. Struktur baja sendiri mempunyai keunggulan dalam hal rasio antara berat sendiri dengan daya dukung beban yang

dipikul , yaitu cukup kecil jika dibandingkan dengan struktur bangunan beton. Sifat yang lain adalah keliatannya ( daktil ) yang mampu mengalami deformasi atau lendutan plastis yang besar setelah batas kekuatan elastisnya terlampaui.

Pada portal baja, desain dan analisis stabilitas, khususnya kolom, berpengaruh terhadap perilaku dari struktur itu sendiri. Desain struktur baja sekarang didasarkan bahwa kekuatan maksimum dari portal baja dan elemen-elemen portal baja ( balok, kolom, pengaku, dan sambungan ) adalah berkaitan, tetapi keterkaitan ini tidak praktis apabila digunakan untuk menghitung kekakuan struktur portal itu sendiri. Alasan ini mendukung pernyataan *Structural Stability Research Council* ( SSRC ) yang menyatakan bahwa pada desain portal baja secara keseluruhan diperhitungkan secara terpisah. Namun diakui bahwa pernyataan tersebut akan mengalami kesulitan jika diterapkan secara otomatis pada portal yang kompleks terutama dalam desain kolom untuk ketidakstabilan dari seluruh portal. Beberapa metode telah diusulkan untuk menghitung kekuatan portal. Salah satu metode yang paling umum digunakan adalah konsep panjang efektif.

Menurut konsep panjang efektif , kekuatan dari batang tekan sebuah portal dengan panjang  $L$ , dihitung dengan menetapkan tumpuan kedua ujung batang yang dikenai beban aksial, yang disebut sebagai faktor  $K$ . Konsep panjang efektif menjadi dasar yang utama dari beberapa prosedur analisis dan dapat menyelesaikan beberapa kasus yang terjadi hampir pada seluruh struktur. Konsep ini tepat untuk struktur yang ideal, namun dalam penerapannya diikuti beberapa asumsi.

Terdapat beberapa metode atau formula untuk menghitung faktor K dan masing-masing berdasar asumsi yang berbeda tipe dan perilakunya. Harus dipahami bahwa faktor panjang efektif bukanlah sebuah nilai yang tetap ( konstan ), namun bervariasi berdasar beberapa faktor seperti bentuk struktur, tipe batang, dimensi elemen, dan distribusi beban.

### **1.2 Rumusan Masalah.**

Portal tanpa pengaku ( *unbraced frame* ) selalu memberikan nilai faktor panjang efektif yang lebih besar dari panjang aktual kolom itu sendiri. Untuk menentukan nilai faktor panjang efektif tersebut telah ada beberapa formula, diantaranya adalah *Alignment Chart*, *AISC-LRFD formula*, *Le messurier formula*, dan *Lui formula*. Manakah formula yang paling akurat untuk perhitungan faktor panjang efektif ( faktor K ) sehingga dapat dicapai stabilitas portal tanpa pengaku yang optimum ?

### **1.3 Batasan Masalah.**

Batasan masalah dalam penulisan ini dilakukan agar analisis menjadi lebih sederhana tetapi masih proporsional, adapun batasan masalah meliputi hal-hal berikut :

1. Model struktur yang digunakan adalah struktur portal baja simetris tanpa pengaku.
2. Portal dianggap baja murni yang terdiri atas 12 lantai dengan lantai pertama 157,48 inchi ( 4 m ) dan selanjutnya 127,953 inchi ( 3,25 m ).



3. Beban lateral yang dipakai adalah beban gempa dengan analisis beban statis ekuivalen.
4. Mutu material dari portal yang digunakan adalah :
  - a.  $E = 29000 \text{ Ksi}$
  - b.  $F_y = 36 \text{ Ksi}$
5. Struktur ditinjau secara dua dimensi dan bergoyang arah horisontal sehingga torsi tidak diperhitungkan.
6. Semua batang diasumsikan kompak ( tidak terjadi tekuk lokal )
7. Desain dan analisis elemen ditinjau sebagai perilaku balok kolom.
8. Perletakan pada dasar model struktur ( pondasi ) diasumsikan sebagai jepit.
9. Kondisi kekangan pada titik buhul diasumsikan sebagai jepit.
10. Bangunan diasumsikan terletak pada tanah keras pada wilayah gempa III.
11. Perencanaan pembebanan gempa berdasarkan PPKGURDG 1987.
12. Analisis struktur menggunakan metode *LRFD* pada kondisi linear elastis.
13. Dalam perhitungan analisis struktur menggunakan program bantu SAP 90.

#### **1.4 Tujuan Penelitian.**

Tujuan dari penulisan tugas akhir ini adalah untuk mendapatkan formula yang paling akurat dalam menentukan nilai faktor panjang efektif kolom dengan membandingkan 4 formula pada analisis portal baja tanpa pengaku ( *unbraced frame* ) sehingga dapat dicapai stabilitas portal baja tanpa pengaku yang optimum.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari studi ini adalah :

1. Sebagai salah satu pertimbangan dalam analisis portal baja untuk perencanaan yang stabil.
2. Sebagai salah satu alternatif dalam pemilihan metode perhitungan nilai faktor panjang efektif.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Untuk merencanakan atau mendesain sebuah struktur portal diperlukan penguasaan akan sifat dan perilaku struktur tersebut secara menyeluruh baik mengenai analisis struktur, perencanaan struktur, dan semua hal yang berhubungan dengan struktur tersebut, hal ini tidak hanya berlaku pada sebuah struktur portal tertentu tapi juga berlaku pada struktur-struktur yang lain.

Dalam kurun waktu 30 tahun terakhir tercatat sudah bermacam-macam metode yang dipergunakan untuk mengevaluasi kestabilan suatu struktur. Lima diantaranya yang tercatat oleh *Structural Stability Research Council* yaitu : Konsep Panjang Efektif; *Second order inelastic analysis*; metode  $P\Delta$ ; Formula *Merchant-Rankine*; dan metode Pembesaran Momen.

*American Institute of Steel Construction* sendiri mensyaratkan dalam perhitungan kestabilan portal agar didasarkan pada konsep panjang efektif, menggunakan metoda pembesaran momen untuk memperhitungkan efek *second order*.

Pada saat sekarang pendekatan yang paling luas digunakan dalam mendesain portal kolom terdiri dari isolasi kolom, dengan kekangan rotasi ujung

ditentukan melalui rasio kekakuan join antar kolom dan balok dalam portal yang menjadi satu join. Rasio ini lebih dikenal dengan nama G faktor ( $\Psi$ ).

Dalam Masalah yang lebih umum, kendala yang utama dalam metode yang berbasiskan pada G-Faktor adalah metoda tersebut tidaklah dengan sempurna menyatakan kontribusi ( positif atau negatif) kekangan rotasi ujung dari kolom dalam tingkat diatasnya atau dibawahnya. ( *Horizontal interaction through connecting beams* ). Pengabaian semisal efek interaksi karena perbedaan dalam kondisi perletakan ujung, beban axial, panjang dan kekakuan penampang melintang antara kolom yang sedang dibicarakan dan kolom yang lain, bisa menghasilkan kesalahan yang signifikan diluar batas definisi dari pemakaian ( Hellesland and Bjorhovde, 1996) .

Faktor panjang efektif (K) untuk kolom dalam portal tak berpengaku gedung bertingkat dipengaruhi tidak hanya oleh rasio kekakuan momen relatif portal kolom dan balok, tapi juga dipengaruhi oleh kondisi ujung-ujung dari kekangan batang-batang tersebut, sebagaimana rasio kekakuan momen relatif. (Hesham S. Essa,1997).

Studi analisis mengindikasikan bahwa penggunaan nomogram ( *alignment chart* ) dalam desain struktur portal dengan kolom yang berbeda ketinggian menghasilkan desain yang kurang tepat. Hal ini merupakan sesuatu yang penting dalam desain jembatan jalan raya ( pada *interchanges* ), dan gedung pada sloof (atau dengan kolom yang berbeda pada ketinggian). Sementara nomogram ( *alignment chart* ) untuk portal tak berpengaku menunjukkan untuk kolom yang panjang mempunyai beban kritis yang lebih rendah dan kolom pendek

mempunyai beban kritis yang lebih besar. Untuk sistem dengan goyangan samping tidak dicegah, dan sebagian dicegah, semua kolom dalam sistem tersebut digabungkan bersama-sama oleh goyangan lateral  $\Delta$ . Adalah tidak benar untuk menganggap bahwa tiap kolom mempunyai beban kritiknya sendiri-sendiri dan total beban kritik tersebut didapat dari hasil penjumlahannya. Dalam portal yang tidak simetris anggapan seperti ini akan memberikan hasil desain yang tidak tepat (J. Dario AristiZabal-Ochoa, 1997) .

Pada penelitian ini juga digunakan tinjauan pustaka yang dilakukan oleh N.E Shanmugan dan W.F. Chen yang mengambil pokok bahasan berupa *An assesment of K Factor Formula*. Pada penelitian ini penulis mencoba menentukan formula yang tepat untuk mendapatkan nilai faktor panjang efektif ( K ) dengan membedakan tipe struktur dan pembebanannya, yang dikomparasikan dengan 4 formula faktor K, yaitu *Lui formula*, *Alignment Chart*, *System Buckling*, *Le Messurier formula*.

Dari penelitian ini disimpulkan bahwa semua formula kecuali *Alignment Chart* menghasilkan nilai faktor K yang saling mendekati pada portal *single story*, sedang pada *multi story frames* akan dihasilkan nilai faktor K dengan tingkat akurasi cukup baik oleh semua formula. Penelitian ini juga menyimpulkan bahwa formula *Lui* merupakan formula yang paling tepat untuk dipergunakan dalam perancangan dan disarankan untuk dipergunakan.

## 2.2 Pembahasan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa masih terbatas hanya untuk mendapatkan nilai faktor panjang efektif . belum adanya

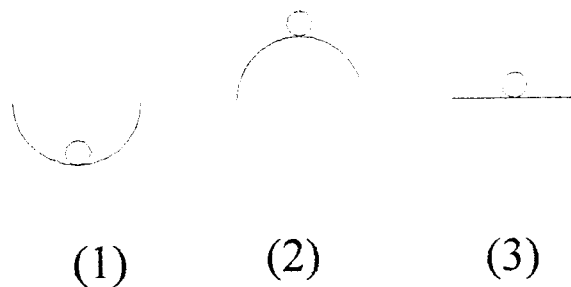
penerapan formula – formula faktor K tersebut pada suatu portal baja untuk dianalisis kestabilannya.

## BAB III

### LANDASAN TEORI

#### 3.1 Pendahuluan

Konsep dari kestabilan seringkali dijelaskan dengan melihat kepada keseimbangan sebuah bola padat pada posisi yang berbeda-beda seperti terlihat pada gambar no (3.1) :



Gambar 3.1 Konsep kestabilan dari keseimbangan

Meskipun bola tersebut masing-masing berada pada keseimbangannya, sebuah penelitian yang cermat akan mengungkapkan adanya perbedaan yang penting diantara ketiga situasi tersebut . Jika bola pada posisi (1) bergeser sedikit dari posisi semula, bola itu akan kembali ke posisinya semula jika gaya yang diberikan dihilangkan. Perilaku seperti disebut sebagai keseimbangan stabil. Jika bola pada posisi (2) bergeser sedikit dari posisinya semula, bola itu tidak akan kembali pada posisinya semula melainkan terus bergerak menjauhi posisi keseimbangan

awalnya. Perilakunya disebut sebagai keseimbangan tidak stabil. Sedangkan bola pada posisi (3) menggambarkan kemungkinan lain dari posisi keseimbangan. Setelah bergeser sedikit bola tidak akan kembali maupun menjauhi posisi keseimbangan melainkan tetap pada posisi dimana gaya yang diberikan dihilangkan. Perilaku ini disebut sebagai keseimbangan netral.

Sebuah penelitian yang menyelidiki tentang perilaku dari tekuk menyatakan :  
*“A slender column shortens when compressed by a weight applied to its top, in so doing, lowers the weight position. The tendency off allweight to the lower their position is a basic law of nature. It is another basic law of nature that, whenever there is a choice between different paths, a physical phenomenon will follow the easiest path. Confronted with the choice of bending out or shortening, the column find it easier to shorten relatively small load and to bend out for relatively larger loads. In the other words, when the loads reaches its buckling value the column find it easier to lower the load bending than by shortening “* (Salvadori dan Heller, *Structure In Architecture*).

Dapat disimpulkan bahwa kolom mengalami tekuk pada beban tertentu karena bentuk yang lurus akan menjadi tidak stabil pada beban tersebut. Perilaku kolom ini sangat mirip dengan perilaku keseimbangan bola diatas. Jika dianggap bahwa keseimbangan netral berada diantara perpindahan dari keseimbangan stabil menuju keseimbangan tidak stabil pada kolom tersebut sama dengan keadaan bola tersebut, maka beban dimana pada saat kolom lurus berhenti stabil adalah beban dimana keseimbangan netral dapat terjadi. Beban inilah yang biasanya disebut sebagai beban kritik.



Keseimbangan sebuah kolom dapat tercapai dengan mendapatkan penjumlahan momen-momen dan gaya-gaya yang terjadi pada kolom menjadi nol. Dengan Hukum konservasi energi dapat dicapai keadaan keseimbangan dimana dapat dinyatakan bahwa :

“ Sebuah sistem yang umum berada pada keadaan seimbang jika tegangan yang tersimpan sama dengan tegangan yang terjadi akibat pengaruh gaya-gaya luar “

Ketika sebuah batang dikenai beban kombinasi, seperti momen dan gaya aksial, sebuah persamaan interaksi akan memberikan cara yang lebih tepat untuk mendekati / memperkirakan kekuatan batas. Mengetahui kekuatan batang baik momen nominal maupun gaya nominal dan mengetahui bahwa batang dapat sedikit menahan baik tekan maupun lentur ketika kedua beban ini bekerja, dan ketika keduanya bekerja sendiri, dapat dihitung seberapa kuat lentur dan tekuk yang dapat ditahan jika keduanya bekerja bersama.

Konsep panjang efektif kolom untuk analisis kestabilan dan metode pendekatan *second order analysis* telah menjadi syarat yang diperlukan dalam proses desain pada hampir keseluruhan peraturan dan persyaratan desain baja struktur yang ada di Indonesia maupun peraturan-peraturan lain yang ada di luar Indonesia. Analisis terhadap ketidakstabilan sebuah sistem secara keseluruhan diperlukan untuk menentukan panjang efektif yang tepat.

### **3.2 Kriteria LRFD**

Desain LRFD untuk balok kolom memiliki sasaran sebagai berikut :

1. Aturan – aturan itu hendaknya berlaku untuk bentangan variabel lebar seperti lentur sumbu kuat dan lemah, tegangan sisa, struktur-struktur

berpenopang ( tak bergoyang ) dan tak berpenopang ( bergoyang ), perilaku tak elastik, semua rasio kerampingan kolom, sistem-sistem kolom miring dan efek-efek orde kedua.

2. Efek orde kedua harus tetap terpisah dan dapat diidentifikasi dalam kriterianya sehingga desainer dapat melakukan analisis orde kedua bila dikehendaki.
3. Analisis elastik, termasuk analisis elastik orde kedua bila dikehendaki harus menjadi landasan bagi penentuan gaya-gaya internal, karena teknik-teknik analisis tak elastik praktis tidak tersedia untuk digunakan dalam perancangan.
4. Persamaan interaksi kekuatan yang menggunakan analisis orde kedua elastik tidak boleh lebih besar dari 5 % bila dibandingkan dengan penyelesaian teoritis analisis orde kedua tak elastik yang eksak.

Menurut W.F. Chen ( 1976 ) batang pada struktur sebagian besar mengalami kombinasi pembebanan momen lentur dan beban aksial dalam kasus balok-kolom. Lendutan yang terjadi akan menimbulkan momen tambahan.

Momen tambahan ini disebabkan beban aksial yang mempunyai eksentrisitas terhadap titik lendutan balok-kolom. Lendutan dan momen akhir yang terjadi adalah karena momen-momen diujung-ujung balok-kolom dan beban aksial yang eksentris . Momen secara keseluruhan bisa diperoleh dengan menjumlahkan momen ujung dengan momen tambahan.

### 3.3 Braced Frame

Menurut AISC-LRFD, *braced frame* adalah portal dimana “stabilitas lateralnya diberikan oleh sabuk sokongan diagonal, dinding geser dan sejenisnya”. Sistem sabukan vertikal harus “ mencukupi, sebagaimana ditentukan oleh analisis struktur untuk mencegah tekuk dari struktur dan menjaga stabilitas lateral struktur itu, termasuk pengaruh momen sekunder dari goyangan (*drift*), dalam kondisi beban terfaktor ...”. Perhatikan bahwa kolom vertikal pada suatu portal tak bergoyang (*braced frame*) tidak akan mengalami pergoyangan titik ujung atasnya relatif terhadap titik ujung bawah. Gambar (3.2) melukiskan panjang efektif kolom pada sebuah *braced frame*.

Bila telah ditentukan sebelumnya bahwa portal diberi sabuk, sabukan tersebut dianggap dapat memberikan kekangan lateral yang dibutuhkan, seperti dalam gambar (3.3.a) dan gambar (3.3.b ); karenanya, titik simpulnya diasumsikan tidak dapat bergerak secara lateral ( paling tidak pada analisis struktur tingkat pertama) dan setiap kolom dapat didesain seolah-olah berupa kolom tunggal setelah faktor panjang efektif ditentukan.

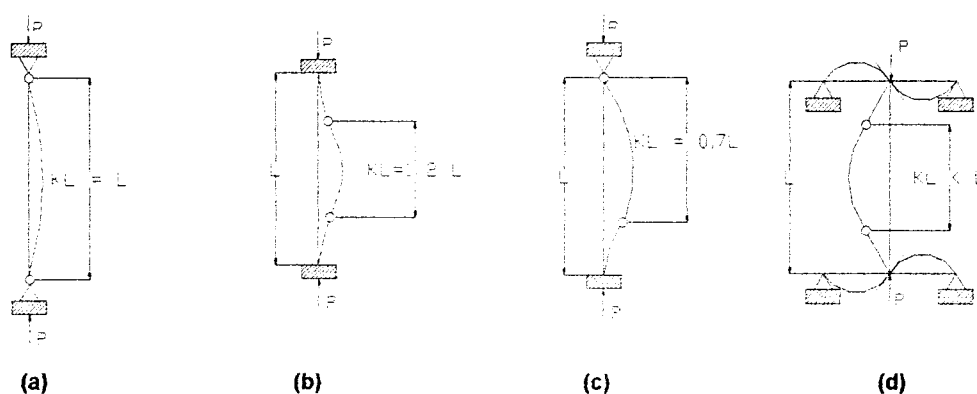
Dari gambar (3.2) dan gambar (3.3.a) dan (3.3.b) , dapat kita amati bahwa kekangan ujung pada portal tidak bergoyang selalu mereduksi ujung jarak antara titik balik ( *inflection point*); yakni mereduksi panjang efektif *K.L* dari kondisi ujung sendi. Faktor Panjang efektif akan selalu kurang dari satu.

### 3.4 Unbraced Frame

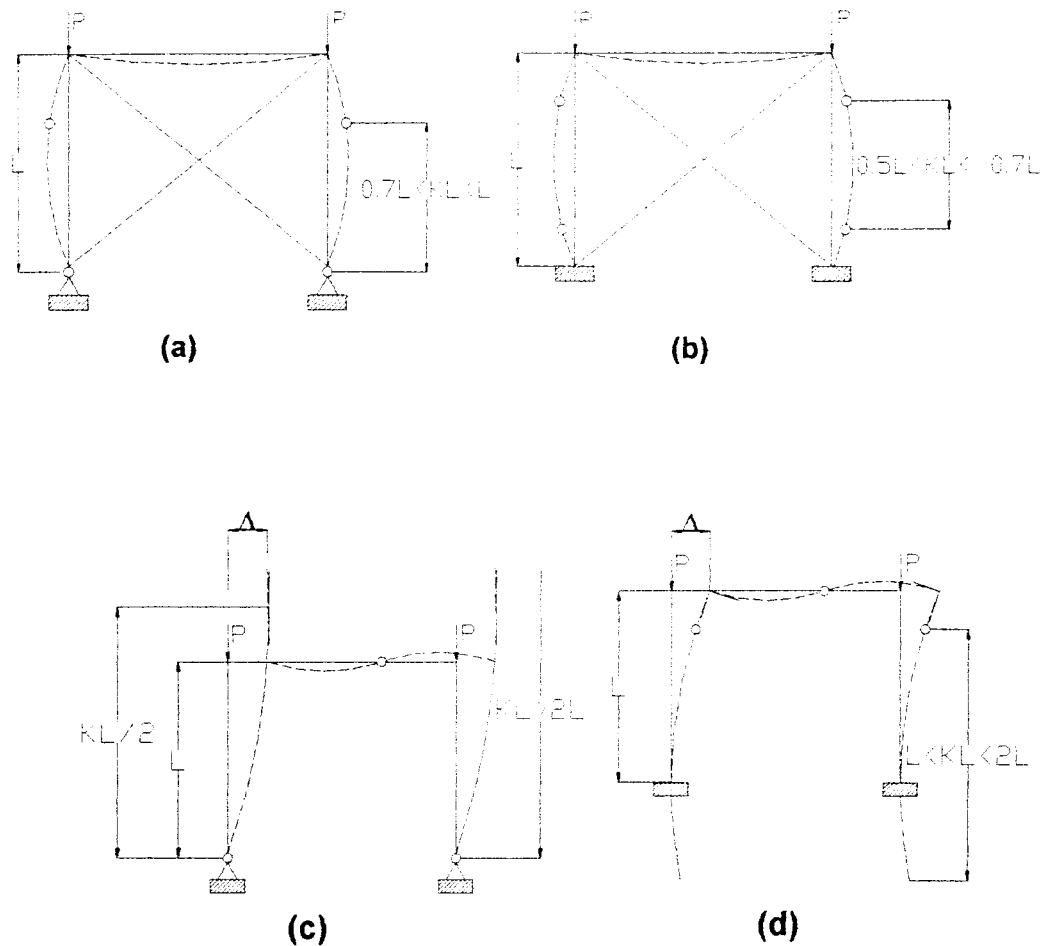
Menurut AISC-LRFD C2.2, *unbraced frame* adalah struktur portal dimana “stabilitas lateralnya tergantung pada kekakuan lentur balok dan kolom yang

disambung dengan rigid". Tekuk pada *unbraced frame* merupakan salah satu goyangan dimana, misalnya puncak kolom bergerak kesamping relatif terhadap landasannya. Dalam gambar (3.3.c) dan (3.3.d) , suatu *unbraced frame* diperlihatkan memiliki tekuk goyangan. Bentuk yang dapat mengalami tekuk, dan dari sebab itu kini menjadi panjang efektif kolom, akan tergantung pada kekakuan batang-batang yang ikut menahan lenturan. Panjang efektif  $KL$  dapat diperoleh dengan mencocokkan bentuk tekuk kolom dengan bentuk tekukan kolom berujung sendi. Seperti terlihat dalam gambar (3.3) ,  $KL$  akan selalu melebihi  $L$ .

Situasi praktis pada *unbraced frame* adalah bahwa  $K$  selalu lebih besar dari satu. AISC-LRFD C2.2 mensyaratkan bahwa  $K$  "harus ditentukan dengan analisis struktur dan tidak boleh kurang dari satu".



Gambar 3.2 Panjang efektif  $KL$



Gambar 3.3 Panjang efektif KL untuk struktur rangka

### 3.5 Metode Penghitungan Faktor K

Perkembangan dan penerapan dari faktor panjang efektif telah melalui beberapa tahapan, dan ada beberapa metoda yang telah dikemukakan.

Liew telah menunjukkan bahwa pendekatan desain balok kolom, baik AISC maupun LRFD tanpa memperhitungkan faktor K dapat menghasilkan hasil yang tidak akurat.

Metoda yang telah diusulkan sampai saat ini untuk meramalkan nilai faktor K , pada saat digunakan dalam desain portal, memperlihatkan hasil yang bervariasi yang bergantung pada penampang , ukuran , kondisi dukungan dan beban yang dikenakan. Hal ini dikarenakan adanya anggapan-anggapan dan penyederhanaan yang digunakan dalam metoda berbeda-beda.

Metode-metode tersebut yaitu :

a. Nomograf ( *Alignment Chart Method* )

Penjelasan dari standar AISC-LRFD menyarankan penggunaan dari alignment chart untuk menghitung faktor K. Nomograf tersebut didasarkan pada penyusunan kembali tekuk yang terjadi dan memerlukan beberapa asumsi.

Penyelesaian untuk tekuk pada sistem tak berpengaku menghasilkan persamaan dengan bentuk :

$$\frac{G_A G_B \left(\frac{\pi}{K}\right)^2 - 36}{6(G_A + G_B)} - \frac{\frac{\pi}{K}}{\tan\left(\frac{\pi}{K}\right)} = 0 \quad (3.1)$$

$G_A$  dan  $G_B$  adalah rasio kekakuan antara kolom dan balok pada ujung-ujung kolom dimana :

$$G_A = \frac{\sum_A (EI/L)_{kolom}}{\sum_A (EI/L)_{balok}} \quad (3.2)$$

$$G_B = \frac{\sum_B (EI/L)_{kolom}}{\sum_B (EI/L)_{balok}} \quad (3.3)$$

penyelesaian persamaan di tampilkan dengan bentuk nomograf, sedangkan untuk bentuk portal yang dicegah goyongannya juga terdapat pada manual *AISC-LRFD*.

b. Metode Pendekatan AISC LRFD

$$K_i^2 = \frac{I_i}{P_{ui}} \frac{\sum P_u}{\sum K^2}, P_{ui} > 0 \quad (3.4)$$

- $I_i$  = Momen Inersia
- $P_{ui}$  = Gaya tekan axial pada kolom tingkat ke-I
- $\sum P_u$  = Gaya tekan axial seluruh kolom pada tingkat tersebut
- $K$  = Faktor K yang didapat dari nomogram

c. Metode *Le Messurier*

Metoda lain yang digunakan untuk menghitung nilai faktor K diperkenalkan oleh *Le Messurier*, yang mengajukan pendekatan dimana efek kekangan samping antar kolom dapat dijelaskan. Pendekatan ini memberikan penjelasan bahwa semua kolom dalam portal mengalami tekuk secara simultan, bahwa kolom yang kuat kolom dengan beban axial yang kecil akan menjadi pengaku bagi kolom yang lemah atau kolom yang mendapat beban axial yang besar atau kolom langsing lain yang ada dalam tingkat yang sama. Faktor panjang efektif untuk kolom 'i' pada sebuah tingkat oleh *Le Messurier* dirumuskan dengan :

$$K_i^2 = \frac{\pi^2 E I_i}{P_{ui} L_i^2} \left[ \frac{\sum P_u + \sum C_L P_u}{\sum P_L} \right] \quad (3.5)$$

$EI_i$  = Flexural rigidity of column I

$L_i$  = Tinggi aktual kolom I

$P_{ui}$  = Gaya tekan axial pada kolom tingkat ke-I

$\sum P_u$  = Gaya tekan axial seluruh kolom pada tingkat tersebut

$$P_L = \frac{\beta \cdot E \cdot I}{L^2}$$

$$\beta = \frac{6(G_A + G_B) + 36}{2(G_A + G_B) + G_A \cdot G_B + 3}$$

$$C_L = \left( \beta \frac{K^2}{\pi^2} - 1 \right)$$

$K$  = Faktor K yang didapat dari nomogram

#### d. Metode *Lui*

Metode lain yang lebih simpel yang memperhitungkan ketidakstabilan baik itu ketidakstabilan dari batang maupun ketidakstabilan portal dalam mencari nilai faktor panjang efektif adalah metode *Lui*.

Ketidak stabilan dari batang mengacu pada diperhitungkannya efek P- $\delta$  dalam fungsi kestabilan yang disederhanakan dengan menggunakan *taylor series expansion*. Kestabilan portal mengacu pada efek P $\Delta$  yang diperhitungkan dalam konsep kekakuan tingkat. dua efek tersebut



dikombinasikan menjadi satu formula dimana nilai faktor k untuk batang 'i' dalam portal ditentukan dengan rumus :

$$K_i^2 = \frac{\pi^2 E I_i}{P_i L_i^2} \sum \frac{P}{L} \left( \frac{1}{5 \Sigma \eta} + \frac{\Delta_{dh}}{\Sigma H} \right) \quad (3.6)$$

- $P_i$  = Gaya tekan axial pada batang I
- $\sum \frac{P}{L}$  = Jumlah dari ratio gaya tekan axial dengan panjang dari seluruh batang pada tingkat yang ditinjau.
- $\Sigma H$  = Jumlah gaya lateral pada dan diatas tingkat yang ditinjau.
- $\Delta_{dh}$  = Defleksi antar tingkat atau perpindahan relatif pada tingkat yang bersangkutan
- $\eta = \frac{(3 + 4.8m + 4.2m^2) E I}{L^3}$
- $m = \frac{M_A}{M_B}$
- $M_A, M_B$  = Momen ujung batang dengan  $M_A < M_B$
- $\Sigma \eta$  = jumlah dari  $\eta$  pada semua batang pada tingkat yang ditinjau.

### 3.6 Efek P-delta

Secara umum dapat dikatakan bahwa momen yang bekerja pada balok-koiom terdiri dari dua macam, yaitu momen primer dan momen sekunder. Momen primer adalah momen akibat beban transversal atau momen-momen ujung,

sedangkan momen sekunder terjadi karena pengaruh gaya tekan P, dalam hal ini gaya P menimbulkan *displacement* sebesar  $\delta$ . Pengaruh gaya aksial P dan lendutan sebesar  $\delta$  disebut sebagai efek P- $\delta$  (*Chen and Lui 1991*).

Perbedaan yang cukup mencolok antara balok dengan balok-kolom adalah momen primer dan *displacement* yang terjadi. *Displacement* dan momen balok tidak mengalami pembesaran, sedangkan pada balok-kolom, daya aksial mengakibatkan pembesaran *displacement* dan momen. Terdapat dua efek sekunder yang didefinisikan sebagai efek P- $\delta$  dan efek P- $\Delta$ . Efek-efek sekunder ini memperbesar *displacement* dan tegangan yang terjadi pada penampang balok-kolom sehingga mengurangi stabilitas. Dalam perencanaan balok-kolom efek sekunder ini harus diperhitungkan agar didapat dimensi balok-kolom yang memadai.

### 3.6.1 Efek P- $\delta$

Pandang sebuah komponen yang mengalami kombinasi beban tekan aksial dan beban transversal (gambar 3.4), dalam hal ini translasi joint dicegah. Andaikan momen-momen ujung  $M_A$ ,  $M_B$ , beban Q dan w menghasilkan momen primer  $M_1$  dan displacement primer  $v_1$ . Gaya aksial P mengakibatkan momen sekunder  $M_{11}$  dan displacement sekunder  $v_{11}$ . Momen dan displacement sekunder ini menghasilkan yang disebut efek P- $\delta$ . Efek-efek tersebut menambah instabilitas pada balok-kolom yang dikenal sebagai efek instabilitas.

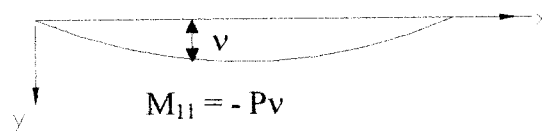
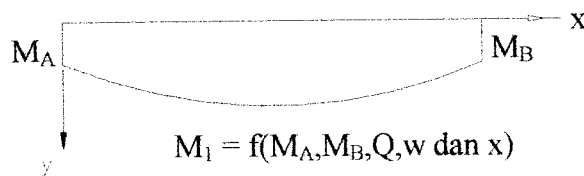
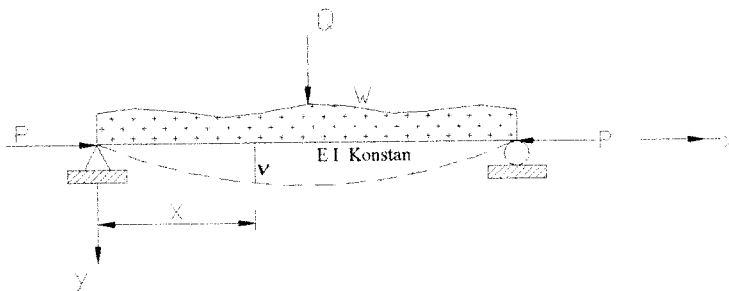
Momen total sepanjang balok-kolom adalah jumlah momen-momen primer dan momen-momen sekunder, jadi

$$M = M_1 + M_{11} \quad (3.7)$$

Sedangkan displacementnya adalah :

$$v = v_1 + v_{11} \quad (3.8)$$

Agar balok-kolom yang direncanakan memadai, momen maksimum yang bekerja perlu diketahui. Momen maksimum didapat dengan menyelesaikan persamaan differensial balok-kolom dengan memperhatikan kondisi batas di kedua ujungnya.



Gbr 3.4 efek P- $\delta$

Untuk maksud praktis lebih disukai menggunakan prosedur yang sederhana dan mudah, yaitu menggunakan momen maksimum ( $M_{\text{mak}}$ ) pendekatan dengan asumsi momen sekunder mempunyai bentuk setengah gelombang sinus (penjelasan dalam lampiran 8) yang dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$M_{11} = P \cdot \delta \cdot \sin \frac{\pi x}{L} \quad (3.9)$$

sedangkan displacemen maksimumnya adalah :

$$v_{\text{mak}} = \delta = \delta_1 + \delta_{11} \quad (3.10)$$

Dalam keadaan elastis, hubungan momen dengan derivative kedua dari displacement adalah :

$$M_{11} = -EI \cdot v_{11}'' \quad (3.11a)$$

yang dapat ditulis kembali dalam bentuk :

$$v_{11}'' = -\frac{M_{11}}{EI} \quad (3.11b)$$

substitusi persamaan (3.9) kepersamaan (3.11b) didapat :

$$v_{11}'' = -\frac{P \delta}{EI} \sin \frac{\pi x}{L} \quad (3.12)$$

mengintegalkan dua kali persamaan (3.12), kemudian memasukkan syarat batas untuk  $v_{x=0} = 0$  dan  $v_{x=L} = 0$  didapat displacement sekunder :

$$v_{11} = -\frac{P \delta}{EI} \left( \frac{L}{\pi} \right)^2 \sin \frac{\pi x}{L} \quad (3.13)$$

Displacement sekunder ditengah-tengah bentang ( $x = L/2$ ) adalah :

$$\delta_{11} = v_{11|x=L/2} = \delta \frac{P}{P_c} \quad (3.14)$$

dengan  $P_e = \pi^2(EI) / L^2$  disebut beban tekuk Euler (*Euler buckling load*). Total *displacement* yang terjadi :

$$\delta = \delta_1 + \delta_{11} \quad (3.15)$$

Substitusi Persamaan (3.14) ke persamaan (3.15), kemudian disederhanakan didapat :

$$\delta = \left( \frac{1}{1 - P/P_e} \right) \delta_1 \quad (3.16)$$

Dengan menganggap momen primer maksimum terjadi didekat setengah bentang maka :

$$M_{mak} = M_{1mak} + P \cdot \delta \quad (3.17)$$

Substitusi persamaan (3.16) ke persamaan (3.17) didapat :

$$M_{mak} = \left( \frac{1 + \Psi P / P_e}{1 - P / P_e} \right) M_{1mak} \quad (3.18)$$

Dengan :

$$\Psi = \frac{\delta_1 \cdot P_e}{M_{1mak}} - 1 \quad (3.19)$$

Dengan mendefinisikan :

$$Cm = 1 - \Psi \frac{P}{P_e} \quad (3.20)$$

momen maksimum pada balok kolom dinyatakan dengan persamaan :

$$M_{mak} = \left( \frac{Cm}{1 - P/P_e} \right) M_{1mak} \quad (3.21)$$

Persamaan (3.21) dinyatakan dalam bentuk yang lebih sederhana sebagai :

$$M_{\text{mak}} = B_1 M_{1 \text{ mak}} \quad (3.22)$$

Dengan :

$$B_1 = \left( \frac{Cm}{1 - P/P_e} \right) \quad (3.23)$$

### 3.6.2 Efek P-Δ

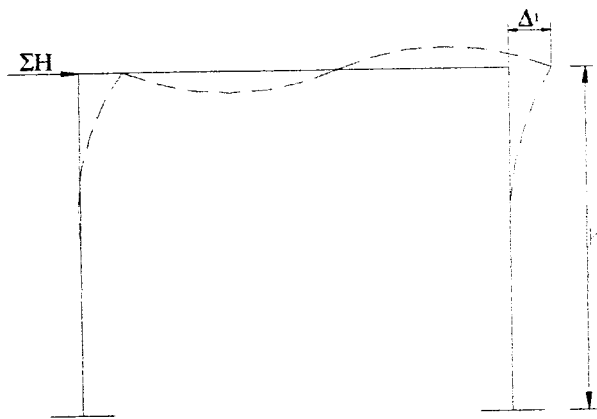
Gaya lateral  $\Sigma H$  yang bekerja pada ujung atas portal gambar (3.5a) mengakibatkan ujung atas portal tersebut mengalami perpindahan lateral hingga tercapainya kondisi seimbang. Displacement lateral dapat dihitung berdasarkan konfigurasi awal yang dalam hal ini juga dikemukakan sebagai defleksi orde pertama, dinyatakan sebagai  $\Delta_1$ . Jika pada portal juga bekerja gaya aksial P, maka gaya tersebut berinteraksi dengan displacement lateral  $\Delta_1$  sehingga posisi seimbangnya menghasilkan defleksi lateral  $\Delta$ . Fenomena gaya aksial P berinteraksi dengan displacement pada suatu portal disebut efek P-Δ. Konsekuensi dari efek ini memperbesar *drift* dari momen guling (*overturning moment*). Penambahan momen guling mengurangi kekakuan dan stabilitas portal sehingga harus diperhitungkan dalam perencanaan. Agar penentuan displacement total akurat, momen sesungguhnya M dimasukkan dalam hitungan efek P-Δ ekuivalen dengan yang disebabkan oleh gaya horisontal  $\Sigma P\Delta/h$ , dengan h adalah tinggi portal. Kekakuan tingkat didefinisikan sebagai berikut :

$$S_F = \frac{\text{gaya horisontal}}{\text{perpindahan lateral}} \quad (3.24)$$

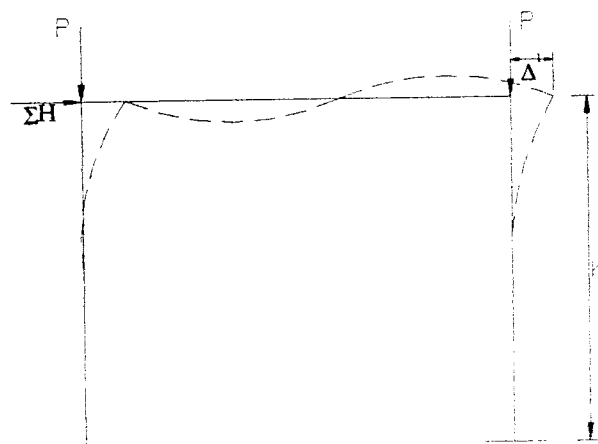
jadi

$$S_F = \frac{\sum H}{\Delta_1} \quad (3.25a)$$

$$S_F = \frac{\sum H + \left( \sum \frac{P\Delta}{h} \right)}{\Delta} \quad (3.25b)$$



(a)



(b)

Gambar 3.5 Efek P- $\Delta$ 

Penyelesaian persamaan (3.25b) menghasilkan :

$$\Delta = \frac{1}{1 - \left( \frac{\sum P \cdot \Delta_1}{\sum H \cdot h} \right)} \quad (3.26)$$

Momen maksimum yang terjadi pada balok-kolom dinyatakan dengan :

$$M = \left[ \frac{1}{1 - \left( \frac{\sum P \cdot \Delta_1}{\sum H \cdot h} \right)} \right] M_{sway} = B_2 \cdot M_{sway} \quad (3.27)$$

dengan M adalah momen ujung maksimum memperhitungkan efek P- $\Delta$ ,  $M_{1\ sway}$  adalah momen orde pertama atau momen primer memperhitungkan perpindahan,  $B_2$  adalah faktor pembesaran momen P- $\Delta$ . Dari persamaan (3.27) dapat dilihat bahwa momen memperhitungkan efek P- $\Delta$  dapat diperoleh dengan mengalikan momen dengan faktor pembesaran momen  $B_2$ .

Yura (1971) mengemukakan *modified effective length method* untuk momen maksimum dengan memperhitungkan efek P- $\Delta$ , momen maksimum dihitung dengan persamaan :

$$M = \left[ \frac{1}{1 - \left( \frac{\sum P}{P_{ek}} \right)} \right] M_{sway} = B_2 \cdot M_{sway} \quad (3.28)$$

dengan  $P_{EK} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$ , dan K menyatakan faktor panjang efektif.

Dari persamaan (3.27) dan (3.28) dapat dilihat bahwa P- $\Delta$  merupakan faktor pembesaran momen  $B_2$  dapat dinyatakan dengan :



$$B_2 = \frac{1}{1 - \left( \frac{\sum P \cdot \Delta_1}{\sum H \cdot h} \right)} \quad (3.29)$$

### 3.7 Analisa Beban Gempa

Perencanaan sebuah struktur bangunan yang tahan gempa harus memperhitungkan beban lateral akibat gempa. Metode analisis beban gempa pada tugas akhir ini menggunakan analisis beban gempa statik ekuivalen yang sesuai dengan PPKGURDG (1987) sebagai berikut :

#### 3.7.1 Gaya Geser Dasar

Gaya geser dasar adalah gaya geser horisontal total yang besarnya dihitung dari persamaan :

$$V = C \cdot I \cdot K \cdot W_t \quad (3.30)$$

Dimana :

$C$  = Koefisien gempa dasar

$I$  = Faktor keutamaan gedung

$K$  = Faktor Jenis gedung

$W_t$  = Berat total struktur

#### 3.7.2 Koefisien Gempa Dasar

Koefisien gempa dasar ditentukan sesuai dengan wilayah gempa lokasi bangunan berada, dengan memakai waktu getar alami struktur. Untuk struktur portal baja, rumus yang dipergunakan untuk mencari waktu getar alami adalah :

Untuk struktur tanpa pengekang :

$$T = 0,085 \cdot H^{3/4} \quad (3.31)$$

Untuk struktur dengan pengekang :

$$T = \frac{0,09 \cdot H}{\sqrt{B}} \quad (3.32)$$

Dimana :

T = waktu getar

H = Tinggi total struktur

B = Lebar struktur

### 3.7.3 Distribusi Gaya Geser Horisontal

Beban geser karena gempa (V) harus didistribusikan sepanjang tinggi gedung menjadi beban – beban horisontal terpusat yang dikonsentrasikan pada tiap tingkat. Beban geser dasar dihitung dengan persamaan :

$$F_i = \frac{W_i \cdot H_i}{\sum W_i \cdot H_i} \cdot V \quad (3.33)$$

Dimana :

$F_i$  = Beban gempa horisontal yang terpusat pada lantai

$H_i$  = tinggi lantai i dari titik penjepitan lateral struktur

$W_i$  = beban vertikal yang didistribusikan pada lantai.

### 3.7.4 Waktu Getar Alami

Waktu getar alami dari sebuah struktur gedung setelah direncanakan dengan pasti harus di kontrol dengan rumus *Rayleigh* :

$$T = 6,3 \sqrt{\frac{\sum W_i \cdot d_i^2}{g \cdot \sum F_i \cdot d_i}} \quad (3.34)$$

Dimana :

$W_i$  = Beban vertikal pada lantai yang digunakan dalam perhitungan beban gempa

$d_i$  = Lendutan horisontal lantai

$F_i$  = Beban horisontal pada lantai

$g$  = Percepatan gravitasi

apabila waktu getar alami yang dihitung dengan rumus ( 3.34) lebih kecil dari 80 % waktu getar hitungan awal (rumus 3.31 atau 3.32 ) maka beban gempa harus dihitung ulang dengan menggunakan waktu getar yang baru.

### 3.8. Perencanaan Balok-Kolom

#### 3.8.1. Umum

Hampir semua batang dalam sebuah struktur terkena momen lentur dan beban aksial sekaligus tarik maupun tekan. Bila besarnya salah satu beban itu cukup kecil, biasanya efeknya diabaikan dan batang tersebut didesain sebagai sebuah balok, sebagai kolom yang terkena beban aksial, atau sebuah batang tarik. Untuk banyak situasi tidak ada efek yang dapat diabaikan begitu saja dan perilaku dibawah pembebanan kombinasi itu harus diperhitungkan dalam desain. Batang yang terkena tekan aksial dan lentur disebut balok-kolom.

#### 3.8.2. Metode Pembesaran Momen

Momen yang digunakan adalah momen terfaktor total yang diperoleh dari persamaan berikut :

$$M_u = B_1.Mnt + B_2.Mlt \quad (3.35)$$

Untuk mendapatkan nilai momen-momen ujung yang diperbesar digunakan metode pembesaran momen, dimana dibutuhkan dua analisis elastis orde pertama

1. Analisis gaya gravitasi saja dengan asumsi tidak ada goyangan untuk mendapatkan harga-harga  $B_1.Mnt$  dan,
2. Analisis goyangan beban lateral saja untuk mendapatkan harga-harga  $B_2.Mlt$ .

Pembesar *nonsway* (gaya gravitasi saja)  $B_1$  diberikan oleh LRFD.H1.2a sebagai :

$$B_1 = \frac{Cm}{1 - \frac{Pu}{Pe}} \geq 1 \quad (3.36)$$

sedangkan pembesar goyangan (beban lateral saja)  $B_2$  diberikan oleh LRFD.H.1.2 sebagai :

$$B_2 = \frac{1}{1 - \frac{\sum Pu}{\sum Pe}} \quad (3.37)$$

### 3.8.3 Interaksi Balok-Kolom

Dalam peraturan AISC-LRFD , telah disebutkan batang yang mengalami kombinasi dari beban aksial dan momen. Formula interaksi yang mengacu pada perilaku dari batang tersebut adalah sebagai berikut :

1. Untuk ratio  $\frac{P_u}{\phi_c P_n} \geq .20$  maka rumus interaksi diambil :

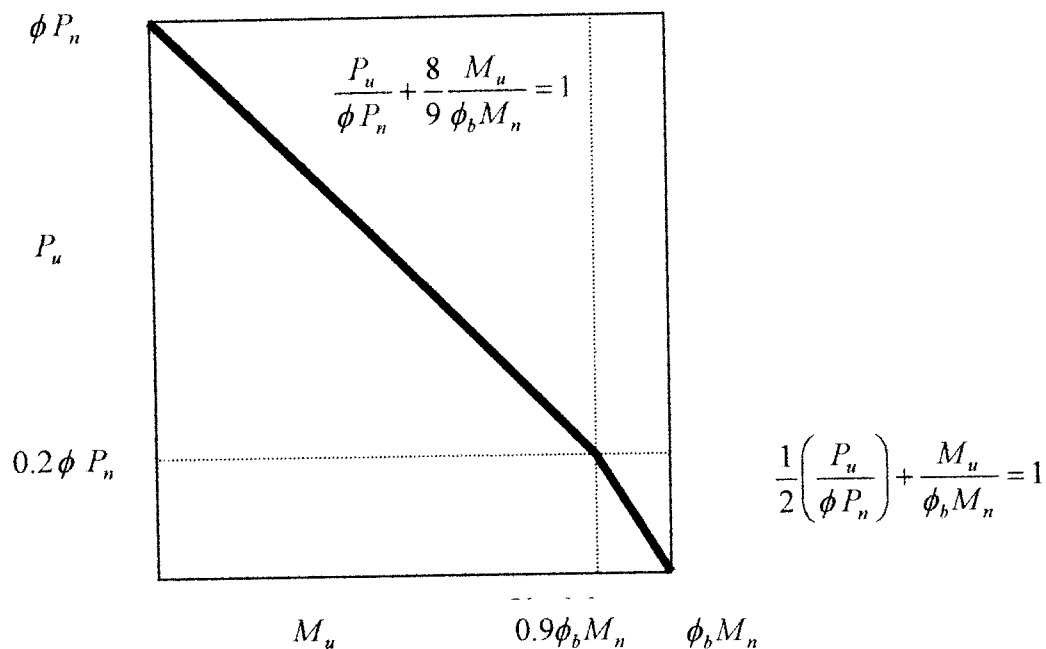
$$\frac{P_u}{\phi_c P_n} + \frac{8}{9} \left( \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1.0 \quad (3.38)$$

2. Untuk ratio  $P_u / \phi_c P_n \leq .20$  maka rumus interaksi :

$$\frac{P_u}{2\phi_c P_n} + \left( \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} + \frac{M_{uy}}{\phi_b M_{ny}} \right) \leq 1.0 \quad (3.39)$$

Persamaan pertama mengontrol kedua stabilitas, yang berdekatan dengan titik tengah balok-kolom sebagaimana kekuatan yang diperlukan yang berdekatan dengan ujung dari balok kolom.

Persamaan kedua terutama menguji kestabilan aspek yang berkaitan dari batang, dimana ini lebih mendekati dari perilaku balok yang sebenarnya. Penggunaan dari rumus ini dapat diilustrasikan dengan gambar (3.6). Persamaan ini juga menunjukkan hubungan momen baik untuk sumbu kuat maupun lemah, meskipun jika momen terjadi hanya salah satu sumbu, maka hubungan momen yang lain akan ditiadakan.



Gambar 3.6 Grafik Interaksi Balok-Kolom *AISC LRFD*

#### 3.8.4. Prosedur Perhitungan Stabilitas Balok-Kolom

1. Penentuan beban terfaktor sesuai LRFD-A4.1, paling sedikit dibutuhkan dua kombinasi beban terfaktor bila angin atau gempa bekerja pada struktur.
2. Analisis orde pertama, dibagi menjadi dua analisis orde pertama yang terpisah pada kondisi beban-beban terfaktor, yakni analisis tak bergoyang dibawah beban gravitasi saja, dan analisis bergoyang akibat beban lateral saja.
3. Kekuatan kolom, panjang efektif  $K$  dalam bidang rangka ditentukan dengan menggunakan faktor-faktor kekangan  $G$  dari kedua ujung kolom yaitu :

$$G = \frac{\sum (EI/L)_{kolom}}{\sum (EI/L)_{balok}}$$

Nilai K diperoleh berdasarkan nilai faktor G kedua ujung kolom dengan menggunakan salah satu dari 3 formula perhitungan perhitungan faktor panjang efektif (*Alignment Chart, LRFD, Le Messurier*).

Selanjutnya untuk menentukan penggunaan rumus interaksi balok kolom dilakukan perhitungan berikut :

$$\lambda_c^2 = \left( \frac{KL}{r} \right)^2 \cdot \frac{F_y}{\pi^2 \cdot E} \quad (3.40)$$

$$\text{jika } \lambda_c > 1,5 \text{ maka } F_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E}{\left( \frac{KL}{r} \right)^2} \cdot (0,877) \quad (3.41)$$

$$\text{Jika } \lambda_c < 1,5 \text{ maka } F_{cr} = (0,658^{\lambda_c^2}) F_y \quad (3.42)$$

Ditentukan  $\phi P_n = A_g \cdot F_{cr}$  dengan  $\phi = 0,85$

Kemudian menentukan rumus interaksi balok-kolom berdasarkan nilai

$\frac{P_u}{\phi_c P_n}$  jika

$$1. \frac{P_u}{\phi_c P_n} \geq .20 \text{ maka digunakan persamaan (3.38)}$$

$$2. \frac{P_u}{\phi_c P_n} \leq .20 \text{ maka digunakan persamaan (3.39)}$$

#### 4. Efek balok

$$M_p = F_y \cdot Z_x \quad (3.43)$$

$$L_p = \frac{300}{\sqrt{F_y}} \cdot r_y \quad (3.44)$$

kontrol penampang balok dengan rumus :

$$\frac{b_f}{2t_f} < \lambda_p \quad \lambda_p = 10,8 \text{ (untuk } F_y = 36 \text{ ; LRFD-B5.1)} \quad (3.45)$$

$$\frac{h_c}{t_w} < \lambda_p \quad \lambda_p = 107 \text{ (untuk } F_y = 36 \text{ ; LRFD-B5.1)} \quad (3.46)$$

5. Menentukan nilai pembesaran momen, untuk pembesaran tak goyang  $B_1$  digunakan persamaan (3.36), dan untuk pembesaran bergoyang  $B_2$  dipakai persamaan (3.37).
6. Kontrol persamaan interaksi balok-kolom.

### 3.9 Hipotesis

Analisis stabilitas portal baja tanpa pengaku akan mendapatkan hasil yang optimum dengan menggunakan faktor K yang diperoleh dengan menggunakan metode Lui.



## BAB IV

### METODE PENELITIAN

#### 4.1 Tempat Penelitian

Penelitian perencanaan model struktur dilaksanakan di daerah gempa III dan pondasi terletak pada tanah keras sehingga koefisien gempa berkisar antara 0,025 sampai dengan 0,05 (PPKGURDG 1987).

#### 4.2 Model Struktur

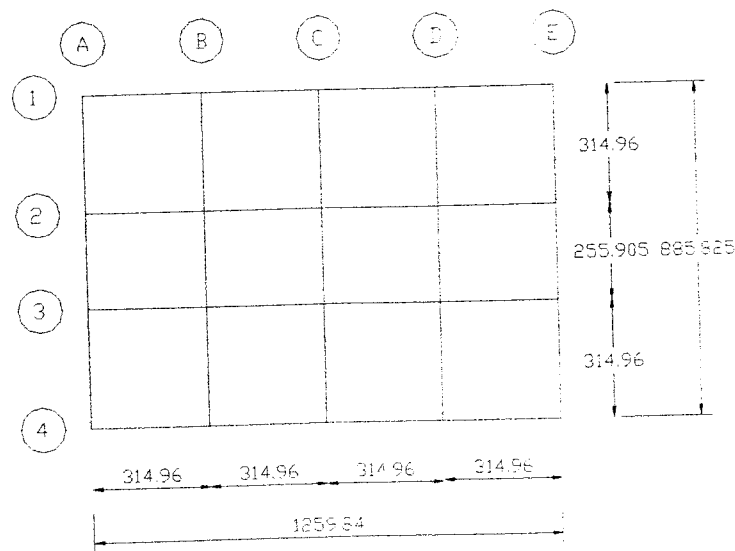
Model struktur yang digunakan yaitu struktur baja simetris (gambar 4.2) dengan kriteria perencanaan sebagai berikut :

- a. Profil baja memiliki tegangan leleh ijin  $F_y = 36$  ksi
- b. Tebal plat beton yang digunakan adalah 5,0955 inchi (0,15 m).
- c. Berat volume beton diasumsikan berkisar  $8,699 \cdot 10^{-5}$  kip/inch<sup>3</sup> (2400 kg/m<sup>3</sup>).
- d. Model struktur gedung direncanakan untuk apartemen (rumah tinggal) dengan beban merata hidupnya  $3,556 \cdot 10^{-4}$  kip/inch<sup>2</sup> (250 kg/m<sup>2</sup>).
- e. Model struktur gedung direncanakan sesuai denah secara simetris, sehingga pusat kekakuan dan pusat massa struktur saling berhimpit, oleh karena itu faktor puntir diabaikan.

- f. Tinggi kolom pada lantai satu adalah 157,48 inchi (4 m), sedangkan lantai dua sampai dengan plat atap masing-masing memiliki ketinggian 127,953 inchi (3,25 m).
- g. Model struktur portal gedung yang direncanakan adalah portal melintang pada tengah bentang yaitu portal C.
- h. Panjang bentang balok bervariasi yaitu 314,96 inchi (8 m) dan 255,905 inchi (6,25 m).

#### 4.3 Variabel dan analisis penelitian

Dalam penelitian digunakan nilai faktor K sebagai variabel sedangkan untuk analisis pembahasan digunakan program bantu *software* komputer *SAP 90* dan *Microsoft Excel 2000*.



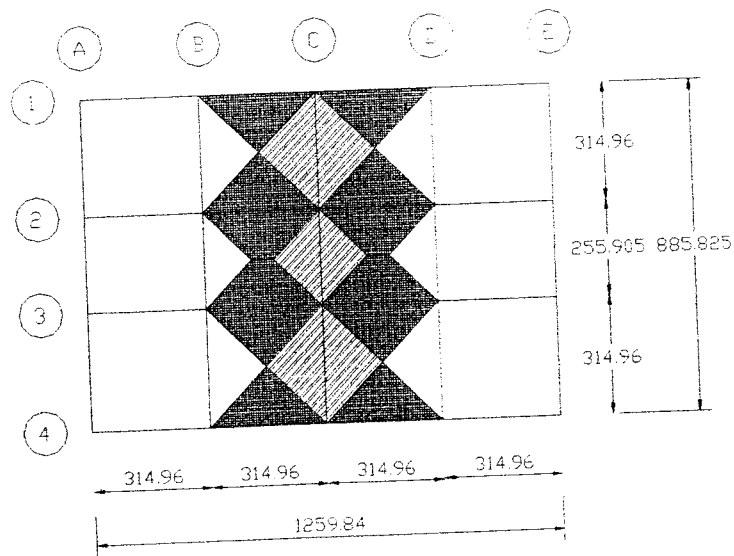
Gambar 4.1 Denah struktur

## BAB V

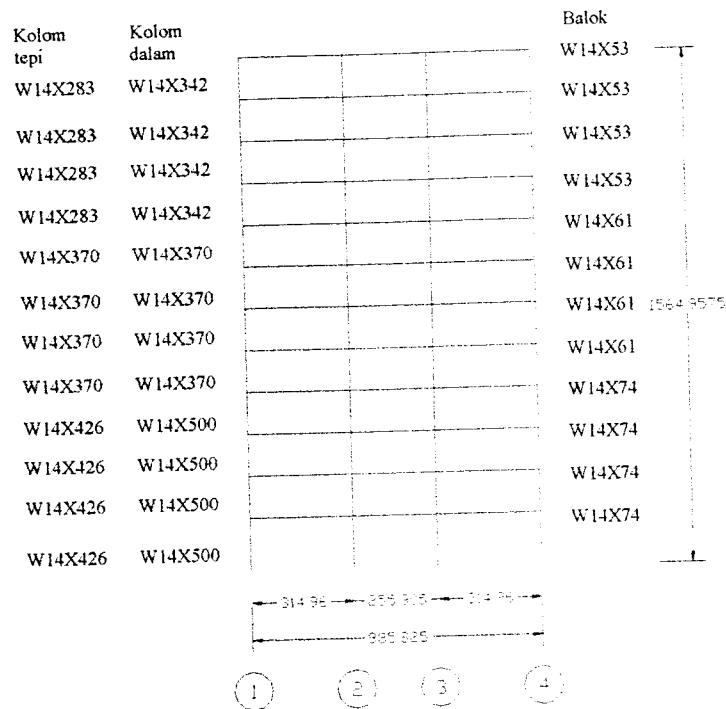
### ANALISIS DAN DESAIN

#### 5.1 Perhitungan Pembebanan

Perhitungan pembebanan didasarkan pada luas pembebanan pada struktur portal seperti ditunjukkan pada gambar (5.1) :



Gambar 5.1 Pembebanan Lantai (*envelope method*)



Gambar 5.2 Denah perletakan profil baja

### 5.1.1 Pembebanan struktur

#### 1. Pembebanan atap I

##### a. Beban Hidup

$$\text{i. Beban hidup} = 1,422 \cdot 10^{-4} \cdot 157,48 \cdot 0,3 = 6,720 \cdot 10^{-3} \text{ Kip/Inch}$$

$$\text{ii. Air hujan} = 3,612 \cdot 10^{-5} \cdot 1,9685 \cdot 157,48 \cdot 0,3 = 3,360 \cdot 10^{-4} \text{ Kip/Inch}$$

$$\underline{1,008 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch}}$$

##### b. Beban mati

$$\text{iii. Berat Plat} = 8,669 \cdot 10^{-5} \cdot 5,9055 \cdot 157,48 = 8,062 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch}$$

$$\text{iv. Berat Plafon} = 2,560 \cdot 10^{-5} \cdot 157,48 = 4,032 \cdot 10^{-3} \text{ Kip/Inch}$$

$$8,465 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch}$$

## 2. Pembebanan Lantai I

### a. Beban hidup

$$i. \text{ Beban hidup} = 3,556 \cdot 10^{-4} \cdot 157,48 \cdot 0,3 = 1,678 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch}$$

### b. Beban mati

$$ii. \text{ Berat plat} = 8,669 \cdot 10^{-5} \cdot 5,9055 \cdot 157,48 = 8,062 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch}$$

$$iii. \text{ Berat tegel} = 8,669 \cdot 10^{-5} \cdot 0,7874 \cdot 157,48 = 1,075 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch}$$

$$iv. \text{ Berat pasir} = 5,779 \cdot 10^{-5} \cdot 1,1811 \cdot 157,48 = 1,075 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch}$$

$$v. \text{ Berat spesi} = 7,585 \cdot 10^{-5} \cdot 0,7874 \cdot 157,48 = 9,406 \cdot 10^{-3} \text{ Kip/Inch}$$

$$vi. \text{ Berat plafon} = 2,560 \cdot 10^{-5} \cdot 157,48 = \underline{4,032 \cdot 10^{-3} \text{ Kip/Inch}}$$

$$1,156 \cdot 10^{-1} \text{ Kip/Inch}$$

### b. Beban dinding

$$i. \text{ Berat dinding} = 3,556 \cdot 10^{-4} \cdot 127,953 = 4,549 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch}$$

## 3. Pembebanan atap II

### a. Beban Hidup

$$i. \text{ Beban hidup} = 1,422 \cdot 10^{-4} \cdot 127,953 \cdot 0,3 = 5,460 \cdot 10^{-3} \text{ Kip/Inch}$$

$$ii. \text{ Air hujan} = 3,612 \cdot 10^{-5} \cdot 1,9685 \cdot 127,953 \cdot 0,3 = \underline{2,729 \cdot 10^{-3} \text{ Kip/Inch}}$$

$$8,189 \cdot 10^{-3} \text{ Kip/Inch}$$

### b. Beban mati

$$i. \text{ Berat Plat} = 8,669 \cdot 10^{-5} \cdot 5,9055 \cdot 127,953 = 6,550 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch}$$

$$ii. \text{ Berat Plafon} = 2,560 \cdot 10^{-5} \cdot 127,953 = 3,276 \cdot 10^{-3} \text{ Kip/Inch}$$

$$\underline{6,878 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch}}$$

#### 4. Pembebanan Lantai II

##### a. Beban hidup

$$\text{i. Beban hidup} = 3,556 \cdot 10^{-4} \cdot 127,953 \cdot 0,3 = 1,365 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch}$$

##### b. Beban mati

$$\text{ii. Berat plat} = 8,669 \cdot 10^{-5} \cdot 5,9055 \cdot 127,953 = 6,550 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch}$$

$$\text{iii. Berat tegel} = 8,669 \cdot 10^{-5} \cdot 0,7874 \cdot 127,953 = 8,734 \cdot 10^{-3} \text{ Kip/Inch}$$

$$\text{iv. Berat pasir} = 5,779 \cdot 10^{-5} \cdot 1,1811 \cdot 127,953 = 8,734 \cdot 10^{-3} \text{ Kip/Inch}$$

$$\text{v. Berat spesi} = 7,585 \cdot 10^{-5} \cdot 0,7874 \cdot 127,953 = 7,642 \cdot 10^{-3} \text{ Kip/Inch}$$

$$\text{vi. Berat plafon} = 2,560 \cdot 10^{-5} \cdot 127,953 = 3,276 \cdot 10^{-3} \text{ Kip/Inch}$$

$$\underline{9,389 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch}}$$

##### b. Beban dinding

$$\text{i. Berat dinding} = 3,556 \cdot 10^{-4} \cdot 127,953 = 4,549 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch}$$

#### 5.1.2 Pembebanan ekuivalen portal melintang C

##### 1. Beban merata portal C1-C2 (Kip/Inch)

ATAP

Hidup

$$\begin{aligned} M_{\max} &= 8,33 \cdot 10^{-2} \cdot 1,008 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96^2 = 83,285 \text{ KipInch} \\ Q_{\text{equivalen}} &= ((8 \cdot 83,285) / 314,96^2) \cdot 2 = 1,343 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch} \end{aligned}$$

Mati

$$\begin{aligned} M_{\max} &= 8,33 \cdot 10^{-2} \cdot 8,465 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96^2 = 699,504 \text{ KipInch} \\ Q_{\text{equivalen}} &= ((8 \cdot 699,504) / 314,96^2) \cdot 2 = 1,128 \cdot 10^{-1} \text{ Kip/Inch} \end{aligned}$$

LANTAI

Hidup

$$\begin{aligned} M_{\max} &= 8,33 \cdot 10^{-2} \cdot 1,680 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96^2 = 138,818 \text{ KipInch} \\ Q_{\text{equivalen}} &= ((8 \cdot 138,818) / 314,96^2) \cdot 2 = 2,239 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch} \end{aligned}$$

Mati

$$\begin{aligned}
 M_{\max 1} &= 8,33 \cdot 10^{-2} \cdot 1,156 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96^2 = 954,877 \text{ Kiplch} \\
 Q \text{ equivalen 1} &= ((8.954,877)/314,96^2) \cdot 2 = 1,540 \cdot 10^{-1} \text{ Kip/Inch} \\
 Q \text{ equivalen 2} &= 3,560 \cdot 10^{-4} \cdot 127,953 = 4,550 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch} \\
 Q \text{ equivalen} &= 1,995 \cdot 10^{-1} \text{ Kip/Inch}
 \end{aligned}$$

## 2. Beban merata portal C2-C3 (Kip/Inch)

### ATAP

#### Hidup

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= 8,33 \cdot 10^{-2} \cdot 8,189 \cdot 10^{-2} \cdot 255,905^2 = 44,672 \text{ Kiplnch} \\
 Q \text{ equivalen} &= ((8.44,672)/255,905^2) \cdot 2 = 1,091 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch}
 \end{aligned}$$

#### Mati

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= 8,33 \cdot 10^{-2} \cdot 6,878 \cdot 10^{-2} \cdot 255,905^2 = 375,198 \text{ Kiplnch} \\
 Q \text{ equivalen} &= ((8.375,198)/255,905^2) \cdot 2 = 9,167 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch}
 \end{aligned}$$

### LANTAI

#### Hidup

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= 8,33 \cdot 10^{-2} \cdot 1,365 \cdot 10^{-2} \cdot 255,905^2 = 74,459 \text{ Kiplnch} \\
 Q \text{ equivalen} &= ((8.74,459)/255,905^2) \cdot 2 = 1,819 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch}
 \end{aligned}$$

#### Mati

$$\begin{aligned}
 M_{\max 1} &= 8,33 \cdot 10^{-2} \cdot 9,389 \cdot 10^{-2} \cdot 255,905^2 = 612,174 \text{ Kiplnch} \\
 Q \text{ equivalen 1} &= ((8.612,174)/255,905^2) \cdot 2 = 1,251 \cdot 10^{-1} \text{ Kip/Inch} \\
 Q \text{ equivalen 2} &= 3,560 \cdot 10^{-4} \cdot 127,953 = 4,550 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch} \\
 Q \text{ equivalen} &= 1,706 \cdot 10^{-1} \text{ Kip/Inch}
 \end{aligned}$$

## 3. Beban titik C1 = C4 (Kip)

### ATAP

#### Hidup

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= 8,33 \cdot 10^{-2} \cdot 1,008 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96^2 = 83,285 \text{ Kiplnch} \\
 Q \text{ equivalen} &= ((8.83,285)/314,96^2) = 1,343 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch} \\
 P &= 1,343 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96 = 2,115 \text{ Kip}
 \end{aligned}$$

#### Mati

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= 8,33 \cdot 10^{-2} \cdot 8,465 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96^2 = 699,285 \text{ Kiplnch} \\
 Q \text{ equivalen} &= ((8.699,285)/314,96^2) = 5,641 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch} \\
 P &= 5,641 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96 = 17,767 \text{ Kip}
 \end{aligned}$$

### LANTAI

#### Hidup

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= 8,33 \cdot 10^{-2} \cdot 1,680 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96^2 = 138,818 \text{ Kiplnch} \\
 Q \text{ equivalen} &= ((8.138,818)/314,96^2) = 1,120 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch} \\
 P &= 1,120 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96 = 3,526 \text{ Kip}
 \end{aligned}$$

#### Mati

$$M_{\max} = 8,33 \cdot 10^{-2} \cdot 1,156 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96^2 = 954,877 \text{ Kiplnch}$$

$$\begin{aligned}
 Q \text{ equivalen} &= ((8.954,877)/314,96^2) &&= 7,701 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch} \\
 Q \text{ equivalen 2} &= 3,560 \cdot 10^{-4} \cdot 255,905 &&= 4,550 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch} \\
 Q \text{ equivalen} &&&= 1,225 \cdot 10^{-1} \text{ Kip/Inch} \\
 P &= 2314,601.8 &&= 38,584 \text{ Kip}
 \end{aligned}$$

## 4. Beban titik C2 =C3 (Kip)

## ATAP

## Hidup

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= 8,33 \cdot 10^{-2} \cdot 1,008 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96^2 &&= 83,285 \text{ KipInch} \\
 Q \text{ equivalen} &= ((8.83,285)/314,96^2) &&= 6,717 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch} \\
 M_{\max 2} &= 4,167 \cdot 10^{-2} \cdot 8,189 \cdot 10^{-3} \cdot ((3.314,96^2)-(255,905^2)) &&= 79,206 \text{ KipInch} \\
 Q \text{ equivalen 2} &= ((8.79,206)/314,96^2) &&= 6,388 \cdot 10^{-3} \text{ Kip/Inch} \\
 P &= (6,717 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96) + (6,388 \cdot 10^{-3} \cdot 314,96) &&= 4,127 \text{ Kip}
 \end{aligned}$$

## Mati

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= 8,33 \cdot 10^{-2} \cdot 8,465 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96^2 &&= 699,604 \text{ KipInch} \\
 Q \text{ equivalen} &= ((8.699,604)/314,96^2) &&= 5,641 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch} \\
 M_{\max 2} &= 4,167 \cdot 10^{-2} \cdot 6,878 \cdot 10^{-3} \cdot ((3.314,96^2)-(255,905^2)) &&= 665,241 \text{ KipInch} \\
 Q \text{ equivalen 2} &= ((8.665,241)/314,96^2) &&= 5,365 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch} \\
 P &= (5,641 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96) + (5,365 \cdot 10^{-3} \cdot 314,96) &&= 34,665 \text{ Kip}
 \end{aligned}$$

## LANTAI

## Hidup

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= 8,33 \cdot 10^{-2} \cdot 1,680 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96^2 &&= 138,818 \text{ KipInch} \\
 Q \text{ equivalen} &= ((8.83,285)/314,96^2) &&= 1,120 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch} \\
 M_{\max 2} &= 4,167 \cdot 10^{-2} \cdot 6,878 \cdot 10^{-2} \cdot ((3.314,96^2)-(255,905^2)) &&= 132,018 \text{ KipInch} \\
 Q \text{ equivalen 2} &= ((8.132,018)/314,96^2) &&= 1,065 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch} \\
 P &= (1,120 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96) + (1,065 \cdot 10^{-3} \cdot 314,96) &&= 6,879 \text{ Kip}
 \end{aligned}$$

## Mati

$$\begin{aligned}
 M_{\max} &= 8,33 \cdot 10^{-2} \cdot 1,156 \cdot 10^{-1} \cdot 314,96^2 &&= 954,877 \text{ KipInch} \\
 Q \text{ equivalen} &= ((8.654,877)/314,96^2) &&= 7,701 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch} \\
 M_{\max 2} &= 4,167 \cdot 10^{-2} \cdot 9,389 \cdot 10^{-3} \cdot ((3.314,96^2)-(255,905^2)) &&= 908,105 \text{ KipInch} \\
 Q \text{ equivalen 2} &= ((8.908,105)/314,96^2) &&= 7,323 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch} \\
 Q \text{ equivalen 3} &= 3,560 \cdot 10^{-4} \cdot 127,953 &&= 4,550 \cdot 10^{-2} \text{ Kip/Inch} \\
 P &= (7,701 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96) + (7,323 \cdot 10^{-3} \cdot 314,96) + (4,550 \cdot 10^{-2} \cdot 314,96) &&= 61,650 \text{ Kip}
 \end{aligned}$$



Perencanaan balok, kolom, dan ukuran profil pada struktur dicantumkan dalam tabel (5.1) berikut ini.

Tabel 5.1 Berat profil

No	Elemen Struktur	Lantai	Profil Baja A36	Berat Profil (Kip/inch)
1	Balok bentang 314,96 inchi	1 – 4	W14X74	$6,166 \cdot 10^{-3}$
2	Balok bentang 255,905 inchi	1 – 4	W14X74	$6,166 \cdot 10^{-3}$
3	Balok bentang 314,96 inchi	5 – 8	W14X61	$5,083 \cdot 10^{-3}$
4	Balok bentang 255,905 inchi	5 – 8	W14X61	$5,083 \cdot 10^{-3}$
5	Balok bentang 314,96 inchi	9 – A	W14X53	$4,417 \cdot 10^{-3}$
6	Balok bentang 255,905 inchi	9 – A	W14X53	$4,417 \cdot 10^{-3}$
7	Kolom tepi lantai	1 – 4	W14X426	$3,550 \cdot 10^{-2}$
8	Kolom tengah lantai	1 – 4	W14X500	$4,167 \cdot 10^{-2}$
9	Kolom tepi lantai	5 – 8	W14X370	$3,083 \cdot 10^{-2}$
10	Kolom tengah lantai	5 – 8	W14X370	$3,083 \cdot 10^{-2}$
11	Kolom tepi lantai	9 – A	W14X283	$2,358 \cdot 10^{-2}$
12	Kolom tengah lantai	9 – A	W14X342	$2,850 \cdot 10^{-2}$

## 5.2 Perhitungan Gaya Gempa

Pada perencanaan ini perhitungan gaya gempa didasarkan pada PPKGURDG 1987 dengan tahapan sebagai berikut :

### 5.2.1 Berat Bangunan Total

Berat bangunan total diperoleh dengan akumulasi perhitungan berat elemen setiap lantai sebagai berikut :

#### 1. Beban Atap

##### B. Tetap

Plat Beton	$= 5,9055 \cdot 8,669 \cdot 10^{-5} \cdot (885,825 \cdot 1259,84)$	$= 571,4412$ Kip
Balok Melintang	$= \{(4,417 \cdot 10^{-3} \cdot 314,96 \cdot 2) + (4,417 \cdot 10^{-3} \cdot 255,905)\} \cdot 5$	$= 19,56144$ Kip
Balok Membujur	$= 4,417 \cdot 10^{-3} \cdot 314,96 \cdot 4 \cdot 4$	$= 22,25658$ Kip
Plafon	$= 2,560 \cdot 10^{-5} \cdot 885,825 \cdot 1259,84$	$= 28,57206$ Kip
B. Hidup		
Beban Hidup	$= 0,3 \cdot 1,422 \cdot 10^{-4} \cdot 885,825 \cdot 1259,84$	$= 47,6201$ Kip
Air Hujan	$= 1,9685 \cdot 3,612 \cdot 10^{-5} \cdot 885,825 \cdot 1259,84$	$= 79,36683$ Kip



## 2. Beban L.11-9

## B. Tetap

$$\text{Plat Beton} = 5,9055.8,669.10^{-5}.(885,825.1259,84) = 571,4412 \text{ Kip}$$

$$\text{Balok Melintang} = \{(4,417.10^{-3}.314,96.2) + (4,417.10^{-3}.255,905)\}.5 = 19,56144 \text{ Kip}$$

$$\text{Balok Membujur} = 4,417.10^{-3}.314,96.4.4 = 22,25658 \text{ Kip}$$

$$\text{Plafon} = 2,560.10^{-5}.885,825.1259,84 = 28,57206 \text{ Kip}$$

$$\text{Dinding} = 3,556.10^{-4}.127,953.885,825.1259,84 = 430,7993 \text{ Kip}$$

## B. Hidup

$$\text{Beban Hidup} = 3,556.10^{-4}.885,825.1259,84.0,3 = 119,0502 \text{ Kip}$$

## 3. Beban L.8-5

## B. Tetap

$$\text{Plat Beton} = 5,9055.8,669.10^{-5}.(885,825.1259,84) = 571,4412 \text{ Kip}$$

$$\text{Balok Melintang} = \{(5,083.10^{-3}.314,96.2) + (5,083.10^{-3}.255,905)\}.5 = 22,51488 \text{ Kip}$$

$$\text{Balok Membujur} = 5,083.10^{-3}.314,96.4.4 = 25,61693 \text{ Kip}$$

$$\text{Plafon} = 2,560.10^{-5}.885,825.1259,84 = 28,57206 \text{ Kip}$$

$$\text{Dinding} = 3,556.10^{-4}.127,953.885,825.1259,84 = 430,7993 \text{ Kip}$$

## B. Hidup

$$\text{Beban Hidup} = 3,556.10^{-4}.885,825.1259,84.0,3 = 119,0502 \text{ Kip}$$

## 4. Beban L.4-1

## B. Tetap

$$\text{Plat Beton} = 5,9055.8,669.10^{-5}.(885,825.1259,84) = 571,4412 \text{ Kip}$$

$$\text{Balok Melintang} = \{(6,166.10^{-3}.314,96.2) + (6,166.10^{-3}.255,905)\}.5 = 27,3131 \text{ Kip}$$

$$\text{Balok Membujur} = 6,166.10^{-3}.314,96.4.4 = 31,07624 \text{ Kip}$$

$$\text{Plafon} = 2,560.10^{-5}.885,825.1259,84 = 28,57206 \text{ Kip}$$

$$\text{Dinding} = 3,556.10^{-4}.127,953.885,825.1259,84 = 430,7993 \text{ Kip}$$

## B. Hidup

$$\text{Beban Hidup} = 3,556.10^{-4}.885,825.1259,84.0,3 = 119,0502 \text{ Kip}$$

Selanjutnya berat tiap lantai disusun dalam tabel (5.2).

Tabel 5.2 Distribusi Pembebanan tiap lantai

TINGKAT	hi (inch)	Wi (kip)
12	1564,958	768,82
11	1437,005	1191,68
10	1309,053	1191,68
9	1181,1	1191,68
8	1053,148	1197,99
7	925,195	1197,99
6	797,2425	1197,99
5	669,29	1197,99
4	541,3375	1208,25
3	413,385	1208,25
2	285,4325	1208,25
1	157,48	1208,25

### 5.2.2 Waktu Getar Bangunan ( T )

Tinggi total gedung  $H = 1654,958$  inchi ( $39,75$  m) dan lebar gedung  $885,825$  inchi dan rasio antara tinggi dan lebar gedung  $H/B = 2,033 < 3$ , maka gaya geser dasar horizontal didistribusikan sepanjang tinggi gedung. Perhitungan waktu getar alami gedung sebagai berikut :

$$T = 0,085 \cdot H^{3/4} = 0,085 \cdot 39,75^{3/4} = 1,346 \text{ det ik}$$

### 5.2.3 Koefisien gempa dasar ( C )

Nilai koefisien gempa dasar C diperoleh dari peraturan bangunan tahan gempa PPKGURDG 1987. Untuk nilai  $T = 1,346$ , wilayah gempa 3, dan jenis tanah keras

maka dengan metode interpolasi diperoleh nilai koefisien gempa dasar  $C = 0,03590$ .

#### 5.2.4 Gaya Horizontal akibat gempa

Gaya horizontal dasar akibat gempa dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$V = C.I.K.W$$

dari tabel 3.1 dan 3.2 pada PPTGUG 1987 untuk nilai K dan I adalah sebagai berikut :

$I = 1,0$  : fungsi gedung sebagai perkantoran

$K = 1,0$  : untuk portal baja tanpa pengaku

$K = 2,5$  : untuk portal baja dengan pengaku

Maka gaya geser dasar horizontal struktur akibat beban gempa :

$$V = C.I.K.W = 0,033590.1.1.13969 = 501,4816 \text{ Kip}$$

Selanjutnya dihitung distribusi gaya geser horizontal pada tabel (5.3) dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$F_i = \frac{W_i \cdot h_i}{\sum W_i \cdot h_i} V$$

Tabel 5.3 Distribusi Gaya Geser Horizontal

Tingkat	hi (inch)	Wi (kip)	Wi . Hi	Fi (kip)	Fiy (kip)	Fix (kip)
12	1564,958	768,82	1203167,8	51,57542	17,19181	12,89385
11	1437,005	1191,68	1712451,2	73,40654	24,46885	18,35164
10	1309,053	1191,68	1559972,7	66,87034	22,29011	16,71759
9	1181,1	1191,68	1407494,2	60,33415	20,11138	15,08354
8	1053,148	1197,99	1261665	54,08298	18,02766	13,52075
7	925,195	1197,99	1108378,6	47,51215	15,83738	11,87804
6	797,2425	1197,99	955092,19	40,94132	13,64711	10,23533
5	669,29	1197,99	801805,79	34,37049	11,45683	8,59262
4	541,3375	1208,25	654072,17	28,03769	9,345897	7,00942
3	413,385	1208,25	499473,3	21,4106	7,136867	5,35265
2	285,4325	1208,25	344874,42	14,78351	4,927837	3,69588
1	157,48	1208,25	190275,54	8,156419	2,718806	2,03910
TOTAL		13969	11698723			

### 5.3 Kontrol persamaan *Rayleigh* terhadap waktu getar

Untuk perhitungan periode getar *Rayleigh* syaratnya adalah :

$$T_{Rayleigh} = 2\pi \sqrt{\frac{\sum W_i \cdot d_i^2}{g \cdot \sum F_i \cdot d_i}} > (0,085 \cdot H^{3/4}) \cdot 80\%$$

Dimana  $g$  = percepatan gravitasi = 385,220 inchi/dt<sup>2</sup> (9,81 m/dt<sup>2</sup>)

Untuk perhitungan periode getar *Rayleigh* dihitung pada arah lateral yang ditunjukkan pada tabel (5.4) berikut ini :

Tabel 5.4 Simpangan tingkat arah x

TINGKAT	hi (inch)	Wi (kip)	Fi (kip)	dix (inch)	Wi.dix2 (kip.inch)	Fix.dix (kip.inch)
12	1564,958	768,82	12,893854	9,39E+00	6,78E+04	1,21E+02
11	1437,005	1191,68	18,351636	9,03E+00	9,72E+04	1,66E+02
10	1309,053	1191,68	16,717586	8,54E+00	8,69E+04	1,43E+02
9	1181,1	1191,68	15,083536	7,89E+00	7,42E+04	1,19E+02
8	1053,148	1197,99	13,520745	7,10E+00	6,04E+04	9,60E+01
7	925,195	1197,99	11,878038	6,21E+00	4,61E+04	7,37E+01
6	797,2425	1197,99	10,23533	5,22E+00	3,27E+04	5,35E+01
5	669,29	1197,99	8,592623	4,18E+00	2,09E+04	3,59E+01
4	541,3375	1208,25	7,0094226	3,14E+00	1,19E+04	2,20E+01
3	413,385	1208,25	5,35265	2,14E+00	5,54E+03	1,15E+01
2	285,4325	1208,25	3,6958774	1,22E+00	1,80E+03	4,51E+00
1	157,48	1208,25	2,0391048	4,57E-01	2,52E+02	9,32E-01
					5,06E+05	8,47E+02

$$TRayleigh = 2\pi \sqrt{\frac{5,06 \cdot 10^5}{385,220 \cdot 8,47 \cdot 10^2}}$$

$$= 7,825 > 1,346 \cdot 0,8 = 1,196 \quad \text{OK}$$

#### 5.4 Metode Perencanaan

Perencanaan struktur menggunakan metode konvensional yang didasarkan pada *AISC* dengan aplikasi metode *Load and Resistance Factor Design* dengan perencanaan setiap elemen sebagai berikut :

##### 5.4.1 Perencanaan Balok-Kolom

Perencanaan balok-kolom didasarkan pada gaya aksial serta momen yang bekerja pada balok kolom. Dari perhitungan analisa struktur, didapat gaya aksial dan momen rencana untuk balok dan kolom. Penggunaan metode pembesaran

momen dimana nilai momen terfaktor total  $M_u$  yang digunakan diperoleh dari persamaan :

$$M_u = B_1 \cdot M_{nt} + B_2 \cdot M_{lt}$$

membutuhkan dua analisis elasis orde pertama yaitu :

1. Analisis gaya gravitasi saja dengan asumsi tidak ada goyangan untuk mendapatkan harga  $M_{nt}$  dan  $B_1$ .
2. Analisis goyangan beban lateral saja untuk mendapatkan harga-harga  $M_{lt}$  dan  $B_2$ .

Kekuatan kolom ditentukan oleh panjang efektif  $K$ , dimana dalam bidang rangka ditentukan dengan menggunakan faktor-faktor kekangan  $G$

$$G_A = \frac{\sum_A (EI/L)_{kolom}}{\sum_A (EI/L)_{balok}} = \frac{(6600/157,48) + (6600/127,953)}{(796/314,961)} = 36,993$$

$G_B = 1,0$  ( rekomendasi praktis dari LRFD untuk tumpuan yang secara nominal terjepit )

nilai  $K$  untuk struktur portal bergoyang diperoleh dari rumus berikut (dengan melakukan iterasi) :

$$\frac{G_A G_B \left( \frac{\pi}{K} \right)^2 - 36}{6(G_A + G_B)} - \frac{\frac{\pi}{K}}{\tan \left( \frac{\pi}{K} \right)} = 0$$

$$\frac{36,99269.1\left(\frac{\pi}{K}\right)^2 - 36}{6(36,99269 + 1)} - \frac{\frac{\pi}{K}}{\tan\left(\frac{\pi}{K}\right)} = 2,173$$

diperoleh nilai  $K_x = 2,173$

karena dalam arah kolom dianggap sendi pada puncak atas dan bawahnya maka

$K_y = 1,0$ . dengan demikian

$$\frac{K_x \cdot L_x}{r_x} = \frac{2,173 \cdot 157,48}{7,26} = 47,1269 \quad \text{Menentukan}$$

$$\frac{K_y \cdot L_y}{r_y} = \frac{1 \cdot 157,48}{4,34} = 36,286$$

$$\lambda_{cr} = \frac{K \cdot L}{r} \cdot \sqrt{\frac{F_y}{\pi^2 \cdot E}} = 47,1269 \cdot \sqrt{\frac{36}{\pi^2 \cdot 29000}} = 0,528532$$

$$F_{cr} = (0,658^{\lambda_{cr}^2}) \cdot F_y = (0,658^{(0,528532)^2}) \cdot 36 = 32,02762 \text{ ksi}$$

$$\phi_c F_{cr} = 27,223475 \text{ ksi}$$

$$\phi_c P_n = \phi_c F_{cr} \cdot A_G = 27,223475 \cdot (125) = 3402,9343 \text{ kips}$$

$$\text{kontrol } \frac{P_U}{\phi_c P_n} > 0,2$$

$$\left( \frac{P_U}{\phi_c P_n} = \frac{1233,74}{3402,9343} = 0,3626 \right) > 0,2 \text{ digunakan rumus 3.7}$$

panjang tak berpenopang lateral adalah 157,48 inchi = 13,123 ft



$$M_p = F_y \cdot Z_x = 36 \cdot 869 = 31284 \text{ kip-in} = 2607 \text{ kip-ft}$$

$$L_p = \frac{300}{\sqrt{36}} r_y = \frac{300(4,34)}{\sqrt{36 \cdot (12)}} = 18,083 \text{ ft}$$

karena  $L_b < L_p$ ,  $M_n$  sama dengan  $M_p$ , untuk itu diperiksa apakah W14x426 “kompak” atau tidak untuk  $F_y=36$  ksi menurut LRFD

$$\frac{bf}{2tf} = \frac{16,995}{6,07} = 2,8 < (\lambda_p = 10,8) \quad \text{OK}$$

$$\frac{hc}{tw} = \frac{18,67}{1,875} = 9,957 < (\lambda_p = 106,7) \quad \text{OK}$$

penampang tersebut “kompak” karenanya,  $M_n = M_p = 2607 \text{ kip-ft}$

$$\phi M_n = 0,9 \cdot (2607) = 2346,3 \text{ kip-ft.}$$

rasio kerampingan  $KL/r$  yang diterapkan dalam pembesaran momen harus sesuai dengan sumbu lenturnya (dalam struktur ini adalah sumbu x). akan tetapi karena struktur adalah struktur *unbraced* maka diambil nilai  $K=1$  daripada harga lainnya yang lebih kecil dari 1.

$$\text{sumbu lentur } \frac{KL}{r} = \frac{KL}{r_x} = \frac{1 \cdot (157,48)}{7,26} = 21,69146$$

$$C_m = 0,6 - 0,4 \left( \frac{M_1}{M_2} \right) = 0,6 - 0,4 \left( \frac{394,83}{949,02} \right) = 0,433584$$

$$P_e = \frac{\pi^2 E A_g}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2 (29000) \cdot 125}{(21,69146)^2} = 76037,91 \text{ kips}$$

$$B_1 = \frac{C_m}{1 - \left(\frac{Pu}{P_e}\right)} = \frac{0,433584}{1 - \left(\frac{1233,74}{76037,91}\right)} = 0,440735$$

Karena nilai  $B_1$  yang dihitung lebih kecil dari 1,0 maka momen yang diperbesar diantara ujung-ujung kolom akan lebih kecil daripada momen pada ujung batang yang bersangkutan sehingga digunakan nilai  $B_1=1$ . Untuk nilai  $P_u$  dalam persamaan  $B_1$  sama dengan nilai  $P_u$  sebelumnya.

Nilai  $P_u$  dalam angka pembesaran bergoyang  $B_2$  juga sama dengan nilai  $P_u$  dalam angka pembesaran momen  $B_1$ . Untuk beban terfaktor total  $\Sigma P_u$  merupakan jumlah beban yang harus dipikul oleh semua kolom dalam satu lantai (dalam struktur ini adalah 4 kolom)

Beban euler untuk kolom yang sedang ditinjau harus dihitung dengan menggunakan nilai  $KL/r$  untuk sumbu lentur, dan nilai  $K$  untuk rangka *unbraced* yaitu  $K \geq 1,0$ . Dalam portal ini,  $K_x = 2,173$  dan nilai  $K_x L_x / r_x = 47,1269$ .

$$P_e = \frac{\pi^2 E A_g}{\left(\frac{KL}{r}\right)^2} = \frac{\pi^2 (29000) \cdot 125}{(47,1269)^2} = 16109,05 \text{ kips}$$

$$B_2 = \frac{1}{1 - \left(\frac{\Sigma P_u}{\Sigma P_e}\right)} = \frac{1}{1 - \left(\frac{6370}{76282,94}\right)} = 1,091113$$

Momen yang diperbesar maksimum  $M_u$  untuk kolom yang ditinjau (elemen 1)

$$\begin{aligned} M_u &= B_1.M_{nt} + B_2.M_{lt} \\ &= 1. (79,085) + 1,091113 (737,5025) \\ &= 911,3477 \text{ kip-ft} \end{aligned}$$

Kontrol persamaan interaksi kolom aksial dan lentur

$$\frac{P_u}{\phi_c P_n} + \frac{8}{9} \left( \frac{M_{ux}}{\phi_b M_{nx}} \right) \leq 1.0$$

$$\frac{1233,74}{3402,9343} + \frac{8}{9} \left( \frac{883,7838}{2346,3} \right) = 0,6973707 \leq 1.0 \quad \text{OK}$$

untuk perhitungan selanjutnya ditampilkan dalam tabel (lampiran 4,5,6,7).

#### 5.4.2 Perhitungan faktor panjang efektif K

Untuk perhitungan nilai faktor K dipergunakan 4 formula yaitu :

##### 1. *Alignment chart*

$$G_A = \frac{\sum_A (EI/L)_{kolom}}{\sum_A (EI/L)_{balok}} = \frac{(6600/157,48) + (6600/127,953)}{(796/314,961)} = 36,993$$

$G_B = 1,0$  ( rekomendasi praktis dari LRFD untuk tumpuan yang secara nominal terjepit )

dimana nilai K untuk struktur portal bergoyang diperoleh dari :

$$\frac{G_A G_B \left(\frac{\pi}{K}\right)^2 - 36}{6(G_A + G_B)} - \frac{\frac{\pi}{K}}{\tan\left(\frac{\pi}{K}\right)} = 0$$

$$\frac{36,99269 \cdot 1 \left(\frac{\pi}{K}\right)^2 - 36}{6(36,99269 + 1)} - \frac{\frac{\pi}{K}}{\tan\left(\frac{\pi}{K}\right)} = 2,173$$

Untuk perhitungan selanjutnya ditampilkan dalam tabel (Lampiran 4).

## 2. LRFD – AISC Approach

Nilai parameter diperoleh dari hasil analisis orde pertama portal bergoyang dimana nilai K diperoleh dari formula *alignment chart* terdahulu dan nilai total  $P_u$  maupun nilai total  $\Sigma(I/K^2)$  merupakan penjumlahan dari nilai semua kolom pada tiap lantai yang ditinjau.

$$K_i^2 = \frac{I_i}{P_{ui}} \frac{\sum P_u}{\sum I/K^2}, P_{ui} > 0$$

$$K_i^2 = \frac{6600}{1232,066} \frac{6359,364}{6607,747}$$

$$K_i = \sqrt{5,1529} = 2,27$$

Untuk perhitungan selanjutnya akan ditampilkan dalam bentuk tabel (Lampiran 5)

### 3. *Le Messurier's*

Nilai parameter parameter diperoleh dari hasil analisis orde pertama untuk nilai  $P_u$  sedangkan nilai  $K$  diperoleh dari formula *alignment chart*. Untuk nilai total  $\Sigma P_u$ ,  $\Sigma P_u C_L$ , dan  $\Sigma P_L$  merupakan penjumlahan dari semua kolom yang ada pada tingkat yang ditinjau.

$$K_i^2 = \frac{\pi^2 E I_i}{P_{ui} L_i^2} \left[ \frac{\sum P_u + \sum C_L P_u}{\sum P_L} \right]$$

$$\begin{aligned} \beta &= \frac{6(G_A + G_B) + 36}{2(G_A + G_B) + G_A \cdot G_B + 3} \\ &= \frac{6(36,99269 + 1) + 36}{2(36,99269 + 1) + 36,99269 \cdot 1 + 3} = 2,275914 \end{aligned}$$

$$C_L = \left( \beta \frac{K^2}{\pi^2} - 1 \right)$$

$$C_L = \left( 2,275914 \frac{2,173^2}{\pi^2} - 1 \right) = 0,008847$$

$$P_L = \frac{\beta \cdot E \cdot I}{L^2}$$

$$= \frac{2,275914 \cdot (29000) \cdot 6600}{157,48^2} = 13878,48$$

$$K_i^2 = \frac{\pi^2(29000).6600}{1232,066.157,48^2} \left[ \frac{6370 + 537,8774}{82717,98} \right]$$

$$K_i = \sqrt{5,155988011} = 2,270680077$$

Untuk perhitungan selanjutnya akan ditampilkan dalam tabel (Lampiran 6).

#### 4. *Lui*

Nilai parameter dalam formula *Lui* ini juga diperoleh dari hasil analisis orde pertama dimana akan didapatkan nilai defleksi horisontal akibat beban lateral saja. Sedangkan nilai parameter yang lain merupakan hasil analisis orde pertama dimana diadakan kombinasi pembebanan.

$$K_i^2 = \frac{\pi^2 E I_i}{P_i L_i^2} \sum \frac{P}{L} \left( \frac{1}{5 \Sigma \eta} + \frac{\Delta_{dh}}{\Sigma H} \right)$$

$$m = \frac{M_A}{M_B}, M_A < M_B$$

$$= \frac{12,08}{23,9} = 0,505439$$

$$\eta = \frac{(3 + 4.8m + 4.2m^2) E I}{L^3}$$

$$\eta = \frac{(3 + 4.8(0,505349) + 4.2(0,505349)^2) (29000).6600}{157,48^3} = 318,5059$$

$$K_i^2 = \frac{\pi^2(29000)6600}{54,78.157,48^2} (1,561468) \left( \frac{1}{5.1276,492} + \frac{0,457017}{125,3704} \right)$$

$$K_i = \sqrt{8,3463891} = 2,8890118$$

Untuk perhitungan selanjutnya akan ditampilkan dalam tabel (Lampiran 7).

### 5.5 Analisis interaksi balok – kolom dengan variasi nilai faktor K

Dalam Sub-bab ini akan ditampilkan hasil interaksi balok kolom dengan variasi nilai faktor K dalam bentuk tabel .

1. Interaksi balok kolom dengan nilai faktor K formula *Alignment Chart*

Tabel 5.5 *Alignment chart formula*

Elemen	K	Pu (kip)	$\phi_c P_n$ (kip)	Mu	$\phi M_n$ (kip-ft)	Interaksi
1	2,173	1233,74	3402,9343	883,7838	2346,3	0,697371
2	5,723	1126,43	2238,8347	648,8493	2346,3	0,748947
3	5,865	1015,04	2179,4062	447,7739	2346,3	0,635379
4	5,732	901,37	2234,9066	351,2005	2346,3	0,536366
5	5,766	787,04	1880,1871	325,0283	1987,2	0,563984
6	5,937	679,1	1816,4572	303,4473	1987,2	0,509594
7	5,937	574	1816,4572	314,0849	1987,2	0,456492
8	5,703	468,82	1903,5633	309,1522	1987,2	0,384571
9	5,466	364,25	1458,2713	271,3074	1463,4	0,414578
10	5,438	260,56	1466,6026	263,7805	1463,4	0,269083
11	5,438	156,84	1466,6031	230,7503	1463,4	0,211151
12	4,499	53,17	1745,8274	175,0791	1463,4	0,134866
13	2,076	1951,26	4067,9739	1066,418	2835	0,81403
14	4,317	1779,56	3375,7002	830,6563	2835	0,787613
15	4,422	1608,85	3328,4586	623,5674	2835	0,678876
16	4,268	1438,28	3397,8007	500,1729	2835	0,580122
17	4,175	1268,56	2670,7765	450,3133	2162,7	0,660061
18	4,225	1100,07	2652,1593	408,6251	2162,7	0,582731
19	4,225	931,68	2652,1593	404,3739	2162,7	0,517492

Lanjutan tabel 5.5 *Alignment chart formula*

Elemen	K	Pu (kip)	$\phi_c P_n$ (kip)	Mu	$\phi M_n$ (kip-ft)	Interaksi
20	4,127	763,36	2688,6077	379,3618	2162,7	0,439845
21	4,095	595,5	2297,3720	329,2947	1814,4	0,420533
22	4,156	428,27	2276,9640	297,1437	1814,4	0,257814
23	4,156	261,06	2276,9640	237,2672	1814,4	0,188095
24	3,469	93,8	2497,8633	164,2719	1814,4	0,109314
25	2,076	1951,26	4067,9739	1066,418	2835	0,81403
26	4,317	1779,56	3375,7002	830,6563	2835	0,787613
27	4,422	1608,85	3328,4586	623,5674	2835	0,678876
28	4,268	1438,28	3397,8007	500,1729	2835	0,580122
29	4,175	1268,56	2670,7765	450,3133	2162,7	0,660061
30	4,225	1100,07	2652,1593	408,6251	2162,7	0,582731
31	4,225	931,68	2652,1593	404,3739	2162,7	0,517492
32	4,127	763,36	2688,6077	379,3618	2162,7	0,439845
33	4,095	595,5	2297,3720	329,2947	1814,4	0,420533
34	4,156	428,27	2276,9640	297,1437	1814,4	0,257814
35	4,156	261,06	2276,9640	237,2672	1814,4	0,188095
36	3,469	93,8	2497,8633	164,2719	1814,4	0,109314
37	2,173	1233,74	3402,9343	883,7838	2346,3	0,697371
38	5,723	1126,43	2238,8347	648,8493	2346,3	0,748947
39	5,865	1015,04	2179,4062	447,7739	2346,3	0,635379
40	5,732	901,37	2234,9066	351,2005	2346,3	0,536366
41	5,766	787,04	1880,1871	325,0283	1987,2	0,563984
42	5,937	679,1	1816,4572	303,4473	1987,2	0,509594
43	5,937	574	1816,4572	314,0849	1987,2	0,456492
44	5,703	468,82	1903,5633	309,1522	1987,2	0,384571
45	5,466	364,25	1458,2713	271,3074	1463,4	0,414578
46	5,438	260,56	1466,6026	263,7805	1463,4	0,269083
47	5,438	156,84	1466,6026	230,7503	1463,4	0,211151
48	4,499	53,17	1745,8274	175,0791	1463,4	0,134866

2. Interaksi balok kolom dengan nilai faktor K formula *LRFD-AISC**Approach*Tabel 5.6 *LRFD-AISC formula*

Elemen	Faktor K	Pu (kip)	$\phi_c P_n$ (kip)	Mu (kip-ft)	$\phi M_n$ (kip-ft)	Interaksi
1	2,271	1233,74	3366,30492	883,7745	2346,3	0,701312



Lanjutan tabel 5.6 LRFD-AISC formula

Elemen	Faktor K	Pu (kip)	$\phi_c P_n$ (kip)	Mu (kip-ft)	$\phi M_n$ (kip-ft)	Interaksi
2	5,150	1126,43	2479,12819	648,8978	2346,3	0,700198
3	5,281	1015,04	2424,31199	447,8034	2346,3	0,588341
4	5,127	901,37	2488,46268	351,2177	2346,3	0,495277
5	5,289	787,04	2058,93740	325,0206	1987,2	0,527639
6	5,390	679,1	2021,05871	303,4407	1987,2	0,471743
7	5,393	574	2019,80622	314,0793	1987,2	0,424676
8	5,246	468,82	2075,07071	309,1488	1987,2	0,364214
9	4,903	364,25	1626,13102	271,3153	1463,4	0,388799
10	4,954	260,56	1610,97929	263,7849	1463,4	0,261125
11	4,974	156,84	1605,16088	230,7523	1463,4	0,206537
12	4,217	53,17	1827,94565	175,0793	1463,4	0,134182
13	2,014	1951,26	4091,97903	1066,406	2835	0,811212
14	4,570	1779,56	3260,93472	830,7276	2835	0,806188
15	4,678	1608,85	3210,85116	623,6166	2835	0,696596
16	4,527	1438,28	3280,40328	500,205	2835	0,595281
17	4,375	1268,56	2594,94014	450,2993	2162,7	0,673936
18	4,448	1100,07	2567,26829	408,6131	2162,7	0,596442
19	4,446	931,68	2567,91929	404,3643	2162,7	0,529012
20	4,318	763,36	2616,84511	379,356	2162,7	0,447629
21	4,332	595,5	2217,47817	329,308	1814,4	0,429879
22	4,365	428,27	2206,19184	297,1509	1814,4	0,260835
23	4,355	261,06	2209,71801	237,2703	1814,4	0,189842
24	3,587	93,8	2461,51509	164,2723	1814,4	0,109591
25	2,014	1951,26	4091,97903	1066,406	2835	0,811212
26	4,570	1779,56	3260,93472	830,7276	2835	0,806188
27	4,678	1608,85	3210,85116	623,6166	2835	0,696596
28	4,527	1438,28	3280,40328	500,205	2835	0,595281
29	4,375	1268,56	2594,94014	450,2993	2162,7	0,673936
30	4,448	1100,07	2567,26829	408,6131	2162,7	0,596442
31	4,446	931,68	2567,91929	404,3643	2162,7	0,529012
32	4,318	763,36	2616,84511	379,356	2162,7	0,447629
33	4,332	595,5	2217,47817	329,308	1814,4	0,429879
34	4,365	428,27	2206,19184	297,1509	1814,4	0,260835
35	4,355	261,06	2209,71801	237,2703	1814,4	0,189842
36	3,587	93,8	2461,51509	164,2723	1814,4	0,109591
37	2,271	1233,74	3366,30492	883,7745	2346,3	0,701312
38	5,150	1126,43	2479,12819	648,8978	2346,3	0,700198
39	5,281	1015,04	2424,31199	447,8034	2346,3	0,588341
40	5,127	901,37	2488,46268	351,2177	2346,3	0,495277
41	5,289	787,04	2058,93740	325,0206	1987,2	0,527639
42	5,390	679,1	2021,05871	303,4407	1987,2	0,471743
43	5,393	574	2019,80622	314,0793	1987,2	0,424676

Lanjutan tabel 5.6 LRFD-AISC formula

Elemen	Faktor K	Pu (kip)	$\phi_c P_n$ (kip)	Mu (kip-ft)	$\phi M_n$ (kip-ft)	Interaksi
44	5,246	468,82	2075,07071	309,1488	1987,2	0,364214
45	4,903	364,25	1626,13102	271,3153	1463,4	0,388799
46	4,954	260,56	1610,97929	263,7849	1463,4	0,261125
47	4,974	156,84	1605,16088	230,7523	1463,4	0,206537
48	4,217	53,17	1827,94565	175,0793	1463,4	0,134182

3. Interaksi balok kolom dengan nilai faktor K formula *Le Messurier's*Tabel 5.7 *Le Messurier formula*

Elemen	Faktor K	Pu (kip)	$\phi_c P_n$ (kip)	Mu (kip-ft)	$\phi M_n$ (kip-ft)	Interaksi
1	2,271	1233,74	3366,39844	883,7586	2346,3	0,701296
2	5,150	1126,43	2479,14998	648,8941	2346,3	0,700193
3	5,281	1015,04	2424,33166	447,8014	2346,3	0,588337
4	5,127	901,37	2488,48820	351,2162	2346,3	0,495273
5	5,289	787,04	2058,95702	325,0193	1987,2	0,527635
6	5,390	679,1	2021,08049	303,4396	1987,2	0,471739
7	5,393	574	2019,82786	314,0783	1987,2	0,424672
8	5,246	468,82	2075,09066	309,1482	1987,2	0,364212
9	4,903	364,25	1626,14947	271,3147	1463,4	0,388796
10	4,954	260,56	1610,99371	263,7846	1463,4	0,261124
11	4,974	156,84	1605,17470	230,7521	1463,4	0,206537
12	4,217	53,17	1827,98090	175,0792	1463,4	0,134182
13	2,014	1951,26	4092,06326	1066,385	2835	0,811196
14	4,570	1779,56	3260,95598	830,722	2835	0,806183
15	4,678	1608,85	3210,87042	623,6132	2835	0,696592
16	4,527	1438,28	3280,42798	500,2022	2835	0,595277
17	4,375	1268,56	2594,95663	450,2969	2162,7	0,673932
18	4,448	1100,07	2567,28666	408,611	2162,7	0,596438
19	4,446	931,68	2567,93752	404,3627	2162,7	0,529009
20	4,318	763,36	2616,86173	379,3549	2162,7	0,447626
21	4,332	595,5	2217,49675	329,3069	1814,4	0,429876
22	4,365	428,27	2206,20634	297,1503	1814,4	0,260834
23	4,355	261,06	2209,73182	237,27	1814,4	0,189841
24	3,587	93,8	2461,54758	164,2722	1814,4	0,109591
25	2,014	1951,26	4092,06326	1066,385	2835	0,811196
26	4,570	1779,56	3260,95598	830,722	2835	0,806183
27	4,678	1608,85	3210,87042	623,6132	2835	0,696592

Lanjutan tabel 5.7 *Le Messurier formula*

Elemen	Faktor K	Pu (kip)	$\phi_c P_n$ (kip)	Mu (kip-ft)	$\phi M_n$ (kip-ft)	Interaksi
28	4,527	1438,28	3280,42798	500,2022	2835	0,595277
29	4,375	1268,56	2594,95663	450,2969	2162,7	0,673932
30	4,448	1100,07	2567,28666	408,611	2162,7	0,596438
31	4,446	931,68	2567,93752	404,3627	2162,7	0,529009
32	4,318	763,36	2616,86173	379,3549	2162,7	0,447626
33	4,332	595,5	2217,49675	329,3069	1814,4	0,429876
34	4,365	428,27	2206,20634	297,1503	1814,4	0,260834
35	4,355	261,06	2209,73182	237,27	1814,4	0,189841
36	3,587	93,8	2461,54758	164,2722	1814,4	0,109591
37	2,271	1233,74	3366,39844	883,7586	2346,3	0,701296
38	5,150	1126,43	2479,14998	648,8941	2346,3	0,700193
39	5,281	1015,04	2424,33166	447,8014	2346,3	0,588337
40	5,127	901,37	2488,48820	351,2162	2346,3	0,495273
41	5,289	787,04	2058,95702	325,0193	1987,2	0,527635
42	5,390	679,1	2021,08049	303,4396	1987,2	0,471739
43	5,393	574	2019,82786	314,0783	1987,2	0,424672
44	5,246	468,82	2075,09066	309,1482	1987,2	0,364212
45	4,903	364,25	1626,14947	271,3147	1463,4	0,388796
46	4,954	260,56	1610,99371	263,7846	1463,4	0,261124
47	4,974	156,84	1605,17470	230,7521	1463,4	0,206537
48	4,217	53,17	1827,98090	175,0792	1463,4	0,134182

4. Interaksi balok kolom dengan nilai faktor K formula *Lui*Tabel 5.8 *Lui Formula*

Elemen	Faktor K	Pu (kip)	$\phi_c P_n$ (kip)	Mu (kip-ft)	$\phi M_n$ (kip-ft)	Interaksi
1	2,889012	1233,74	3110,60267	950,5843	2346,3	0,75675
2	5,047084	1126,43	2521,90380	666,696	2346,3	0,699234
3	5,6255	1015,04	2279,75470	484,8975	2346,3	0,628943
4	5,975922	901,37	2133,12756	392,4387	2346,3	0,571232
5	5,742964	787,04	1888,69844	352,5435	1987,2	0,574406
6	5,988825	679,1	1797,06037	328,4994	1987,2	0,524835
7	6,163769	574	1732,37470	339,3149	1987,2	0,483115
8	6,352048	468,82	1663,39446	331,9819	1987,2	0,430343
9	5,559307	364,25	1430,35542	283,8806	1463,4	0,42709
10	5,776886	260,56	1365,89884	273,4166	1463,4	0,282217

Lanjutan tabel 5.8 Lui formula

Elemen	Faktor K	Pu (kip)	$\phi_c P_n$ (kip)	Mu (kip-ft)	$\phi M_n$ (kip-ft)	Interaksi
11	6,250479	156,84	1227,92715	237,4209	1463,4	0,226103
12	8,377638	53,17	713,11026	178,1509	1463,4	0,159018
13	2,860019	1951,26	3716,59235	1152,142	2835	0,886257
14	4,998623	1779,56	3061,10088	856,8703	2835	0,85001
15	5,577146	1608,85	2785,76988	685,5693	2835	0,792478
16	5,932386	1438,28	2615,72263	577,2383	2835	0,730847
17	5,36637	1268,56	2206,17223	500,4332	2162,7	0,780687
18	5,572795	1100,07	2123,98683	454,4163	2162,7	0,704696
19	5,700674	931,68	2073,12608	447,6205	2162,7	0,633384
20	5,820713	763,36	2025,47810	418,8946	2162,7	0,549048
21	5,441616	595,5	1830,38382	350,5002	1814,4	0,497054
22	5,642628	428,27	1759,64087	312,6241	1814,4	0,396542
23	6,081422	261,06	1606,57021	247,4431	1814,4	0,217625
24	7,998158	93,8	1002,46111	170,7452	1814,4	0,14089
25	2,860019	1951,26	3716,59235	1152,142	2835	0,886257
26	4,998623	1779,56	3061,10088	856,8703	2835	0,85001
27	5,577146	1608,85	2785,76988	685,5693	2835	0,792478
28	5,932386	1438,28	2615,72263	577,2383	2835	0,730847
29	5,36637	1268,56	2206,17223	500,4332	2162,7	0,780687
30	5,572795	1100,07	2123,98683	454,4163	2162,7	0,704696
31	5,700674	931,68	2073,12608	447,6205	2162,7	0,633384
32	5,820713	763,36	2025,47810	418,8946	2162,7	0,549048
33	5,441616	595,5	1830,38382	350,5002	1814,4	0,497054
34	5,642628	428,27	1759,64087	312,6241	1814,4	0,396542
35	6,081422	261,06	1606,57021	247,4431	1814,4	0,217625
36	7,998158	93,8	1002,46111	170,7452	1814,4	0,14089
37	2,889012	1233,74	3110,60267	950,5843	2346,3	0,75675
38	5,047084	1126,43	2521,90380	666,696	2346,3	0,699234
39	5,6255	1015,04	2279,75470	484,8975	2346,3	0,628943
40	5,975922	901,37	2133,12756	392,4387	2346,3	0,571232
41	5,742964	787,04	1888,69844	352,5435	1987,2	0,574406
42	5,988825	679,1	1797,06037	328,4994	1987,2	0,524835
43	6,163769	574	1732,37470	339,3149	1987,2	0,483115
44	6,352048	468,82	1663,39446	331,9819	1987,2	0,430343
45	5,559307	364,25	1430,35542	283,8806	1463,4	0,42709
46	5,776886	260,56	1365,89884	273,4166	1463,4	0,282217
47	6,250479	156,84	1227,92715	237,4209	1463,4	0,226103
48	8,377638	53,17	713,11026	178,1509	1463,4	0,159018

## BAB VI

### PEMBAHASAN

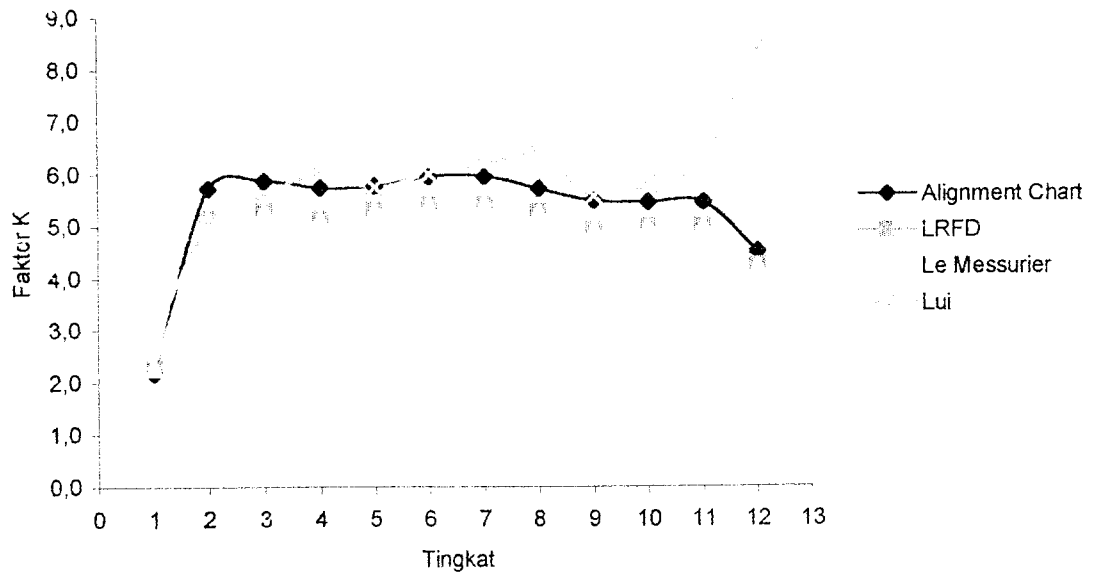
#### 6.1. Faktor K

Sudah seharusnya diperhatikan bahwa nilai faktor K tidaklah konstan tapi bervariasi dan bergantung pada beberapa faktor seperti bentuk struktur, profil penampang, dimensi profil, elemen dari struktur dan juga distribusi pembebanan, sehingga dari hasil analisis pada model struktur portal dengan penggunaan 4 formula faktor K yaitu *Alignment Chart*, *LRFD Approach*, *Le Mesurier*, dan *Lui*, didapat nilai faktor K yang bervariasi.

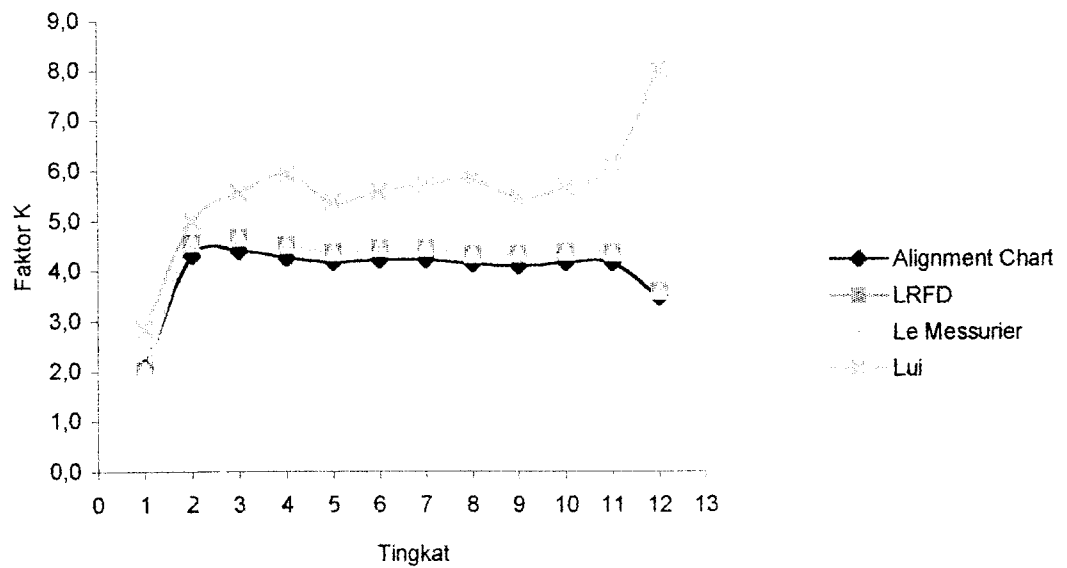
Secara umum penggunaan formula faktor K menghasilkan nilai yang cenderung naik secara linear dari tingkat 1 sampai 4 lalu pada tingkat 5 sampai 8 ada variasi nilai faktor K dengan kecenderungan menurun sama dengan nilai faktor K pada tingkat 11 sampai dengan tingkat 12. Hal ini terjadi pada 3 metode awal seperti yang telah disebutkan diatas yaitu formula *Alignment Chart*, *LRFD Approach* dan formula *Le Messurier*.. Untuk formula yang terakhir yaitu formula *Lui* mempunyai kecenderungan untuk naik secara linear hampir sama dengan 3 formula yang lain, hanya saja untuk tingkat 5 sampai 12 kecenderungan variasi nilai faktor K tidak turun tapi menaik.

Dari hasil analisis yang telah dilakukan pada model struktur portal *unbraced* untuk 3 formula awal yaitu formula *Alignment Chart*, *LRFD Approach* dan formula *Le Messurier*, tingkat yang pasti terdapat penurunan nilai faktor K yaitu pada tingkat 4 dan 8, yang mengalami perubahan elemen / profil. Meskipun begitu untuk nilai faktor hasil analisis formula *Alignment Chart* penurunan nilai faktor K juga terjadi pada tingkat 9 sampai 12 (untuk kolom tepi luar model struktur portal) dan tingkat 5, 9 dan 12 (untuk kolom dalam model struktur portal). Untuk nilai faktor K hasil analisis formula *LRFD Approach* dan *Le Messurier* didapat hasil yang sama, yaitu terdapat penurunan nilai faktor K pada tingkat 9 dan 12 (untuk kolom tepi luar model struktur portal) dan tingkat 5, 7 dan 11 (untuk kolom dalam model struktur portal). Sedangkan nilai faktor K hasil analisis formula *Lui*, penurunan terjadi pada tingkat 5 dan 9 (berlaku bagi kolom pada tepi luar maupun tepi dalam model struktur portal).

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada grafik (6.1) dan (6.2) berikut :



Gambar 6.1 Grafik nilai faktor K untuk kolom tepi luar



Gambar 6.2 Grafik nilai faktor K untuk kolom dalam

Adanya perubahan profil ternyata mempengaruhi faktor kekangan kolom pada tingkat yang bersangkutan. Selain pemilihan profil yang yang bervariasi, penempatan profil yang dimulai dari yang profil terberat sampai profil teringan juga mempengaruhi faktor kekangan kolom yang pada akhirnya mempengaruhi hasil perhitungan formula faktor K, terutama pada 3 formula awal (*Alignment Chart*, *LRFD*, dan *Le Messurier*).

Secara umum variasi nilai faktor K yang diperoleh untuk kolom tepi luar model struktur portal berkisar antara 4,5 % sampai 10,5% pada seluruh tingkat, kecuali faktor K hasil formula Lui yang mempunyai variasi antara 0,395 % sampai dengan 86 %. Sedangkan variasi nilai faktor K untuk kolom dalam model struktur portal berkisar antara 2,9 % sampai 5,8 %, dan untuk Faktor K hasil formula Lui berkisar antara 26 % sampai dengan 130 % . Hasil yang terperinci dapat dilihat pada tabel (6.1) dan (6.2) dengan menggunakan nilai faktor K hasil analisis *Alignment Chart* sebagai acuan.

Tabel 6.1 Variasi Faktor K Pada Kolom Tepi Luar

Tingkat	Alignment Chart	LRFD Approach		Le Messurier		Lui	
		Faktor K	%	Faktor K	%	Faktor K	%
1	2,172601	2,270927	4,5257	2,2706801	4,5143	2,889012	32,9748
2	5,723101	5,1496812	-10,019	5,149629	-10,02	5,047084	-11,812
3	5,865074	5,2807722	-9,962	5,2807252	-9,963	5,6255	-4,085
4	5,732475	5,1273183	-10,557	5,1272571	-10,558	5,975922	4,2468
5	5,765724	5,2892917	-8,263	5,2892395	-8,264	5,742964	-0,395
6	5,936616	5,3901277	-9,205	5,3900697	-9,206	5,988825	0,8794
7	5,936616	5,3934616	-9,149	5,393404	-9,15	6,163769	3,8263
8	5,703243	5,2463273	-8,012	5,2462741	-8,012	6,352048	11,3761
9	5,465526	4,9034634	-10,284	4,9034015	-10,285	5,559307	1,7159
10	5,437576	4,9542615	-8,888	4,9542132	-8,889	5,776886	6,2401
11	5,437575	4,9737565	-8,53	4,9737102	-8,531	6,250479	14,9498
12	4,499412	4,2173461	-6,269	4,2172238	-6,272	8,377638	86,1941



Tabel 6.2 Faktor K Pada Kolom Dalam

Tingkat	Alignment Chart	LRFD		Le Messsurier		Lui	
		Faktor K	%	Faktor K	%	Faktor K	%
1	2,075643	2,013989	-2,97	2,01377	-2,981	2,860019	37,7895
2	4,316902	4,569574	5,8531	4,569528	5,852	4,998623	15,7919
3	4,421599	4,678222	5,8039	4,678181	5,8029	5,577146	26,1342
4	4,267556	4,527096	6,0817	4,527042	6,0804	5,932386	39,0113
5	4,175003	4,375388	4,7997	4,375345	4,7986	5,36637	28,5357
6	4,224537	4,447664	5,2817	4,447616	5,2805	5,572795	31,9149
7	4,224537	4,445968	5,2415	4,44592	5,2404	5,700674	34,942
8	4,12733	4,317874	4,6166	4,31783	4,6156	5,820713	41,0286
9	4,094622	4,332058	5,7987	4,332003	5,7974	5,441616	32,8966
10	4,155757	4,365223	5,0404	4,36518	5,0393	5,642628	35,7786
11	4,155757	4,35487	4,7913	4,354829	4,7903	6,081422	46,3373
12	3,469339	3,58677	3,3848	3,586666	3,3819	7,998158	130,5384

## 6.2. Interaksi Balok kolom

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap model struktur portal, dapat diketahui nilai rasio interaksi balok-kolom terbesar dicapai pada tingkat yang paling bawah .

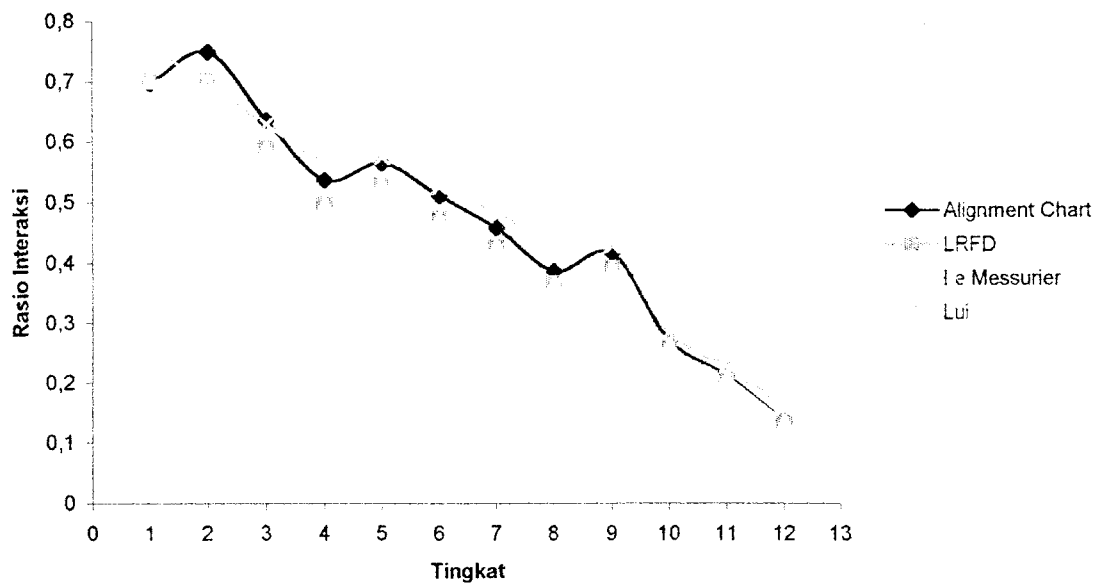
Pada tingkat-tingkat awal dapat dilihat bahwa rasio interaksi balok kolom hampir mencapai angka yang mendekati nilai batas 1. Pada kolom yang mempunyai nilai faktor K yang relatif lebih besar diantara 3 formula lainnya (hasil formula  $L_{ut}$ ) akan dihasilkan rasio kelangsingan ( $\lambda_c$ ) yang relatif besar pula yang mempengaruhi besarnya tegangan kritis ( $F_{cr}$ ) yang pada akhirnya berpengaruh terhadap kekuatan nominal ( $P_n$ ) dari kolom tersebut. Selain itu juga akan didapatkan nilai koefisien pembesaran momen ( $B_2$ ) yang lebih besar akibat nilai beban euler yang relatif menjadi lebih kecil, sehingga menghasilkan nilai

momen terfaktor total ( $M_u$ ) yang relatif besar pula yang pada akhirnya mempengaruhi nilai rasio interaksi balok kolom.

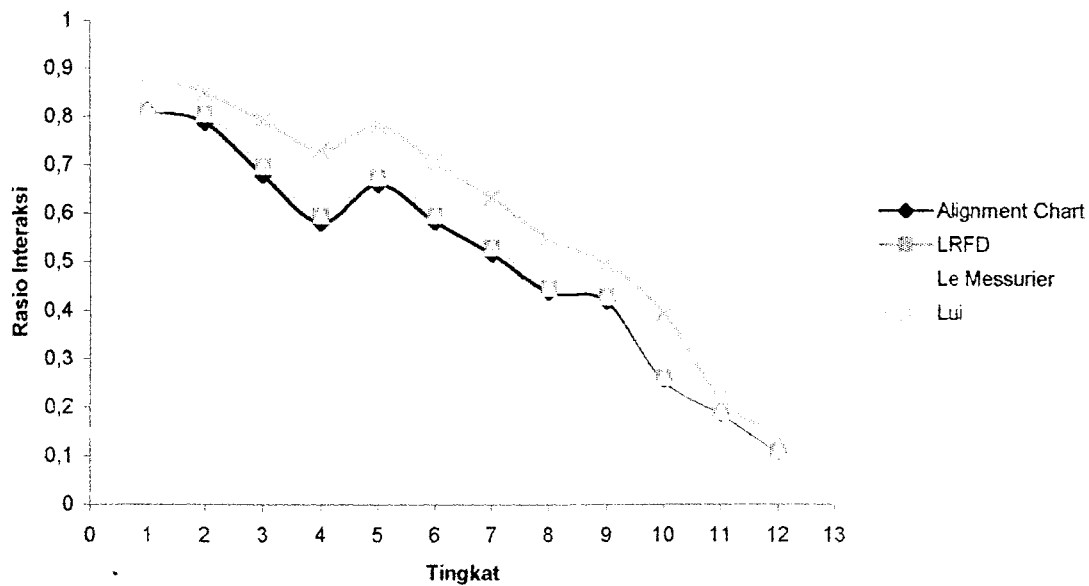
Sebaliknya untuk tingkat-tingkat selanjutnya nilai rasio interaksi balok kolom menjauhi nilai batas meskipun kolomnya mempunyai nilai faktor  $K$  yang relatif lebih besar dibandingkan dengan kolom pada tingkat awal. Hal ini dikarenakan beban aksial dan momen yang terjadi tidaklah sebesar yang terjadi pada tingkat-tingkat awal

Meskipun begitu pengaruh nilai faktor  $K$  masih berpengaruh terhadap hasil rasio interaksi balok kolom namun terbatas pada tingkat yang ditinjau saja, dan tidak dapat dibandingkan langsung antar tingkat karena ada perbedaan distribusi beban dan momen yang terjadi.

Adanya perbedaan profil atau pergantian profil pada tingkat tertentu juga mempengaruhi nilai faktor  $K$  dan distribusi beban dan momen, sehingga nilai rasio interaksi bukan merupakan garis lurus / linear seperti gambar grafik (6.3) dan (6.4) berikut :



Gambar 6.3 Grafik rasio interaksi balok-kolom pada kolom tepi luar



Gambar 6.4 Grafik rasio interaksi balok-kolom pada kolom dalam

Secara umum nilai rasio interaksi balok-kolom akan semakin bertambah kecil pada tingkat yang lebih tinggi. Pada model struktur portal *unbraced* ini untuk variasi rasio interaksi berkisar 0,5 % sampai dengan 17,9 % untuk kolom tepi luar dan 0,25% sampai dengan 53,8 % untuk kolom dalam.

Pengaruh faktor K hasil *Alignment Chart* terlihat jelas pada tingkat 1 dan 2 kolom tepi luar, dengan nilai K yang relatif kecil ( $K=2,07564$ ) pada kolom tingkat 1 didapatkan nilai rasio interaksi balok-kolom yang relatif kecil ( $R=0,697$ ) dibanding nilai rasio interaksi balok-kolom pada tingkat dua ( $R=0,701$ ) dengan nilai K yang relatif lebih besar ( $K=5,723101$ ), meskipun distribusi beban aksial dan momen yang terjadi lebih relatif lebih besar pada tingkat 1. Pada tingkat 5, untuk kolom tepi luar terdapat kenaikan nilai rasio interaksi balok dan kolom, karena selain nilai faktor K, beban aksial dan momen yang terjadi juga mempengaruhi hasil rasio interaksi balok kolom yang diperoleh.

Untuk nilai rasio interaksi balok-kolom dengan nilai faktor K menggunakan formula *LRFD* didapatkan nilai yang relatif sedikit lebih besar dibanding rasio interaksi balok-kolom dengan nilai faktor K hasil *Alignment Chart*, dengan variasi berkisar antara 0,25 % sampai dengan 7,4 % untuk kolom tepi luar dan dalam. Dengan perilaku yang hampir sama yaitu adanya kenaikan nilai rasio interaksi balok-kolom pada tingkat 5 dan juga tingkat 9 baik pada kolom tepi luar maupun tepi dalam.

Faktor K hasil formula *Le Messurier* menghasilkan nilai rasio interaksi balok-kolom yang tidak begitu berbeda dengan nilai rasio interaksi balok-kolom yang dipengaruhi faktor K hasil formula *Alignment Chart*, dengan variasi nilai rasio

interaksi balok-kolok berkisar antara 0,25 % sampai 7,4 %. Kenaikan nilai rasio interaksi balok-kolom juga terjadi pada tingkat 5 dan tingkat 9 baik pada kolom tepi luar maupun tepi dalam.

Formula *Lui* memberikan faktor K yang menghasilkan nilai rasio interaksi balok-kolom yang mempunyai variasi berkisar antara 1 % sampai dengan 53,8 % dan kenaikan nilai rasio interaksi balok kolom hanya terjadi pada tingkat 5 saja. Hasil yang terperinci dapat dilihat pada tabel (6.3) dan (6.4) dengan menggunakan nilai rasio interaksi balok-kolom dengan faktor K hasil formula *Alignment Chart* sebagai acuan.

Tabel 6.3 Rasio interaksi balok-kolom pada kolom tepi luar

Tingkat	Alignment Chart	LRFD		Le Messurier		Lui	
		Rasio Interaksi	%	Rasio Interaksi	%	Rasio Interaksi	%
1	0,697371	0,701312	0,5652	0,701296	0,5629	0,75675	8,5148
2	0,748947	0,700198	-6,509	0,700193	-6,51	0,699234	-6,638
3	0,635379	0,588341	-7,403	0,588337	-7,404	0,628943	-1,013
4	0,536366	0,495277	-7,66	0,495273	-7,661	0,571232	6,5005
5	0,563984	0,527639	-6,444	0,527635	-6,445	0,574406	1,8478
6	0,509594	0,471743	-7,428	0,471739	-7,428	0,524835	2,9909
7	0,456492	0,424676	-6,97	0,424672	-6,971	0,483115	5,8321
8	0,384571	0,364214	-5,294	0,364212	-5,294	0,430343	11,902
9	0,414578	0,388799	-6,218	0,388796	-6,219	0,42709	3,018
10	0,269083	0,261125	-2,957	0,261124	-2,958	0,282217	4,881
11	0,211151	0,206537	-2,185	0,206537	-2,186	0,226103	7,0809
12	0,134866	0,134182	-0,507	0,134182	-0,507	0,159018	17,9079

Tabel 6.4 Rasio interaksi balok-kolom pada kolom dalam

Tingkat	Alignment Chart	LRFD		Le Messurier		Lui	
		Rasio Interaksi	%	Rasio Interaksi	%	Rasio Interaksi	%
1	0,81403	0,811212	-0,346	0,811196	-0,348	0,886257	8,8728
2	0,787613	0,806188	2,3585	0,806183	2,3578	0,85001	7,9224
3	0,678876	0,696596	2,6102	0,696592	2,6096	0,792478	16,7339
4	0,580122	0,595281	2,613	0,595277	2,6123	0,730847	25,9817
5	0,660061	0,673936	2,1021	0,673932	2,1015	0,780687	18,2751
6	0,582731	0,596442	2,3528	0,596438	2,3521	0,704696	20,9298
7	0,517492	0,529012	2,2261	0,529009	2,2255	0,633384	22,3949
8	0,439845	0,447629	1,7697	0,447626	1,7691	0,549048	24,8277
9	0,420533	0,429879	2,2223	0,429876	2,2217	0,497054	18,1962
10	0,257814	0,260835	1,1717	0,260834	1,1713	0,396542	53,8094
11	0,188095	0,189842	0,9284	0,189841	0,9281	0,217625	15,6993
12	0,109314	0,109591	0,2538	0,109591	0,2535	0,14089	28,8861

## BAB VII

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 7.1. Kesimpulan

Dari analisis dan desain serta pembahasan, maka penelitian numeris ini dapat disimpulkan :

1. Formula *Lui* memberikan nilai faktor K yang paling akurat, hal ini karena formula *Lui* memperhitungkan *P-Δ effect*, sehingga momen sekunder juga diperhitungkan dalam momen desain. Keakuratan nilai faktor K dari formula *Lui* menghasilkan rasio interaksi balok-kolom yang optimal pada analisis stabilitas portal tanpa pengaku dengan tinjauan stabilitas balok-kolom.
2. Nilai faktor K dari formula *Lui* selalu bertambah sebanding jumlah tingkat sebelum mengalami perubahan profil, sedangkan nilai faktor K dari 2 formula lainnya yaitu *LRFD Approach* dan *Le Messurier* nilainya cenderung sama pada tingkat 1 sampai dengan tingkat 12.
3. Dari analisis ini didapatkan bahwa semakin besar nilai faktor K (untuk semua formula) maka akan menyebabkan besarnya nilai  $B_1$  dan  $B_2$  yang mempengaruhi nilai momen total terfaktor  $M_u$ .

## 7.2. Saran

1. Pada perancangan struktur bangunan tingkat tinggi khususnya untuk portal baja tanpa pengaku perlu dilakukan perhitungan yang melibatkan efek  $P-\Delta$ , karena efek ini menimbulkan momen sekunder yang memperbesar *displacement* dan tegangan yang terjadi pada penampang balok-kolom sehingga mengurangi stabilitas balok-kolom tersebut.
2. Untuk menentukan nilai faktor  $K$  pada portal baja tanpa pengaku yang nilainya selalu lebih besar dari panjang aktualnya disarankan untuk menggunakan formula  $L_{ui}$ , dimana formula ini telah memperhitungkan efek  $P-\Delta$  yang akan mengurangi stabilitas dari portal tersebut.
3. Penelitian numeris ini masih terbatas hanya untuk menganalisis stabilitas portal baja tanpa pengaku yang ditinjau dengan stabilitas balok-kolom, oleh karena itu diperlukan penelitian lanjut dengan tinjau yang berbeda dan dengan kondisi yang berbeda juga antara lain, perlu ditinjau secara 3 dimensi, untuk portal arah memanjang, wilayah gempa yang berbeda, dengan portal yang lebih tinggi, sehingga akan didapatkan nilai faktor  $K$  yang lebih akurat dan optimal.



## DAFTAR PUSTAKA

1. American Institute of Steel Construction, 1986, **MANUAL OF STEEL CONSTRUCTION – LOAD AND RESISTANCE FACTOR DESIGN**, 1<sup>st</sup> Ed., Chicago, IL.
2. Aristizabal-Ochoa, J. Dario, 1997, **STORY STABILITY OF BRACED, PARTIALLY BRACED, AND UNBRACED FRAMES: CLASSICAL APPROACH**, Journal of Structural Engineering, June, P.799 s/d 807.
3. Bleich, F., 1952, **BUCKLING STRENGTH OF METAL STRUCTURES**, Engineering Societies Monographs, Mc Graw Hill, New York.
4. Chen, W.F. And Lui, E.M., 1987, **STRUCTURAL STABILITY - THEORY AND IMPLEMENTATION**, Elsevier Science Publishing Co., Inc.
5. Chajes, A., 1974, **PRINCIPLES OF STRUCTURAL STABILITY THEORY**, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey.
6. Englekirk, R., 1993, **STEEL STRUCTURES CONTROLLING BEHAVIOR THROUGH DESIGN**, John Wilwy & Sons, Inc.
7. Essa, H.S., 1997, **STABILITY OF COLUMN IN UNBRACED FRAMES**, Journal of Structural Engineer, July, P.952 s/d 957.
8. Fatkhurrohman, 2000, **DIKTAT KULIAH STRUKTUR BAJA II**, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
9. Galambos, T.V., 1988, **GUIDES TO STABILITY DESIGN CRITERIA FOR METAL STRUCTURES**, Fourth Ed., John Wiley & Sons, New York.
10. Habibullah, A. and Wilson, E.L. , 1989 , **SAPCON – SAPSTL**, Computer & Structures, Inc.
11. Hellesland, J. and Bjorhovde, R., 1996, **IMPROVED FRAME STABILITY ANALYSIS WITH EFFECTIVE LENGTHS**, Journal of Structural Engineering, November, P.1275 s/d 1283.
12. Shanmugam, N.E. and Chen, W.F., 1995, **AN ASSESSMENT OF K FACTOR FORMULAS**, Engineering Journal, 1<sup>st</sup> Quarter, P.3 s/d 11.
13. Salmon, C.G. and Johnson, J.E., 1990, **STRUKTUR BAJA - DESAIN DAN PERILAKU**, HarperColinlins, Publisher, Inc.
14. Visser, M., 1995, **STEEL FRAME STABILITY DESIGN**, Engineering Journal, 1<sup>st</sup> Quarter, P.12 s/d 20.
15. Wilson, E.L. and Habibullah, A., 1986-1989, **SAP 90 Users Manuals**, Computer & Structures, Inc.

# LAMPIRAN 1



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
 FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
 JURUSAN TEKNIK SIPIL  
 Jl. Kaliurang Km. 14,4 Telp. 95330 Yogyakarta

Proposed 1 Me  
 TA 3 ke

**KARTU PESERTA TUGAS AKHIR**

No.	Nama	No. Mhs.	N.I.R.M.	Bidang Studi
1	BAGUS ARIA PAMUNGKAS	95 310 159		TSS
2	ANGGA HENDRAWAN	95 310 073		TSS

TITUL TUGAS AKHIR : .....  
 ANALISIS STABILITAS PORTAL BAJA TANPA  
 ...PENGAKU-VARIASI FAKTOR PANJANG EFEKTIVE KOLOM (STUDI  
 ...KOMPARASI 4 METODE).....

Dosen Pembimbing I : IR. H. SUSASTRAWAN, MS  
 Dosen Pembimbing II : IR. HELMI AKBAR BALE, MT

1

2



Yogyakarta 15 Mei 2000  
 Dekan,  
 Jurusan Teknik Sipil

*[Signature]*  
 H. TADJUDDIN BM ARIS, MS

# LAMPIRAN 2

PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)  
C T RAYLEIGH  
C MENCARI NILAI DISPLACEMENT  
C SATUAN Kip - Inchi

SYSTEM

L=2

:

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0
2		Y=314.96	
3		Y=570.87	
4		Y=885.83	
5	X=0	Y=0	Z=157.48
6		Y=314.96	
7		Y=570.87	
8		Y=885.83	
9	X=0	Y=0	Z=285.43
10		Y=314.96	
11		Y=570.87	
12		Y=885.83	
13	X=0	Y=0	Z=413.39
14		Y=314.96	
15		Y=570.87	
16		Y=885.83	
17	X=0	Y=0	Z=541.34
18		Y=314.96	
19		Y=570.87	
20		Y=885.83	
21	X=0	Y=0	Z=669.29
22		Y=314.96	
23		Y=570.87	
24		Y=885.83	
25	X=0	Y=0	Z=797.24
26		Y=314.96	
27		Y=570.87	
28		Y=885.83	
29	X=0	Y=0	Z=925.20
30		Y=314.96	
31		Y=570.87	
32		Y=885.83	
33	X=0	Y=0	Z=1053.15
34		Y=314.96	
35		Y=570.87	
36		Y=885.83	
37	X=0	Y=0	Z=1181.10
38		Y=314.96	
39		Y=570.87	
40		Y=885.83	
41	X=0	Y=0	Z=1309.05
42		Y=314.96	
43		Y=570.87	
44		Y=885.83	
45	X=0	Y=0	Z=1437.01
46		Y=314.96	

47 Y=570.87  
48 Y=885.83  
49 X=0 Y=0 Z=1564.96  
50 Y=314.96  
51 Y=570.87  
52 Y=885.83

:  
RESTRAINTS

1,4,1 R=1,1,1,1,1,1  
5,52,1 R=1,0,0,0,1,1

:  
FRAME

NM=12

C PROPERTI ELEMEN

C ELEMEN KOLOM

1 SH=W14X426 E=29000 FY=36 :KOL. TEPI LANTAI 1-4 (W14X426)  
2 SH=W14X500 E=29000 FY=36 :KOL. TENGAH LANTAI 1-4 (W14X500)  
3 SH=W14X370 E=29000 FY=36 :KOL. TEPI LANTAI 5-8 (W14X370)  
4 SH=W14X398 E=29000 FY=36 :KOL. TENGAH LANTAI 5-8 (W14X398)  
5 SH=W14X283 E=29000 FY=36 :KOL. TEPI LANTAI 9-A (W14X283)  
6 SH=W14X342 E=29000 FY=36 :KOL. TENGAH LANTAI 9-A (W14X342)

C ELEMEN BALOK

7 SH=W14X74 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 314.96 INCHI (W14X74)  
8 SH=W14X74 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 255.91 INCHI (W14X74)  
9 SH=W14X61 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 314.96 INCHI (W14X61)  
10 SH=W14X61 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 255.91 INCHI (W14X61)  
11 SH=W14X53 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 314.96 INCHI (W14X53)  
12 SH=W14X53 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 255.91 INCHI (W14X53)

C KOLOM

1,1,5 M=1 G=3,1,4,4 LP=3,0 : KOLOM EXTERIOR LT.1-4  
5,17,21 M=3 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.5-8  
9,33,37 M=5 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.9-A  
13,2,6 M=2 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.1-4  
17,18,22 M=4 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.5-8  
21,34,38 M=6 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.9-A  
25,3,7 M=2 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.1-4  
29,19,23 M=4 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.5-8  
33,35,39 M=6 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.9-A  
37,4,8 M=1 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.1-4  
41,20,24 M=3 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.5-8  
45,36,40 M=5 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.9-A

C BALOK

49,5,6 M=7 G=3,1,4,4 LP=3,0 : BALOK EXTERIOR LT.1-4  
53,21,22 M=9 G=3,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.5-8  
57,37,38 M=11 G=2,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.9-11  
60,49,50 M=11 : BALOK EXTERIOR ATAP  
61,6,7 M=8 G=3,1,4,4 : BALOK INTERIOR LT.1-4  
65,22,23 M=10 G=3,1,4,4 : BALOK INTERIOR LT.5-8  
69,38,39 M=12 G=2,1,4,4 : BALOK INTERIOR LT.9-11  
72,50,51 M=12 : BALOK INTERIOR ATAP  
73,7,8 M=7 G=3,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.1-4  
77,23,24 M=9 G=3,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.5-8  
81,39,40 M=11 G=2,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.9-11  
84,51,52 M=11 : BALOK EXTERIOR ATAP

:

LOADS

C BEBAN GEMPA ARAH KANAN

5	L=1	F=0,2.03910,0
9	L=1	F=0,3.69588,0
13	L=1	F=0,5.35265,0
17	L=1	F=0,7.00942,0
21	L=1	F=0,8.59262,0
25	L=1	F=0,10.23533,0
29	L=1	F=0,11.87804,0
33	L=1	F=0,13.52075,0
37	L=1	F=0,15.08354,0
41	L=1	F=0,16.71759,0
45	L=1	F=0,18.35164,0
49	L=1	F=0,12.89385,0

C BEBAN GEMPA ARAH KIRI

8	L=2	F=0,-2.03910,0
12	L=2	F=0,-3.69588,0
16	L=2	F=0,-5.35265,0
20	L=2	F=0,-7.00942,0
24	L=2	F=0,-8.59262,0
28	L=2	F=0,-10.23533,0
32	L=2	F=0,-11.87804,0
36	L=2	F=0,-13.52075,0
40	L=2	F=0,-15.08354,0
44	L=2	F=0,-16.71759,0
48	L=2	F=0,-18.35164,0
52	L=2	F=0,-12.89385,0

:

COMBO

1	C=1.5,0
2	C=0,1.5
3	C=-1.5,0
4	C=0,-1.5

PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

SYSTEM

L=6

:

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0
2		Y=314.96	
3		Y=570.87	
4		Y=885.83	
5	X=0	Y=0	Z=157.48
6		Y=314.96	
7		Y=570.87	
8		Y=885.83	
9	X=0	Y=0	Z=285.43
10		Y=314.96	
11		Y=570.87	
12		Y=885.83	
13	X=0	Y=0	Z=413.39
14		Y=314.96	
15		Y=570.87	
16		Y=885.83	
17	X=0	Y=0	Z=541.34
18		Y=314.96	
19		Y=570.87	
20		Y=885.83	
21	X=0	Y=0	Z=669.29
22		Y=314.96	
23		Y=570.87	
24		Y=885.83	
25	X=0	Y=0	Z=797.24
26		Y=314.96	
27		Y=570.87	
28		Y=885.83	
29	X=0	Y=0	Z=925.20
30		Y=314.96	
31		Y=570.87	
32		Y=885.83	
33	X=0	Y=0	Z=1053.15
34		Y=314.96	
35		Y=570.87	
36		Y=885.83	
37	X=0	Y=0	Z=1181.10
38		Y=314.96	
39		Y=570.87	
40		Y=885.83	
41	X=0	Y=0	Z=1309.05
42		Y=314.96	
43		Y=570.87	
44		Y=885.83	
45	X=0	Y=0	Z=1437.01
46		Y=314.96	
47		Y=570.87	
48		Y=885.83	
49	X=0	Y=0	Z=1564.96



50 Y=314.96  
51 Y=570.87  
52 Y=885.83

RESTRAINTS

1,4,1 R=1,1,1,1,1,1  
5,52,1 R=1,0,0,0,1,1

FRAME

NM=12 NL=8 Z=-1

C PROPERTI ELEMEN

C ELEMEN KOLOM

1 SH=W14X426 W=0.0355 E=29000 FY=36 :KOL.TEPI LANTAI 1-4 (W14X426)  
2 SH=W14X500 W=0.0417 E=29000 FY=36 :KOL.TENGAH LANTAI 1-4 (W14X500)  
3 SH=W14X370 W=0.0308 E=29000 FY=36 :KOL.TEPI LANTAI 5-8 (W14X370)  
4 SH=W14X398 W=0.0332 E=29000 FY=36 :KOL.TENGAH LANTAI 5-8 (W14X398)  
5 SH=W14X283 W=0.0236 E=29000 FY=36 :KOL.TEPI LANTAI 9-A (W14X283)  
6 SH=W14X342 W=0.0285 E=29000 FY=36 :KOL.TENGAH LANTAI 9-A (W14X342)

C ELEMEN BALOK

7 SH=W14X74 W=0.0062 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 314.96 INCHI (W14X74)  
8 SH=W14X74 W=0.0062 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 255.91 INCHI (W14X74)  
9 SH=W14X61 W=0.0051 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 314.96 INCHI (W14X61)  
10 SH=W14X61 W=0.0051 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 255.91 INCHI (W14X61)  
11 SH=W14X53 W=0.0044 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 314.96 INCHI (W14X53)  
12 SH=W14X53 W=0.0044 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 255.91 INCHI (W14X53)

C BEBAN HIDUP ATAP

1 WG=0.00,0.00,-0.013433 : BALOK ATAP EXTERIOR (L)  
2 WG=0.00,0.00,-0.010914 : BALOK ATAP INTERIOR (L)

C BEBAN HIDUP LANTAI

3 WG=0.00,0.00,-0.022390 : BALOK LANTAI EXTERIOR (L)  
4 WG=0.00,0.00,-0.018192 : BALOK LANTAI INTERIOR (L)

C BEBAN MATI ATAP

5 WG=0.00,0.00,-0.112824 : BALOK ATAP EXTERIOR (D)  
6 WG=0.00,0.00,-0.091669 : BALOK ATAP INTERIOR (D)

C BEBAN MATI LANTAI

7 WG=0.00,0.00,-0.199511 : BALOK LANTAI EXTERIOR (D)  
8 WG=0.00,0.00,-0.170633 : BALOK LANTAI INTERIOR (D)

C KOLOM

1,1,5 M=1 G=3,1,4,4 LP=3,0 : KOLOM EXTERIOR LT.1-4  
5,17,21 M=3 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.5-8  
9,33,37 M=5 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.9-A  
13,2,6 M=2 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.1-4  
17,18,22 M=4 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.5-8  
21,34,38 M=6 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.9-A  
25,3,7 M=2 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.1-4  
29,19,23 M=4 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.5-8  
33,35,39 M=6 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.9-A  
37,4,8 M=1 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.1-4  
41,20,24 M=3 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.5-8  
45,36,40 M=5 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.9-A

C BALOK

49,5,6 M=7 NSL=7,3,0,0 G=3,1,4,4 LP=3,0 : BALOK EXTERIOR LT.1-4  
53,21,22 M=9 NSL=7,3,0,0 G=3,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.5-8  
57,37,38 M=11 NSL=7,3,0,0 G=2,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.9-11  
60,49,50 M=11 NSL=0,0,5,1 : BALOK EXTERIOR ATAP

61,6,7	M=8	NSL=8,4,0,0	G=3,1,4,4	: BALOK INTERIOR LT.1-4
65,22,23	M=10	NSL=8,4,0,0	G=3,1,4,4	: BALOK INTERIOR LT.5-8
69,38,39	M=12	NSL=8,4,0,0	G=2,1,4,4	: BALOK INTERIOR LT.9-11
72,50,51	M=12	NSL=0,0,6,2		: BALOK INTERIOR ATAP
73,7,8	M=7	NSL=7,3,0,0	G=3,1,4,4	: BALOK EXTERIOR LT.1-4
77,23,24	M=9	NSL=7,3,0,0	G=3,1,4,4	: BALOK EXTERIOR LT.5-8
81,39,40	M=11	NSL=7,3,0,0	G=2,1,4,4	: BALOK EXTERIOR LT.9-11
84,51,52	M=11	NSL=0,0,5,1		: BALOK EXTERIOR ATAP

:

#### LOADS

##### C BEBAN TITIK

5 45 4	L=2	F=0,0,-3.525977	: BEBAN HIDUP
49	L=2	F=0,0,-2.115445	
8 48 4	L=2	F=0,0,-3.525977	: BEBAN HIDUP
52	L=2	F=0,0,-2.115445	
6 46 4	L=2	F=0,0,-6.879260	: BEBAN HIDUP
50	L=2	F=0,0,-4.127270	
7 47 4	L=2	F=0,0,-6.879260	: BEBAN HIDUP
51	L=2	F=0,0,-4.127270	
5 45 4	L=1	F=0,0,-38.58396	: BEBAN MATI
49	L=1	F=0,0,-17.76745	
8 48 4	L=1	F=0,0,-38.58396	: BEBAN MATI
52	L=1	F=0,0,-17.76745	
6 46 4	L=1	F=0,0,-61.64987	: BEBAN MATI
50	L=1	F=0,0,-34.66461	
7 47 4	L=1	F=0,0,-61.64987	: BEBAN MATI
51	L=1	F=0,0,-34.66461	

##### C BEBAN GEMPA ARAH KANAN

5	L=5	F=0,2.03910,0
9	L=5	F=0,3.69588,0
13	L=5	F=0,5.35265,0
17	L=5	F=0,7.00942,0
21	L=5	F=0,8.59262,0
25	L=5	F=0,10.23533,0
29	L=5	F=0,11.87804,0
33	L=5	F=0,13.52075,0
37	L=5	F=0,15.08354,0
41	L=5	F=0,16.71759,0
45	L=5	F=0,18.35164,0
49	L=5	F=0,12.89385,0

##### C BEBAN GEMPA ARAH KIRI

8	L=6	F=0,-2.03910,0
12	L=6	F=0,-3.69588,0
16	L=6	F=0,-5.35265,0
20	L=6	F=0,-7.00942,0
24	L=6	F=0,-8.59262,0
28	L=6	F=0,-10.23533,0
32	L=6	F=0,-11.87804,0
36	L=6	F=0,-13.52075,0
40	L=6	F=0,-15.08354,0
44	L=6	F=0,-16.71759,0
48	L=6	F=0,-18.35164,0
52	L=6	F=0,-12.89385,0

:

**COMBO**

1 C=1.4,0,1.4,0,0,0

2 C=1.2,1.6,1.2,0.5,0,0

3 C=1.2,0.5,1.2,1.6,0,0

4 C=1.2,0.5,1.2,0.5,0,0

5 C=1.2,0.5,1.2,0,1.5,0

6 C=1.2,0.5,1.2,0,0,1.5

7 C=0.9,0,0.9,0,-1.5,0

8 C=0.9,0,0.9,0,0,-1.5

PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)  
C METODE PEMBESARAN MOMEN  
C MENCARI NILAI B1 DAN Mnt  
C SATUAN KIP - INCHI

SYSTEM

L=4

:

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0
2		Y=314.96	
3		Y=570.87	
4		Y=885.83	
5	X=0	Y=0	Z=157.48
6		Y=314.96	
7		Y=570.87	
8		Y=885.83	
9	X=0	Y=0	Z=285.43
10		Y=314.96	
11		Y=570.87	
12		Y=885.83	
13	X=0	Y=0	Z=413.39
14		Y=314.96	
15		Y=570.87	
16		Y=885.83	
17	X=0	Y=0	Z=541.34
18		Y=314.96	
19		Y=570.87	
20		Y=885.83	
21	X=0	Y=0	Z=669.29
22		Y=314.96	
23		Y=570.87	
24		Y=885.83	
25	X=0	Y=0	Z=797.24
26		Y=314.96	
27		Y=570.87	
28		Y=885.83	
29	X=0	Y=0	Z=925.20
30		Y=314.96	
31		Y=570.87	
32		Y=885.83	
33	X=0	Y=0	Z=1053.15
34		Y=314.96	
35		Y=570.87	
36		Y=885.83	
37	X=0	Y=0	Z=1181.10
38		Y=314.96	
39		Y=570.87	
40		Y=885.83	
41	X=0	Y=0	Z=1309.05
42		Y=314.96	
43		Y=570.87	
44		Y=885.83	
45	X=0	Y=0	Z=1437.01
46		Y=314.96	

47 Y=570.87  
48 Y=885.83  
49 X=0 Y=0 Z=1564.96  
50 Y=314.96  
51 Y=570.87  
52 Y=885.83

RESTRRAINTS

1,4,1 R=1,1,1,1,1,1  
5,52,1 R=1,0,0,0,1,1

CONSTRAINTS

6 50 4 C=0,5,0,0,0,0 I=0,4,0,0,0,0  
7 51 4 C=0,5,0,0,0,0 I=0,4,0,0,0,0  
8 52 4 C=0,5,0,0,0,0 I=0,4,0,0,0,0

FRAME

NM=12 NL=8 Z=-1

C PROPERTI ELEMEN

C ELEMEN KOLOM

1 SH=W14X426 W=0.0355 E=29000 FY=36 :KOL.TEPI LANTAI 1-4 (W14X426)  
2 SH=W14X500 W=0.0417 E=29000 FY=36 :KOL.TENGAH LANTAI 1-4 (W14X500)  
3 SH=W14X370 W=0.0308 E=29000 FY=36 :KOL.TEPI LANTAI 5-8 (W14X370)  
4 SH=W14X398 W=0.0332 E=29000 FY=36 :KOL.TENGAH LANTAI 5-8 (W14X398)  
5 SH=W14X283 W=0.0236 E=29000 FY=36 :KOL.TEPI LANTAI 9-A (W14X283)  
6 SH=W14X342 W=0.0285 E=29000 FY=36 :KOL.TENGAH LANTAI 9-A (W14X342)

C ELEMEN BALOK

7 SH=W14X74 W=0.0062 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 314.96 INCHI (W14X74)  
8 SH=W14X74 W=0.0062 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 255.91 INCHI (W14X74)  
9 SH=W14X61 W=0.0051 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 314.96 INCHI (W14X61)  
10 SH=W14X61 W=0.0051 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 255.91 INCHI (W14X61)  
11 SH=W14X53 W=0.0044 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 314.96 INCHI (W14X53)  
12 SH=W14X53 W=0.0044 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 255.91 INCHI (W14X53)

C BEBAN HIDUP ATAP

1 WG=0.00,0.00,-0.013433 : BALOK ATAP EXTERIOR (L)  
2 WG=0.00,0.00,-0.010914 : BALOK ATAP INTERIOR (L)

C BEBAN HIDUP LANTAI

3 WG=0.00,0.00,-0.022390 : BALOK LANTAI EXTERIOR (L)  
4 WG=0.00,0.00,-0.018192 : BALOK LANTAI INTERIOR (L)

C BEBAN MATI ATAP

5 WG=0.00,0.00,-0.112824 : BALOK ATAP EXTERIOR (D)  
6 WG=0.00,0.00,-0.091669 : BALOK ATAP INTERIOR (D)

C BEBAN MATI LANTAI

7 WG=0.00,0.00,-0.199511 : BALOK LANTAI EXTERIOR (D)  
8 WG=0.00,0.00,-0.170633 : BALOK LANTAI INTERIOR (D)

C KOLOM

1,1,5 M=1 G=3,1,4,4 LP=3,0 : KOLOM EXTERIOR LT.1-4  
5,17,21 M=3 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.5-8  
9,33,37 M=5 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.9-A  
13,2,6 M=2 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.1-4  
17,18,22 M=4 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.5-8  
21,34,38 M=6 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.9-A  
25,3,7 M=2 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.1-4  
29,19,23 M=4 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.5-8  
33,35,39 M=6 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.9-A

37,4,8 M=1 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.1-4  
 41,20,24 M=3 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.5-8  
 45,36,40 M=5 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.9-A

C BALOK

49,5,6 M=7 NSL=7,3,0,0 G=3,1,4,4 LP=3,0 : BALOK EXTERIOR LT.1-4  
 53,21,22 M=9 NSL=7,3,0,0 G=3,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.5-8  
 57,37,38 M=11 NSL=7,3,0,0 G=2,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.9-11  
 60,49,50 M=11 NSL=0,0,5,1 : BALOK EXTERIOR ATAP  
 61,6,7 M=8 NSL=8,4,0,0 G=3,1,4,4 : BALOK INTERIOR LT.1-4  
 65,22,23 M=10 NSL=8,4,0,0 G=3,1,4,4 : BALOK INTERIOR LT.5-8  
 69,38,39 M=12 NSL=8,4,0,0 G=2,1,4,4 : BALOK INTERIOR LT.9-11  
 72,50,51 M=12 NSL=0,0,6,2 : BALOK INTERIOR ATAP  
 73,7,8 M=7 NSL=7,3,0,0 G=3,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.1-4  
 77,23,24 M=9 NSL=7,3,0,0 G=3,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.5-8  
 81,39,40 M=11 NSL=7,3,0,0 G=2,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.9-11  
 84,51,52 M=11 NSL=0,0,5,1 : BALOK EXTERIOR ATAP

:

LOADS

C BEBAN TITIK

5 45 4 L=2 F=0,0,-3.525977 : BEBAN HIDUP  
 49 L=2 F=0,0,-2.115445  
 8 48 4 L=2 F=0,0,-3.525977 : BEBAN HIDUP  
 52 L=2 F=0,0,-2.115445  
 6 46 4 L=2 F=0,0,-6.879260 : BEBAN HIDUP  
 50 L=2 F=0,0,-4.127270  
 7 47 4 L=2 F=0,0,-6.879260 : BEBAN HIDUP  
 51 L=2 F=0,0,-4.127270  
 5 45 4 L=1 F=0,0,-38.58396 : BEBAN MATI  
 49 L=1 F=0,0,-17.76745  
 8 48 4 L=1 F=0,0,-38.58396 : BEBAN MATI  
 52 L=1 F=0,0,-17.76745  
 6 46 4 L=1 F=0,0,-61.64987 : BEBAN MATI  
 50 L=1 F=0,0,-34.66461  
 7 47 4 L=1 F=0,0,-61.64987 : BEBAN MATI  
 51 L=1 F=0,0,-34.66461

:

COMBO

1 C=1,4,0,1,4,0  
 2 C=1,2,1,6,1,2,0,5  
 3 C=1,2,0,5,1,2,1,6  
 4 C=1,2,0,5,1,2,0,5  
 5 C=1,2,0,5,1,2,0  
 6 C=0,9,0,0,9,0

PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)  
C METODE PEMBESARAN MOMEN  
C Mencari Nilai B2 DAN Mr1  
C SATUAN KIP - INCHI

SYSTEM

L=2

:

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0
2		Y=314.96	
3		Y=570.87	
4		Y=885.83	
5	X=0	Y=0	Z=157.48
6		Y=314.96	
7		Y=570.87	
8		Y=885.83	
9	X=0	Y=0	Z=285.43
10		Y=314.96	
11		Y=570.87	
12		Y=885.83	
13	X=0	Y=0	Z=413.39
14		Y=314.96	
15		Y=570.87	
16		Y=885.83	
17	X=0	Y=0	Z=541.34
18		Y=314.96	
19		Y=570.87	
20		Y=885.83	
21	X=0	Y=0	Z=669.29
22		Y=314.96	
23		Y=570.87	
24		Y=885.83	
25	X=0	Y=0	Z=797.24
26		Y=314.96	
27		Y=570.87	
28		Y=885.83	
29	X=0	Y=0	Z=925.20
30		Y=314.96	
31		Y=570.87	
32		Y=885.83	
33	X=0	Y=0	Z=1053.15
34		Y=314.96	
35		Y=570.87	
36		Y=885.83	
37	X=0	Y=0	Z=1181.10
38		Y=314.96	
39		Y=570.87	
40		Y=885.83	
41	X=0	Y=0	Z=1309.05
42		Y=314.96	
43		Y=570.87	
44		Y=885.83	
45	X=0	Y=0	Z=1437.01
46		Y=314.96	

47 Y=570.87  
 48 Y=885.83  
 49 X=0 Y=0 Z=1564.96  
 50 Y=314.96  
 51 Y=570.87  
 52 Y=885.83

RESTRAINTS

1,4,1 R=1,1,1,1,1,1  
 5,52,1 R=1,0,0,0,1,1

FRAME

NM=12

C PROPERTI ELEMEN

C ELEMEN KOLOM

1 SH=W14X426 E=29000 FY=36 :KOL.TEPI LANTAI 1-4 (W14X426)  
 2 SH=W14X500 E=29000 FY=36 :KOL.TENGAH LANTAI 1-4 (W14X500)  
 3 SH=W14X370 E=29000 FY=36 :KOL.TEPI LANTAI 5-8 (W14X370)  
 4 SH=W14X398 E=29000 FY=36 :KOL.TENGAH LANTAI 5-8 (W14X398)  
 5 SH=W14X283 E=29000 FY=36 :KOL.TEPI LANTAI 9-A (W14X283)  
 6 SH=W14X342 E=29000 FY=36 :KOL.TENGAH LANTAI 9-A (W14X342)

C ELEMEN BALOK

7 SH=W14X74 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 314.96 INCHI (W14X74)  
 8 SH=W14X74 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 255.91 INCHI (W14X74)  
 9 SH=W14X61 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 314.96 INCHI (W14X61)  
 10 SH=W14X61 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 255.91 INCHI (W14X61)  
 11 SH=W14X53 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 314.96 INCHI (W14X53)  
 12 SH=W14X53 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 255.91 INCHI (W14X53)

C KOLOM

1,1,5 M=1 G=3,1,4,4 LP=3,0 : KOLOM EXTERIOR LT.1-4  
 5,17,21 M=3 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.5-8  
 9,33,37 M=5 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.9-A  
 13,2,6 M=2 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.1-4  
 17,18,22 M=4 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.5-8  
 21,34,38 M=6 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.9-A  
 25,3,7 M=2 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.1-4  
 29,19,23 M=4 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.5-8  
 33,35,39 M=6 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.9-A  
 37,4,8 M=1 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.1-4  
 41,20,24 M=3 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.5-8  
 45,36,40 M=5 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.9-A

C BALOK

49,5,6 M=7 G=3,1,4,4 LP=3,0 : BALOK EXTERIOR LT.1-4  
 53,21,22 M=9 G=3,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.5-8  
 57,37,38 M=11 G=2,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.9-11  
 60,49,50 M=11 : BALOK EXTERIOR ATAP  
 61,6,7 M=8 G=3,1,4,4 : BALOK INTERIOR LT.1-4  
 65,22,23 M=10 G=3,1,4,4 : BALOK INTERIOR LT.5-8  
 69,38,39 M=12 G=2,1,4,4 : BALOK INTERIOR LT.9-11  
 72,50,51 M=12 : BALOK INTERIOR ATAP  
 73,7,8 M=7 G=3,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.1-4  
 77,23,24 M=9 G=3,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.5-8  
 81,39,40 M=11 G=2,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.9-11  
 84,51,52 M=11 : BALOK EXTERIOR ATAP



LOADS

C BEBAN GEMPA ARAH KANAN

5 L=1 F=0,2.03910,0  
9 L=1 F=0,3.69588,0  
13 L=1 F=0,5.35265,0  
17 L=1 F=0,7.00942,0  
21 L=1 F=0,8.59262,0  
25 L=1 F=0,10.23533,0  
29 L=1 F=0,11.87804,0  
33 L=1 F=0,13.52075,0  
37 L=1 F=0,15.08354,0  
41 L=1 F=0,16.71759,0  
45 L=1 F=0,18.35164,0  
49 L=1 F=0,12.89385,0

C BEBAN GEMPA ARAH KIRI

8 L=2 F=0,-2.03910,0  
12 L=2 F=0,-3.69588,0  
16 L=2 F=0,-5.35265,0  
20 L=2 F=0,-7.00942,0  
24 L=2 F=0,-8.59262,0  
28 L=2 F=0,-10.23533,0  
32 L=2 F=0,-11.87804,0  
36 L=2 F=0,-13.52075,0  
40 L=2 F=0,-15.08354,0  
44 L=2 F=0,-16.71759,0  
48 L=2 F=0,-18.35164,0  
52 L=2 F=0,-12.89385,0

:

COMBO

1 C=1.5,0  
2 C=0,1.5  
3 C=-1.5,0  
4 C=0,-1.5

PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)  
C T RAYLEIGH  
C MENCARI NILAI DISPLACEMENT  
C SATUAN KIP - INCHI

SYSTEM

L=1

:

JOINTS

1	X=0	Y=0	Z=0
2		Y=314.96	
3		Y=570.87	
4		Y=885.83	
5	X=0	Y=0	Z=157.48
6		Y=314.96	
7		Y=570.87	
8		Y=885.83	
9	X=0	Y=0	Z=285.43
10		Y=314.96	
11		Y=570.87	
12		Y=885.83	
13	X=0	Y=0	Z=413.39
14		Y=314.96	
15		Y=570.87	
16		Y=885.83	
17	X=0	Y=0	Z=541.34
18		Y=314.96	
19		Y=570.87	
20		Y=885.83	
21	X=0	Y=0	Z=669.29
22		Y=314.96	
23		Y=570.87	
24		Y=885.83	
25	X=0	Y=0	Z=797.24
26		Y=314.96	
27		Y=570.87	
28		Y=885.83	
29	X=0	Y=0	Z=925.20
30		Y=314.96	
31		Y=570.87	
32		Y=885.83	
33	X=0	Y=0	Z=1053.15
34		Y=314.96	
35		Y=570.87	
36		Y=885.83	
37	X=0	Y=0	Z=1181.10
38		Y=314.96	
39		Y=570.87	
40		Y=885.83	
41	X=0	Y=0	Z=1309.05
42		Y=314.96	
43		Y=570.87	
44		Y=885.83	
45	X=0	Y=0	Z=1437.01
46		Y=314.96	

47 Y=570.87  
 48 Y=885.83  
 49 X=0 Y=0 Z=1564.96  
 50 Y=314.96  
 51 Y=570.87  
 52 Y=885.83

RESTRAINTS

1,4,1 R=1,1,1,1,1  
 5,5,2,1 R=1,0,0,0,1,1

FRAME

NM=12 z=-1

C PROFERTI ELEMEN

C ELEMEN KOLOM

1 SH=W14X426 W=0.0355 E=29000 FY=36 :KOL.TEPI LANTAI 1-4 (W14X426)  
 2 SH=W14X500 W=0.0417 E=29000 FY=36 :KOL.TENGAH LANTAI 1-4 (W14X500)  
 3 SH=W14X370 W=0.0308 E=29000 FY=36 :KOL.TEPI LANTAI 5-8 (W14X370)  
 4 SH=W14X398 W=0.0332 E=29000 FY=36 :KOL.TENGAH LANTAI 5-8 (W14X398)  
 5 SH=W14X283 W=0.0236 E=29000 FY=36 :KOL.TEPI LANTAI 9-A (W14X283)  
 6 SH=W14X342 W=0.0285 E=29000 FY=36 :KOL.TENGAH LANTAI 9-A (W14X342)

C ELEMEN BALOK

7 SH=W14X74 W=0.0062 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 314.96 INCHI (W14X74)  
 8 SH=W14X74 W=0.0062 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 255.91 INCHI (W14X74)  
 9 SH=W14X61 W=0.0051 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 314.96 INCHI (W14X61)  
 10 SH=W14X61 W=0.0051 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 255.91 INCHI (W14X61)  
 11 SH=W14X53 W=0.0044 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 314.96 INCHI (W14X53)  
 12 SH=W14X53 W=0.0044 E=29000 FY=36 :BLK. BENTANG 255.91 INCHI (W14X53)

C KOLOM

1,1,5 M=1 G=3,1,4,4 LP=3,0 : KOLOM EXTERIOR LT.1-4  
 5,17,21 M=3 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.5-8  
 9,33,37 M=5 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.9-A  
 13,2,6 M=2 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.1-4  
 17,18,22 M=4 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.5-8  
 21,34,38 M=6 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.9-A  
 25,3,7 M=2 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.1-4  
 29,19,23 M=4 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.5-8  
 33,35,39 M=6 G=3,1,4,4 : KOLOM INTERIOR LT.9-A  
 37,4,8 M=1 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.1-4  
 41,20,24 M=3 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.5-8  
 45,36,40 M=5 G=3,1,4,4 : KOLOM EXTERIOR LT.9-A

C BALOK

49,5,6 M=7 G=3,1,4,4 LP=3,0 : BALOK EXTERIOR LT.1-4  
 53,21,22 M=9 G=3,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.5-8  
 57,37,38 M=11 G=2,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT9-11  
 60,49,50 M=11 : BALOK EXTERIOR ATAP  
 61,6,7 M=8 G=3,1,4,4 : BALOK INTERIOR LT.1-4  
 65,22,23 M=10 G=3,1,4,4 : BALOK INTERIOR LT.5-8  
 69,38,39 M=12 G=2,1,4,4 : BALOK INTERIOR LT9-11  
 72,50,51 M=12 : BALOK INTERIOR ATAP  
 73,7,8 M=7 G=3,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.1-4  
 77,23,24 M=9 G=3,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT.5-8  
 81,39,40 M=11 G=2,1,4,4 : BALOK EXTERIOR LT9-11  
 84,51,52 M=11 : BALOK EXTERIOR ATAP

# LAMPIRAN 3

PROGRAM:SAP90/FILE:gempa.SOL  
PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

JOINT DISPLACEMENTS  
LOAD COMBINATION 1 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(Y)	U(Z)	R(X)
1	.000000	.000000	.000000
2	.000000	.000000	.000000
3	.000000	.000000	.000000
4	.000000	.000000	.000000
5	.457017	.006883	-.004767
6	.458171	.002672	-.004625
7	.457627	-.002679	-.004620
8	.455095	-.006875	-.004751
9	1.219233	.012031	-.006499
10	1.217965	.004669	-.006328
11	1.216858	-.004681	-.006324
12	1.215384	-.012018	-.006485
13	2.140810	.016574	-.007315
14	2.138514	.006428	-.007133
15	2.136901	-.006444	-.007129
16	2.135228	-.016556	-.007302
17	3.135990	.020434	-.007717
18	3.130565	.007919	-.007456
19	3.128348	-.007938	-.007451
20	3.128362	-.020412	-.007697
21	4.181573	.024040	-.007987
22	4.175314	.009443	-.007744
23	4.172232	-.009465	-.007738
24	4.170858	-.024015	-.007965
25	5.223411	.026962	-.007719
26	5.215989	.010676	-.007479
27	5.212205	-.010700	-.007474
28	5.210305	-.026935	-.007702
29	6.205909	.029224	-.007131
30	6.197420	.011628	-.006914
31	6.193046	-.011653	-.006909
32	6.190766	-.029195	-.007115
33	7.099810	.030876	-.006424
34	7.089192	.012322	-.006187
35	7.084068	-.012347	-.006180
36	7.082142	-.030847	-.006399
37	7.891714	.032322	-.005459
38	7.878370	.012862	-.005311
39	7.872070	-.012885	-.005303
40	7.869866	-.032295	-.005429
41	8.540892	.033251	-.004307
42	8.526369	.013205	-.004188
43	8.519132	-.013226	-.004183
44	8.515892	-.033227	-.004288
45	9.033644	.033772	-.003151
46	9.019218	.013397	-.003094
47	9.011848	-.013414	-.003100
48	9.007861	-.033753	-.003173

49	9.391712	.033995	-.002425
50	9.378675	.013476	-.002302
51	9.372952	-.013490	-.002315
52	9.372087	-.033980	-.002480

JOINT DISPLACEMENTS  
LOAD COMBINATION 2 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(Y)	U(Z)	R(X)
1	.000000	.000000	.000000
2	.000000	.000000	.000000
3	.000000	.000000	.000000
4	.000000	.000000	.000000
5	-.455095	-.006875	.004751
6	-.457627	-.002679	.004620
7	-.458171	.002672	.004625
8	-.457017	.006883	.004767
9	-1.215384	-.012018	.006485
10	-1.216858	-.004681	.006324
11	-1.217965	.004669	.006328
12	-1.219233	.012031	.006499
13	-2.135228	-.016556	.007302
14	-2.136901	-.006444	.007129
15	-2.138514	.006428	.007133
16	-2.140810	.016574	.007315
17	-3.128362	-.020412	.007697
18	-3.128348	-.007938	.007451
19	-3.130565	.007919	.007456
20	-3.135990	.020434	.007717
21	-4.170858	-.024015	.007965
22	-4.172232	-.009465	.007738
23	-4.175314	.009443	.007744
24	-4.181573	.024040	.007987
25	-5.210305	-.026935	.007702
26	-5.212205	-.010700	.007474
27	-5.215989	.010676	.007479
28	-5.223411	.026962	.007719
29	-6.190766	-.029195	.007115
30	-6.193046	-.011653	.006909
31	-6.197420	.011628	.006914
32	-6.205909	.029224	.007131
33	-7.082142	-.030847	.006399
34	-7.084068	-.012347	.006180
35	-7.089192	.012322	.006187
36	-7.099810	.030876	.006424
37	-7.869866	-.032295	.005429
38	-7.872070	-.012885	.005303
39	-7.878370	.012862	.005311
40	-7.891714	.032322	.005459
41	-8.515892	-.033227	.004288
42	-8.519132	-.013226	.004183
43	-8.526369	.013205	.004188
44	-8.540892	.033251	.004307
45	-9.007861	-.033753	.003173

46	-9.011848	-.013414	.003100
47	-9.019218	.013397	.003094
48	-9.033644	.033772	.003151
49	-9.372087	-.033980	.002480
50	-9.372952	-.013490	.002315
51	-9.378675	.013476	.002302
52	-9.391712	.033995	.002425

JOINT DISPLACEMENTS  
LOAD COMBINATION 3 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(Y)	U(Z)	R(X)
1	.000000	.000000	.000000
2	.000000	.000000	.000000
3	.000000	.000000	.000000
4	.000000	.000000	.000000
5	-.457017	-.006883	.004767
6	-.458171	-.002672	.004625
7	-.457627	.002679	.004620
8	-.455095	.006875	.004751
9	-1.219233	-.012031	.006499
10	-1.217965	-.004669	.006328
11	-1.216858	.004681	.006324
12	-1.215384	.012018	.006485
13	-2.140810	-.016574	.007315
14	-2.138514	-.006428	.007133
15	-2.136901	.006444	.007129
16	-2.135228	.016556	.007302
17	-3.135990	-.020434	.007717
18	-3.130565	-.007919	.007456
19	-3.128348	.007938	.007451
20	-3.128362	.020412	.007697
21	-4.181573	-.024040	.007987
22	-4.175314	-.009443	.007744
23	-4.172232	.009465	.007738
24	-4.170858	.024015	.007965
25	-5.223411	-.026962	.007719
26	-5.215989	-.010676	.007479
27	-5.212205	.010700	.007474
28	-5.210305	.026935	.007702
29	-6.205909	-.029224	.007131
30	-6.197420	-.011628	.006914
31	-6.193046	.011653	.006909
32	-6.190766	.029195	.007115
33	-7.099810	-.030876	.006424
34	-7.089192	-.012322	.006187
35	-7.084068	.012347	.006180
36	-7.082142	.030847	.006399
37	-7.891714	-.032322	.005459
38	-7.878370	-.012862	.005311
39	-7.872070	.012885	.005303
40	-7.869866	.032295	.005429
41	-8.540892	-.033251	.004307
42	-8.526369	-.013205	.004188

43	-8.519132	.013226	.004183
44	-8.515892	.033227	.004288
45	-9.033644	-.033772	.003151
46	-9.019218	-.013397	.003094
47	-9.011848	.013414	.003100
48	-9.007861	.033753	.003173
49	-9.391712	-.033995	.002425
50	-9.378675	-.013476	.002302
51	-9.372952	.013490	.002315
52	-9.372087	.033980	.002480

JOINT DISPLACEMENTS  
LOAD COMBINATION 4 - DISPLACEMENTS "U" AND ROTATIONS "R"

JOINT	U(Y)	U(Z)	R(X)
1	.000000	.000000	.000000
2	.000000	.000000	.000000
3	.000000	.000000	.000000
4	.000000	.000000	.000000
5	.455095	.006875	-.004751
6	.457627	.002679	-.004620
7	.458171	-.002672	-.004625
8	.457017	-.006883	-.004767
9	1.215384	.012018	-.006485
10	1.216858	.004681	-.006324
11	1.217965	-.004669	-.006328
12	1.219233	-.012031	-.006499
13	2.135228	.016556	-.007302
14	2.136901	.006444	-.007129
15	2.138514	-.006428	-.007133
16	2.140810	-.016574	-.007315
17	3.128362	.020412	-.007697
18	3.128348	.007938	-.007451
19	3.130565	-.007919	-.007456
20	3.135990	-.020434	-.007717
21	4.170858	.024015	-.007965
22	4.172232	.009465	-.007738
23	4.175314	-.009443	-.007744
24	4.181573	-.024040	-.007987
25	5.210305	.026935	-.007702
26	5.212205	.010700	-.007474
27	5.215989	-.010676	-.007479
28	5.223411	-.026962	-.007719
29	6.190766	.029195	-.007115
30	6.193046	.011653	-.006909
31	6.197420	-.011628	-.006914
32	6.205909	-.029224	-.007131
33	7.082142	.030847	-.006399
34	7.084068	.012347	-.006180
35	7.089192	-.012322	-.006187
36	7.099810	-.030876	-.006424
37	7.869866	.032295	-.005429
38	7.872070	.012885	-.005303
39	7.878370	-.012862	-.005311



40	7.891714	-.032322	-.005459
41	8.515892	.033227	-.004288
42	8.519132	.013226	-.004183
43	8.526369	-.013205	-.004188
44	8.540892	-.033251	-.004307
45	9.007861	.033753	-.003173
46	9.011848	.013414	-.003100
47	9.019218	-.013397	-.003094
48	9.033644	-.033772	-.003151
49	9.372087	.033980	-.002480
50	9.372952	.013490	-.002315
51	9.378675	-.013476	-.002302
52	9.391712	-.033995	-.002425

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
1 -----								
	1	-1207.98						
			.0	-10.64	561.84			
			157.5	-10.64	-1114.43			
	2	-1164.69						
			.0	-10.45	551.52			
			157.5	-10.45	-1094.04			
	3	-1078.85						
			.0	-9.54	503.46			
			157.5	-9.54	-998.64			
	4	-1076.53						
			.0	-9.54	503.44			
			157.5	-9.54	-998.61			
	5	-917.04						
			.0	29.27	-8346.60			
			157.5	29.27	-3736.65			
	6	-1233.74						
			.0	-48.03	9308.86			
			157.5	-48.03	1745.64			
	7	-935.00						
			.0	-45.65	9211.21			
			157.5	-45.65	2021.63			
	8	-618.30						
			.0	31.65	-8444.25			
			157.5	31.65	-3460.67			
2 -----								
	1	-1101.55						
			.0	-18.60	1238.97			
			127.9	-18.60	-1141.47			
	2	-1062.18						
			.0	-18.27	1216.66			
			127.9	-18.27	-1121.01			
	3	-984.09						
			.0	-16.67	1110.35			
			127.9	-16.67	-1023.03			
	4	-981.78						
			.0	-16.67	1110.32			
			127.9	-16.67	-1022.98			
	5	-834.87						
			.0	16.77	-3619.62			
			127.9	16.77	-1474.53			
	6	-1126.43						
			.0	-50.08	5841.34			
			127.9	-50.08	-566.21			
	7	-854.00						
			.0	-45.40	5526.40			
			127.9	-45.40	-282.24			
	8	-562.43						
			.0	21.45	-3934.56			
			127.9	21.45	-1190.56			
3 -----								
	1	-995.71						
			.0	-19.02	1237.16			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
			128.0	-19.02	-1196.46			
2	-960.16		.0	-18.68	1214.92			
			128.0	-18.68	-1175.10			
3	-889.85		.0	-17.05	1108.73			
			128.0	-17.05	-1072.36			
4	-887.53		.0	-17.04	1108.72			
			128.0	-17.04	-1072.30			
5	-757.79		.0	13.39	-2059.33			
			128.0	13.39	-345.40			
6	-1015.04		.0	-47.49	4277.51			
			128.0	-47.49	-1799.52			
7	-768.79		.0	-42.66	3963.35			
			128.0	-42.66	-1496.01			
8	-511.55		.0	18.22	-2373.50			
			128.0	18.22	-41.90			
4	-----							
	1	-889.75	.0	-19.25	1204.05			
			127.9	-19.25	-1259.27			
	2	-858.01	.0	-18.91	1182.72			
			127.9	-18.91	-1236.98			
	3	-795.48	.0	-17.26	1079.23			
			127.9	-17.26	-1128.75			
	4	-793.17	.0	-17.26	1079.15			
			127.9	-17.26	-1128.66			
	5	-682.75	.0	9.76	-1250.62			
			127.9	9.76	-1.46			
	6	-901.37	.0	-44.34	3404.10			
			127.9	-44.34	-2269.75			
	7	-681.34	.0	-39.39	3103.76			
			127.9	-39.39	-1936.68			
	8	-462.73	.0	14.71	-1550.96			
			127.9	14.71	331.61			
5	-----							
	1	-784.11	.0	-18.41	1153.19			
			128.0	-18.41	-1202.95			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
	2	-756.13	.0	-18.10	1132.97			
			128.0	-18.10	-1182.39			
	3	-701.39	.0	-16.51	1033.74			
			128.0	-16.51	-1078.50			
	4	-699.08	.0	-16.51	1033.64			
			128.0	-16.51	-1078.41			
	5	-608.94	.0	10.89	-1051.82			
			128.0	10.89	341.08			
	6	-787.04	.0	-43.62	3098.70			
			128.0	-43.62	-2482.87			
	7	-593.16	.0	-39.23	2826.75			
			128.0	-39.23	-2192.78			
	8	-415.06	.0	15.28	-1323.76			
			128.0	15.28	631.17			
6	-----							
	1	-679.10	.0	-18.84	1204.90			
			127.9	-18.84	-1205.20			
	2	-654.78	.0	-18.52	1184.49			
			127.9	-18.52	-1184.76			
	3	-607.84	.0	-16.89	1080.33			
			127.9	-16.89	-1080.60			
	4	-605.52	.0	-16.89	1080.22			
			127.9	-16.89	-1080.48			
	5	-532.29	.0	7.93	-176.55			
			127.9	7.93	838.62			
	6	-676.61	.0	-41.74	2346.18			
			127.9	-41.74	-2994.20			
	7	-508.75	.0	-36.93	2031.30			
			127.9	-36.93	-2693.82			
	8	-364.43	.0	12.74	-491.43			
			127.9	12.74	1139.00			
7	-----							
	1	-574.00	.0	-19.07	1217.35			
			128.0	-19.07	-1222.85			
	2	-553.34	.0	-18.75	1196.78			
			128.0	-18.75	-1202.14			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ	
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT		
	3	-514.20							
			.0	-17.10	1091.55				
			128.0	-17.10	-1096.55				
	4	-511.89							
			.0	-17.10	1091.40				
			128.0	-17.10	-1096.34				
	5	-454.97							
			.0	4.60	427.14				
			128.0	4.60	1016.28				
	6	-566.68							
			.0	-38.82	1756.67				
			128.0	-38.82	-3210.17				
	7	-424.87							
			.0	-33.96	1446.78				
			128.0	-33.96	-2898.64				
	8	-313.15							
			.0	9.46	117.25				
			128.0	9.46	1327.82				
8	-----								
	1	-468.82							
			.0	-19.72	1211.58				
			127.9	-19.72	-1311.51				
	2	-451.82							
			.0	-19.39	1191.25				
			127.9	-19.39	-1289.26				
	3	-420.49							
			.0	-17.68	1086.37				
			127.9	-17.68	-1176.23				
	4	-418.18							
			.0	-17.68	1086.26				
			127.9	-17.68	-1175.87				
	5	-376.32							
			.0	.20	814.38				
			127.9	.20	839.40				
	6	-457.94							
			.0	-35.64	1352.48				
			127.9	-35.64	-3207.78				
	7	-342.19							
			.0	-30.55	1050.71				
			127.9	-30.55	-2858.22				
	8	-260.58							
			.0	5.29	512.61				
			127.9	5.29	1188.96				
9	-----								
	1	-364.25							
			.0	-18.22	1125.22				
			128.0	-18.22	-1205.49				
	2	-350.82							
			.0	-17.92	1106.54				
			128.0	-17.92	-1185.95				
	3	-327.31							
			.0	-16.33	1008.83				

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
			128.0	-16.33	-1080.65			
4	-325.00		.0	-16.33	1008.86			
			128.0	-16.33	-1080.91			
5	-296.65		.0	-1.24	863.48			
			128.0	-1.24	724.81			
6	-351.29		.0	-31.12	1110.75			
			128.0	-31.12	-2871.41			
7	-261.47		.0	-26.80	848.75			
			128.0	-26.80	-2580.79			
8	-206.82		.0	3.08	621.48			
			128.0	3.08	1015.42			
-----								
10								
	1	-260.56	.0	-18.92	1211.59			
			128.0	-18.92	-1208.79			
	2	-250.58	.0	-18.63	1191.26			
			128.0	-18.63	-1192.37			
	3	-234.87	.0	-16.94	1087.07			
			128.0	-16.94	-1080.14			
	4	-232.57	.0	-16.96	1086.44			
			128.0	-16.96	-1083.80			
	5	-214.00	.0	-5.34	1344.51			
			128.0	-5.34	661.63			
	6	-249.12	.0	-28.60	836.66			
			128.0	-28.60	-2822.14			
	7	-185.03	.0	-23.80	520.51			
			128.0	-23.80	-2524.16			
	8	-149.91	.0	-.54	1028.36			
			128.0	-.54	959.60			
-----								
11								
	1	-156.84	.0	-19.72	1212.59			
			128.0	-19.72	-1310.72			
	2	-150.32	.0	-19.38	1188.61			
			128.0	-19.38	-1290.89			
	3	-142.41	.0	-17.71	1092.09			
			128.0	-17.71	-1173.94			
	4	-140.12	.0	-17.66	1087.45			

PROGRAM: SAP90/FILE: model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			128.0	-17.68	-1175.35			
5	-129.23		.0	-10.25	1616.09			
			128.0	-10.25	304.19			
6	-149.00		.0	-24.64	560.91			
			128.0	-24.64	-2592.23			
7	-110.67		.0	-20.10	248.78			
			128.0	-20.10	-2322.78			
8	-90.90		.0	-5.71	1303.96			
			128.0	-5.71	573.64			
-----								
12								
	1	-53.17	.0	-19.39	1100.94			
			128.0	-19.39	-1379.74			
	2	-50.11	.0	-18.23	1080.37			
			128.0	-18.23	-1252.03			
	3	-50.00	.0	-18.31	989.87			
			128.0	-18.31	-1352.58			
	4	-47.71	.0	-17.40	987.22			
			128.0	-17.40	-1239.62			
	5	-42.44	.0	-16.38	1578.60			
			128.0	-16.38	-517.09			
	6	-50.95	.0	-18.24	462.14			
			128.0	-18.24	-1871.24			
	7	-38.41	.0	-13.08	115.16			
			128.0	-13.08	-1558.16			
	8	-29.90	.0	-11.22	1231.62			
			128.0	-11.22	-204.01			
-----								
13								
	1	-1951.26	.0	3.40	-147.07			
			157.5	3.40	388.99			
	2	-1904.25	.0	3.37	-146.01			
			157.5	3.37	385.45			
	3	-1750.02	.0	3.06	-132.28			
			157.5	3.06	349.65			
	4	-1746.14	.0	3.06	-132.29			
			157.5	3.06	349.67			
	5	-1672.05	.0	58.50	-11489.48			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			157.5	58.50	-2277.27			
6	-1816.90		.0	-52.26	11208.98			
			157.5	-52.26	2979.36			
7	-1326.72		.0	-53.25	11262.63			
			157.5	-53.25	2877.01			
8	-1181.87		.0	57.51	-11435.83			
			157.5	57.51	-2379.62			
-----								
14								
1	-1779.56		.0	8.76	-608.55			
			127.9	8.76	512.55			
2	-1736.70		.0	8.67	-601.90			
			127.9	8.67	507.00			
3	-1596.48		.0	7.87	-546.66			
			127.9	7.87	460.42			
4	-1592.60		.0	7.87	-546.69			
			127.9	7.87	460.46			
5	-1524.30		.0	66.97	-7495.85			
			127.9	66.97	1072.55			
6	-1657.54		.0	-51.19	6400.96			
			127.9	-51.19	-148.37			
7	-1210.55		.0	-53.46	6557.92			
			127.9	-53.46	-282.57			
8	-1077.30		.0	64.69	-7338.89			
			127.9	64.69	938.34			
-----								
15								
1	-1608.85		.0	7.46	-472.97			
			128.0	7.46	481.83			
2	-1570.03		.0	7.38	-468.13			
			128.0	7.38	476.66			
3	-1443.80		.0	6.70	-424.93			
			128.0	6.70	432.81			
4	-1439.92		.0	6.70	-424.99			
			128.0	6.70	432.88			
5	-1379.56		.0	65.99	-5717.42			
			128.0	65.99	2726.82			
6	-1496.89		.0	-52.58	4866.94			



PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
			128.0	-52.58	-1860.67			
	7	-1092.87	.0	-54.49	4988.36			
			128.0	-54.49	-1984.17			
	8	-975.53	.0	64.08	-5596.01			
			128.0	64.08	2603.33			
16	1	-1438.28	.0	7.85	-483.04			
			127.9	7.85	521.00			
	2	-1403.49	.0	7.76	-477.76			
			127.9	7.76	515.14			
	3	-1291.24	.0	7.05	-433.85			
			127.9	7.05	467.87			
	4	-1287.36	.0	7.05	-433.92			
			127.9	7.05	467.97			
	5	-1235.94	.0	65.71	-4787.74			
			127.9	65.71	3620.20			
	6	-1335.36	.0	-51.60	3916.51			
			127.9	-51.60	-2686.26			
	7	-974.26	.0	-53.62	4043.26			
			127.9	-53.62	-2817.25			
	8	-874.84	.0	63.70	-4660.99			
			127.9	63.70	3489.20			
17	1	-1268.56	.0	6.95	-425.87			
			128.0	6.95	463.53			
	2	-1237.69	.0	6.88	-421.24			
			128.0	6.88	458.72			
	3	-1139.41	.0	6.24	-382.47			
			128.0	6.24	416.38			
	4	-1135.53	.0	6.24	-382.56			
			128.0	6.24	416.47			
	5	-1093.35	.0	59.50	-4181.24			
			128.0	59.50	3431.25			
	6	-1174.27	.0	-46.90	3403.75			
			128.0	-46.90	-2592.73			
	7	-855.92	.0	-48.78	3524.87			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
			128.0	-48.78	-2716.75			
	8	-775.00	.0	57.62	-4065.13			
			128.0	57.62	3307.23			
18								
	1	-1100.07	.0	7.35	-474.88			
			127.9	7.35	465.00			
	2	-1072.96	.0	7.27	-469.99			
			127.9	7.27	460.15			
	3	-988.65	.0	6.60	-426.56			
			127.9	6.60	417.65			
	4	-984.77	.0	6.60	-426.68			
			127.9	6.60	417.78			
	5	-950.31	.0	55.78	-3212.06			
			127.9	55.78	3925.55			
	6	-1015.75	.0	-42.56	2359.44			
			127.9	-42.56	-3086.71			
	7	-739.88	.0	-44.46	2480.05			
			127.9	-44.46	-3208.79			
	8	-674.45	.0	53.89	-3091.44			
			127.9	53.89	3803.47			
19								
	1	-931.68	.0	7.09	-459.66			
			128.0	7.09	448.05			
	2	-908.33	.0	7.02	-454.84			
			128.0	7.02	443.41			
	3	-837.97	.0	6.37	-412.82			
			128.0	6.37	402.37			
	4	-834.09	.0	6.37	-412.96			
			128.0	6.37	402.54			
	5	-807.07	.0	51.00	-2499.85			
			128.0	51.00	4026.09			
	6	-857.61	.0	-38.25	1673.53			
			128.0	-38.25	-3220.76			
	7	-624.19	.0	-40.07	1791.33			
			128.0	-40.07	-3335.43			
	8	-573.66	.0	49.18	-2382.05			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
			128.0	49.18	3911.42			
20			-----					
	1	-763.36	.0	7.47	-465.59			
			127.9	7.47	489.70			
	2	-743.76	.0	7.39	-460.58			
			127.9	7.39	484.46			
	3	-687.36	.0	6.70	-418.12			
			127.9	6.70	439.59			
	4	-683.48	.0	6.71	-418.25			
			127.9	6.71	439.88			
	5	-663.31	.0	46.22	-1957.79			
			127.9	46.22	3955.54			
	6	-700.12	.0	-32.80	1117.77			
			127.9	-32.80	-3078.81			
	7	-509.14	.0	-34.71	1240.17			
			127.9	-34.71	-3200.73			
	8	-472.33	.0	44.31	-1835.39			
			127.9	44.31	3833.63			
21			-----					
	1	-595.50	.0	6.75	-414.53			
			128.0	6.75	448.86			
	2	-579.60	.0	6.67	-410.13			
			128.0	6.67	443.92			
	3	-537.14	.0	6.06	-372.37			
			128.0	6.06	403.58			
	4	-533.26	.0	6.06	-372.42			
			128.0	6.06	403.31			
	5	-519.15	.0	38.46	-1472.44			
			128.0	38.46	3448.83			
	6	-543.81	.0	-26.22	718.85			
			128.0	-26.22	-2636.61			
	7	-395.17	.0	-28.06	833.51			
			128.0	-28.06	-2757.09			
	8	-370.51	.0	36.62	-1357.78			
			128.0	36.62	3328.36			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
22 -----								
1	-428.27	.0		7.16	-464.24			
		128.0		7.16	451.94			
2	-415.95	.0		7.08	-460.01			
		128.0		7.08	446.00			
3	-387.46	.0		6.44	-416.46			
		128.0		6.44	407.46			
4	-383.57	.0		6.43	-417.12			
		128.0		6.43	406.11			
5	-373.93	.0		30.80	-728.93			
		128.0		30.80	3212.17			
6	-389.61	.0		-17.88	-105.52			
		128.0		-17.88	-2393.81			
7	-283.19	.0		-19.77	13.07			
		128.0		-19.77	-2516.13			
8	-267.51	.0		28.92	-610.34			
		128.0		28.92	3089.85			
23 -----								
1	-261.06	.0		6.87	-458.26			
		128.0		6.87	420.90			
2	-252.33	.0		6.92	-455.49			
		128.0		6.92	429.48			
3	-237.80	.0		6.05	-409.37			
		128.0		6.05	364.98			
4	-233.91	.0		6.17	-411.67			
		128.0		6.17	378.13			
5	-227.75	.0		22.53	-240.88			
		128.0		22.53	2642.10			
6	-236.43	.0		-9.95	-580.50			
		128.0		-9.95	-1853.55			
7	-172.21	.0		-11.89	-466.43			
		128.0		-11.89	-1987.41			
8	-163.53	.0		20.59	-126.81			
		128.0		20.59	2508.23			
24 -----								
1	-93.80	.0		8.01	-497.14			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
			128.0	8.01	527.75			
2	-88.67		.0	7.37	-478.49			
			128.0	7.37	463.93			
3	-88.10		.0	7.74	-460.03			
			128.0	7.74	530.31			
4	-84.20		.0	7.19	-446.66			
			128.0	7.19	473.67			
5	-80.62		.0	15.55	-112.28			
			128.0	15.55	1877.92			
6	-84.18		.0	-1.93	-744.56			
			128.0	-1.93	-991.32			
7	-62.11		.0	-3.46	-647.90			
			128.0	-3.46	-1090.73			
8	-58.55		.0	14.02	-15.61			
			128.0	14.02	1778.51			
-----								
25		1 -1951.26	.0	-3.40	147.07			
			157.5	-3.40	-388.99			
2	-1904.25		.0	-3.37	146.01			
			157.5	-3.37	-385.45			
3	-1750.02		.0	-3.06	132.28			
			157.5	-3.06	-349.65			
4	-1746.14		.0	-3.06	132.29			
			157.5	-3.06	-349.67			
5	-1816.90		.0	52.26	-11208.98			
			157.5	52.26	-2979.36			
6	-1672.05		.0	-58.50	11489.48			
			157.5	-58.50	2277.27			
7	-1181.87		.0	-57.51	11435.83			
			157.5	-57.51	2379.62			
8	-1326.72		.0	53.25	-11262.63			
			157.5	53.25	-2877.01			
-----								
26		1 -1779.56	.0	-8.76	608.55			
			127.9	-8.76	-512.55			
2	-1736.70		.0	-8.67	601.90			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
			127.9	-8.67	-507.00			
3	-1596.48		.0	-7.87	546.66			
			127.9	-7.87	-460.42			
4	-1592.60		.0	-7.87	546.69			
			127.9	-7.87	-460.46			
5	-1657.54		.0	51.19	-6400.96			
			127.9	51.19	148.37			
6	-1524.30		.0	-66.97	7495.85			
			127.9	-66.97	-1072.55			
7	-1077.30		.0	-64.69	7338.89			
			127.9	-64.69	-938.34			
8	-1210.55		.0	53.46	-6557.92			
			127.9	53.46	282.57			
27	-----							
1	-1608.85		.0	-7.46	472.97			
			128.0	-7.46	-481.83			
2	-1570.03		.0	-7.38	468.13			
			128.0	-7.38	-476.68			
3	-1443.80		.0	-6.70	424.93			
			128.0	-6.70	-432.81			
4	-1439.92		.0	-6.70	424.99			
			128.0	-6.70	-432.88			
5	-1496.89		.0	52.58	-4866.94			
			128.0	52.58	1860.67			
6	-1379.56		.0	-65.99	5717.42			
			128.0	-65.99	-2726.82			
7	-975.53		.0	-64.08	5596.01			
			128.0	-64.08	-2603.33			
8	-1092.87		.0	54.49	-4988.36			
			128.0	54.49	1984.17			
28	-----							
1	-1438.28		.0	-7.85	483.04			
			127.9	-7.85	-521.00			
2	-1403.49		.0	-7.76	477.76			
			127.9	-7.76	-515.14			
3	-1291.24		.0	-7.05	433.85			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
			127.9	-7.05	-467.87			
4	-1287.36		.0	-7.05	433.92			
			127.9	-7.05	-467.97			
5	-1335.36		.0	51.60	-3916.51			
			127.9	51.60	2686.26			
6	-1235.94		.0	-65.71	4787.74			
			127.9	-65.71	-3620.20			
7	-874.84		.0	-63.70	4660.99			
			127.9	-63.70	-3489.20			
8	-974.26		.0	53.62	-4043.26			
			127.9	53.62	2817.25			
29	-----							
1	-1268.56		.0	-6.95	425.87			
			128.0	-6.95	-463.53			
2	-1237.69		.0	-6.88	421.24			
			128.0	-6.88	-458.72			
3	-1139.41		.0	-6.24	382.47			
			128.0	-6.24	-416.38			
4	-1135.53		.0	-6.24	382.56			
			128.0	-6.24	-416.47			
5	-1174.27		.0	46.90	-3408.75			
			128.0	46.90	2592.73			
6	-1093.35		.0	-59.50	4181.24			
			128.0	-59.50	-3431.25			
7	-775.00		.0	-57.62	4065.13			
			128.0	-57.62	-3307.23			
8	-855.92		.0	48.78	-3524.87			
			128.0	48.78	2716.75			
30	-----							
1	-1100.07		.0	-7.35	474.88			
			127.9	-7.35	-465.00			
2	-1072.96		.0	-7.27	469.99			
			127.9	-7.27	-460.15			
3	-988.65		.0	-6.60	426.56			
			127.9	-6.60	-417.65			
4	-984.77		.0	-6.60	426.68			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F

PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			127.9	-6.60	-417.78			
5	-1015.75		.0	42.56	-2359.44			
			127.9	42.56	3086.71			
6	-950.31		.0	-55.78	3212.06			
			127.9	-55.78	-3925.55			
7	-674.45		.0	-53.89	3091.44			
			127.9	-53.89	-3803.47			
8	-739.88		.0	44.46	-2480.05			
			127.9	44.46	3208.79			
-----								
31								
	1	-931.68	.0	-7.09	459.66			
			128.0	-7.09	-448.05			
	2	-908.33	.0	-7.02	454.84			
			128.0	-7.02	-443.41			
	3	-837.97	.0	-6.37	412.82			
			128.0	-6.37	-402.37			
	4	-834.09	.0	-6.37	412.96			
			128.0	-6.37	-402.54			
	5	-857.61	.0	38.25	-1673.53			
			128.0	38.25	3220.76			
	6	-807.07	.0	-51.00	2499.85			
			128.0	-51.00	-4026.09			
	7	-573.66	.0	-49.18	2382.05			
			128.0	-49.18	-3911.42			
	8	-624.19	.0	40.07	-1791.33			
			128.0	40.07	3335.43			
-----								
32								
	1	-763.36	.0	-7.47	465.59			
			127.9	-7.47	-489.70			
	2	-743.76	.0	-7.39	460.58			
			127.9	-7.39	-484.46			
	3	-687.36	.0	-6.70	418.12			
			127.9	-6.70	-439.59			
	4	-683.48	.0	-6.71	418.25			
			127.9	-6.71	-439.88			
	5	-700.12	.0	32.80	-1117.77			



PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	1-2 PLANE MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	1-3 PLANE MOMENT	AXIAL TORQ
			127.9	32.80	3078.81			
6	-663.31		.0	-46.22	1957.79			
			127.9	-46.22	-3955.54			
7	-472.33		.0	-44.31	1835.39			
			127.9	-44.31	-3833.63			
8	-509.14		.0	34.71	-1240.17			
			127.9	34.71	3200.73			
-----								
33								
1	-595.50		.0	-6.75	414.53			
			128.0	-6.75	-448.86			
2	-579.60		.0	-6.67	410.13			
			128.0	-6.67	-443.92			
3	-537.14		.0	-6.06	372.37			
			128.0	-6.06	-403.58			
4	-533.26		.0	-6.06	372.42			
			128.0	-6.06	-403.31			
5	-543.81		.0	26.22	-718.85			
			128.0	26.22	2636.61			
6	-519.15		.0	-38.46	1472.44			
			128.0	-38.46	-3448.83			
7	-370.51		.0	-36.62	1357.78			
			128.0	-36.62	-3328.36			
8	-395.17		.0	28.06	-833.51			
			128.0	28.06	2757.09			
-----								
34								
1	-428.27		.0	-7.16	464.24			
			128.0	-7.16	-451.94			
2	-415.95		.0	-7.08	460.01			
			128.0	-7.08	-446.00			
3	-387.46		.0	-6.44	416.46			
			128.0	-6.44	-407.46			
4	-383.57		.0	-6.43	417.12			
			128.0	-6.43	-406.11			
5	-389.61		.0	17.88	105.52			
			128.0	17.88	2393.81			
6	-373.93		.0	-30.80	728.93			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	1-2 PLANE MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	1-3 PLANE MOMENT	AXIAL TORQ
			128.0	-30.80	-3212.17			
7	-267.51		.0	-28.92	610.34			
			128.0	-28.92	-3089.85			
8	-283.19		.0	19.77	-13.07			
			128.0	19.77	2516.13			
-----								
35								
1	-261.06		.0	-6.87	458.26			
			128.0	-6.87	-420.90			
2	-252.33		.0	-6.92	455.49			
			128.0	-6.92	-429.48			
3	-237.80		.0	-6.05	409.37			
			128.0	-6.05	-364.98			
4	-233.91		.0	-6.17	411.67			
			128.0	-6.17	-378.13			
5	-236.43		.0	9.95	580.50			
			128.0	9.95	1853.55			
6	-227.75		.0	-22.53	240.88			
			128.0	-22.53	-2642.10			
7	-163.53		.0	-20.59	126.81			
			128.0	-20.59	-2508.23			
8	-172.21		.0	11.89	466.43			
			128.0	11.89	1987.41			
-----								
36								
1	-93.80		.0	-8.01	497.14			
			128.0	-8.01	-527.75			
2	-88.67		.0	-7.37	478.49			
			128.0	-7.37	-463.93			
3	-88.10		.0	-7.74	460.03			
			128.0	-7.74	-530.31			
4	-84.20		.0	-7.19	446.66			
			128.0	-7.19	-473.67			
5	-84.18		.0	1.93	744.56			
			128.0	1.93	991.32			
6	-80.62		.0	-15.55	112.28			
			128.0	-15.55	-1877.92			
7	-58.55		.0	-14.02	15.61			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	1-3 PLANE MOMENT	AXIAL TORQ
			128.0	-14.02	-1778.51	
	8	-62.11	.0	3.46	647.90	
			128.0	3.46	1090.73	
37	-----					
	1	-1207.98	.0	10.64	-561.84	
			157.5	10.64	1114.43	
	2	-1164.69	.0	10.45	-551.52	
			157.5	10.45	1094.04	
	3	-1078.85	.0	9.54	-503.46	
			157.5	9.54	998.64	
	4	-1076.53	.0	9.54	-503.44	
			157.5	9.54	998.61	
	5	-1233.74	.0	48.03	-9308.86	
			157.5	48.03	-1745.64	
	6	-917.04	.0	-29.27	8346.60	
			157.5	-29.27	3736.65	
	7	-618.30	.0	-31.65	8444.25	
			157.5	-31.65	3460.67	
	8	-935.00	.0	45.65	-9211.21	
			157.5	45.65	-2021.63	
38	-----					
	1	-1101.55	.0	18.60	-1238.97	
			127.9	18.60	1141.47	
	2	-1062.18	.0	18.27	-1216.66	
			127.9	18.27	1121.01	
	3	-984.09	.0	16.67	-1110.35	
			127.9	16.67	1023.03	
	4	-981.78	.0	16.67	-1110.32	
			127.9	16.67	1022.98	
	5	-1126.43	.0	50.08	-5841.34	
			127.9	50.08	566.21	
	6	-834.87	.0	-16.77	3619.62	
			127.9	-16.77	1474.53	
	7	-562.43	.0	-21.45	3934.56	
			127.9	-21.45	1190.56	
	8	-854.00	.0	45.40	-5526.40	

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E E L E M E N T F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
			127.9	45.40	282.24			
39			-----					
	1	-995.71	.0	19.02	-1237.16			
			128.0	19.02	1196.46			
	2	-960.16	.0	18.68	-1214.92			
			128.0	18.68	1175.10			
	3	-889.85	.0	17.05	-1108.78			
			128.0	17.05	1072.36			
	4	-887.53	.0	17.04	-1108.72			
			128.0	17.04	1072.30			
	5	-1015.04	.0	47.49	-4277.51			
			128.0	47.49	1799.52			
	6	-757.79	.0	-13.39	2059.33			
			128.0	-13.39	345.40			
	7	-511.55	.0	-18.22	2373.50			
			128.0	-18.22	41.90			
	8	-768.79	.0	42.66	-3963.35			
			128.0	42.66	1496.01			
40			-----					
	1	-889.75	.0	19.25	-1204.05			
			127.9	19.25	1259.27			
	2	-858.01	.0	18.91	-1182.72			
			127.9	18.91	1236.98			
	3	-795.48	.0	17.26	-1079.23			
			127.9	17.26	1128.75			
	4	-793.17	.0	17.26	-1079.15			
			127.9	17.26	1128.66			
	5	-901.37	.0	44.34	-3404.10			
			127.9	44.34	2269.75			
	6	-682.75	.0	-9.76	1250.62			
			127.9	-9.76	1.46			
	7	-462.73	.0	-14.71	1550.96			
			127.9	-14.71	-331.61			
	8	-681.34	.0	39.39	-3103.76			
			127.9	39.39	1936.68			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	TORQ
41 -----								
1	-784.11							
		.0		18.41	-1153.19			
			128.0	18.41	1202.95			
2	-756.13							
		.0		18.10	-1132.97			
			128.0	18.10	1182.39			
3	-701.39							
		.0		16.51	-1033.74			
			128.0	16.51	1078.50			
4	-699.08							
		.0		16.51	-1033.64			
			128.0	16.51	1078.41			
5	-787.04							
		.0		43.62	-3098.70			
			128.0	43.62	2482.87			
6	-608.94							
		.0		-10.89	1051.82			
			128.0	-10.89	-341.08			
7	-415.06							
		.0		-15.28	1323.76			
			128.0	-15.28	-631.17			
8	-593.16							
		.0		39.23	-2826.75			
			128.0	39.23	2192.78			
42 -----								
1	-679.10							
		.0		18.84	-1204.90			
			127.9	18.84	1205.20			
2	-654.78							
		.0		18.52	-1184.49			
			127.9	18.52	1184.76			
3	-607.84							
		.0		16.89	-1080.33			
			127.9	16.89	1080.60			
4	-605.52							
		.0		16.89	-1080.22			
			127.9	16.89	1080.48			
5	-676.61							
		.0		41.74	-2346.18			
			127.9	41.74	2994.20			
6	-532.29							
		.0		-7.93	176.55			
			127.9	-7.93	-838.62			
7	-364.43							
		.0		-12.74	491.43			
			127.9	-12.74	-1139.00			
8	-508.75							
		.0		36.93	-2031.30			
			127.9	36.93	2693.82			
43 -----								
1	-574.00							
		.0		19.07	-1217.35			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			128.0	19.07	1222.85			
2	-553.34		.0	18.75	-1196.78			
			128.0	18.75	1202.14			
3	-514.20		.0	17.10	-1091.55			
			128.0	17.10	1096.55			
4	-511.89		.0	17.10	-1091.40			
			128.0	17.10	1096.34			
5	-566.68		.0	38.82	-1756.67			
			128.0	38.82	3210.17			
6	-454.97		.0	-4.60	-427.14			
			128.0	-4.60	-1016.28			
7	-313.15		.0	-9.46	-117.25			
			128.0	-9.46	-1327.82			
8	-424.87		.0	33.96	-1446.78			
			128.0	33.96	2898.64			
-----								
44								
	1	-468.82	.0	19.72	-1211.58			
			127.9	19.72	1311.51			
	2	-451.82	.0	19.39	-1191.25			
			127.9	19.39	1289.26			
	3	-420.49	.0	17.68	-1086.37			
			127.9	17.68	1176.23			
	4	-418.18	.0	17.68	-1086.26			
			127.9	17.68	1175.87			
	5	-457.94	.0	35.64	-1352.46			
			127.9	35.64	3207.78			
	6	-376.32	.0	-.20	-814.38			
			127.9	-.20	-839.40			
	7	-260.58	.0	-5.29	-512.61			
			127.9	-5.29	-1188.96			
	8	-342.19	.0	30.55	-1050.71			
			127.9	30.55	2858.22			
-----								
45								
	1	-364.25	.0	18.22	-1125.22			
			128.0	18.22	1205.49			
	2	-350.82	.0	17.92	-1106.54			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			128.0	17.92	1185.95			
	3	-327.31	.0	16.33	-1008.83			
			128.0	16.33	1080.65			
	4	-325.00	.0	16.33	-1008.86			
			128.0	16.33	1080.91			
	5	-351.29	.0	31.12	-1110.75			
			128.0	31.12	2871.41			
	6	-296.65	.0	1.24	-883.48			
			128.0	1.24	-724.81			
	7	-206.82	.0	-3.08	-621.48			
			128.0	-3.08	-1015.42			
	8	-261.47	.0	26.80	-848.75			
			128.0	26.80	2580.79			
46	-----							
	1	-260.56	.0	18.92	-1211.59			
			128.0	18.92	1208.79			
	2	-250.58	.0	18.63	-1191.26			
			128.0	18.63	1192.37			
	3	-234.87	.0	16.94	-1087.07			
			128.0	16.94	1080.14			
	4	-232.57	.0	16.96	-1086.44			
			128.0	16.96	1083.80			
	5	-249.12	.0	28.60	-836.66			
			128.0	28.60	2822.14			
	6	-214.00	.0	5.34	-1344.51			
			128.0	5.34	-661.63			
	7	-149.91	.0	.54	-1028.36			
			128.0	.54	-959.60			
	8	-185.03	.0	23.80	-520.51			
			128.0	23.80	2524.16			
47	-----							
	1	-156.84	.0	19.72	-1212.59			
			128.0	19.72	1310.72			
	2	-150.32	.0	19.38	-1188.61			
			128.0	19.38	1290.89			
	3	-142.41	.0	17.71	-1092.09			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
			128.0	17.71		1173.94	
4	-140.12		.0	17.68		-1087.45	
			128.0	17.68		1175.35	
5	-149.00		.0	24.64		-560.91	
			128.0	24.64		2592.23	
6	-129.23		.0	10.25		-1616.09	
			128.0	10.25		-304.19	
7	-90.90		.0	5.71		-1303.96	
			128.0	5.71		-573.64	
8	-110.67		.0	20.10		-248.78	
			128.0	20.10		2322.78	
48	-----						
1	-53.17		.0	19.39		-1100.94	
			128.0	19.39		1379.74	
2	-50.11		.0	18.23		-1080.37	
			128.0	18.23		1252.03	
3	-50.00		.0	18.31		-989.87	
			128.0	18.31		1352.58	
4	-47.71		.0	17.40		-987.22	
			128.0	17.40		1239.62	
5	-50.95		.0	18.24		-462.14	
			128.0	18.24		1871.24	
6	-42.44		.0	16.38		-1578.60	
			128.0	16.38		517.09	
7	-29.90		.0	11.22		-1231.62	
			128.0	11.22		204.01	
8	-38.41		.0	13.08		-115.16	
			128.0	13.08		1558.16	



PROGRAM:SAP90/FILE:model2b1.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
1 -----								
1	-1208.21	.0		-8.53	394.83			
		157.5		-8.53	-949.02			
2	-1164.91	.0		-8.38	387.65			
		157.5		-8.38	-931.77			
3	-1079.07	.0		-7.65	353.82			
		157.5		-7.65	-850.45			
4	-1076.75	.0		-7.65	353.81			
		157.5		-7.65	-850.43			
5	-1075.69	.0		-7.65	353.81			
		157.5		-7.65	-850.42			
6	-776.71	.0		-5.49	253.82			
		157.5		-5.49	-610.09			
2 -----								
1	-1101.78	.0		-20.63	1403.94			
		127.9		-20.63	-1235.79			
2	-1062.40	.0		-20.26	1378.49			
		127.9		-20.26	-1213.52			
3	-984.32	.0		-18.49	1258.15			
		127.9		-18.49	-1107.52			
4	-981.99	.0		-18.49	1258.11			
		127.9		-18.49	-1107.47			
5	-980.94	.0		-18.49	1258.10			
		127.9		-18.49	-1107.45			
6	-708.29	.0		-13.26	902.53			
		127.9		-13.26	-794.44			
3 -----								
1	-995.92	.0		-18.17	1149.71			
		128.0		-18.17	-1175.31			
2	-960.35	.0		-17.85	1129.15			
		128.0		-17.85	-1154.38			
3	-890.04	.0		-16.29	1030.44			
		128.0		-16.29	-1053.42			
4	-887.72	.0		-16.28	1030.39			
		128.0		-16.28	-1053.36			
5	-886.66	.0		-16.28	1030.36			
		128.0		-16.28	-1053.33			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b1.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
6		-640.23	.0	-11.68	739.10			
			128.0	-11.68	-755.56			
-----								
4	1	-889.95	.0	-19.61	1225.53			
			127.9	-19.61	-1283.07			
2		-858.20	.0	-19.26	1203.78			
			127.9	-19.26	-1260.32			
3		-795.67	.0	-17.57	1098.48			
			127.9	-17.57	-1150.07			
4		-793.35	.0	-17.57	1098.40			
			127.9	-17.57	-1149.97			
5		-792.29	.0	-17.57	1098.36			
			127.9	-17.57	-1149.93			
6		-572.11	.0	-12.60	787.84			
			127.9	-12.60	-824.83			
-----								
5	1	-784.31	.0	-18.10	1129.25			
			128.0	-18.10	-1186.87			
2		-756.32	.0	-17.79	1109.51			
			128.0	-17.79	-1166.55			
3		-701.58	.0	-16.23	1012.29			
			128.0	-16.23	-1064.08			
4		-699.26	.0	-16.23	1012.20			
			128.0	-16.23	-1063.98			
5		-698.20	.0	-16.23	1012.16			
			128.0	-16.23	-1063.94			
6		-504.20	.0	-11.64	725.95			
			128.0	-11.64	-762.99			
-----								
6	1	-679.31	.0	-19.05	1220.14			
			127.9	-19.05	-1216.95			
2		-654.97	.0	-18.72	1199.50			
			127.9	-18.72	-1196.33			
3		-608.03	.0	-17.08	1094.00			
			127.9	-17.08	-1091.15			
4		-605.71	.0	-17.08	1093.89			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2bl.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)

F R A M E    E L E M E N T    F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			127.9	-17.08	-1091.02			
5	-604.66		.0	-17.08	1093.64			
			127.9	-17.08	-1090.96			
6	-436.70		.0	-12.24	784.38			
			127.9	-12.24	-782.32			
7 -----								
1	-574.21		.0	-18.71	1205.05			
			128.0	-18.71	-1186.86			
2	-553.53		.0	-18.39	1184.67			
			128.0	-18.39	-1168.83			
3	-514.40		.0	-16.77	1080.49			
			128.0	-16.77	-1065.98			
4	-512.08		.0	-16.77	1080.36			
			128.0	-16.77	-1065.87			
5	-511.02		.0	-16.77	1080.31			
			128.0	-16.77	-1065.82			
6	-369.13		.0	-12.03	774.67			
			128.0	-12.03	-764.26			
8 -----								
1	-469.02		.0	-20.37	1247.24			
			127.9	-20.37	-1358.85			
2	-452.01		.0	-20.02	1226.19			
			127.9	-20.02	-1335.76			
3	-420.68		.0	-18.27	1118.44			
			127.9	-18.27	-1218.69			
4	-418.36		.0	-18.26	1118.23			
			127.9	-18.26	-1218.30			
5	-417.31		.0	-18.26	1118.14			
			127.9	-18.26	-1218.12			
6	-301.51		.0	-13.09	801.80			
			127.9	-13.09	-873.55			
9 -----								
1	-364.45		.0	-17.65	1078.31			
			128.0	-17.65	-1179.85			
2	-351.01		.0	-17.36	1060.45			
			128.0	-17.36	-1161.12			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b1.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR MOMENT	AXIAL TORQ
3	-327.50				
	.0	-15.82	966.78		
	128.0	-15.82	-1057.25		
4	-325.18				
	.0	-15.82	966.81		
	128.0	-15.82	-1057.91		
5	-324.13				
	.0	-15.83	966.83		
	128.0	-15.83	-1058.22		
6	-234.29				
	.0	-11.35	693.20		
	128.0	-11.35	-758.48		
10 -----					
1	-260.77				
	.0	-19.20	1234.92		
	128.0	-19.20	-1222.16		
2	-250.78				
	.0	-18.85	1213.79		
	128.0	-18.85	-1198.03		
3	-235.08				
	.0	-17.26	1108.43		
	128.0	-17.26	-1100.49		
4	-232.76				
	.0	-17.22	1107.37		
	126.0	-17.22	-1095.99		
5	-231.71				
	.0	-17.20	1106.88		
	128.0	-17.20	-1093.95		
6	-167.64				
	.0	-12.35	793.88		
	128.0	-12.35	-785.67		
11 -----					
1	-157.06				
	.0	-18.53	1198.31		
	126.0	-18.53	-1172.70		
2	-150.52				
	.0	-18.42	1182.84		
	128.0	-18.42	-1174.17		
3	-142.63				
	.0	-16.40	1070.06		
	128.0	-16.40	-1029.02		
4	-140.31				
	.0	-16.61	1074.42		
	128.0	-16.61	-1051.09		
5	-139.26				
	.0	-16.70	1076.40		
	128.0	-16.70	-1061.12		
6	-100.97				
	.0	-11.91	770.34		
	128.0	-11.91	-753.88		
12 -----					
1	-53.32				
	.0	-20.80	1253.10		

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b1.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	AXIAL MOMENT TORQ
	128.0	-20.80	-1408.25		
2 -50.24	.0	-19.45	1210.49		
	128.0	-19.45	-1277.63		
3 -50.14	.0	-19.76	1148.02		
	128.0	-19.76	-1380.87		
4 -47.84	.0	-18.67	1124.17		
	128.0	-18.67	-1265.25		
5 -46.79	.0	-18.18	1113.32		
	128.0	-18.18	-1212.70		
6 -34.27	.0	-13.37	805.56		
	128.0	-13.37	-905.30		
-----					
13					
1 -1951.03	.0	3.64	-168.04		
	157.5	3.64	405.04		
2 -1904.03	.0	3.60	-166.33		
	157.5	3.60	400.92		
3 -1749.79	.0	3.27	-150.99		
	157.5	3.27	363.95		
4 -1745.93	.0	3.27	-151.00		
	157.5	3.27	363.97		
5 -1744.17	.0	3.27	-151.00		
	157.5	3.27	363.97		
6 -1254.23	.0	2.34	-108.03		
	157.5	2.34	260.38		
-----					
14					
1 -1779.32	.0	8.65	-593.37		
	127.9	8.65	513.40		
2 -1736.48	.0	8.56	-587.29		
	127.9	8.56	508.06		
3 -1596.25	.0	7.77	-533.15		
	127.9	7.77	461.25		
4 -1592.39	.0	7.77	-533.19		
	127.9	7.77	461.29		
5 -1590.63	.0	7.77	-533.20		
	127.9	7.77	461.31		
6 -1143.85	.0	5.56	-381.45		

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b1.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
			127.9	5.56	330.04			
15	-----							
	1	-1608.65	.0	7.34	-467.74			
			128.0	7.34	471.55			
	2	-1569.84	.0	7.26	-462.79			
			128.0	7.26	466.52			
	3	-1443.60	.0	6.59	-420.18			
			128.0	6.59	423.58			
	4	-1439.74	.0	6.59	-420.24			
			128.0	6.59	423.64			
	5	-1437.98	.0	6.60	-420.26			
			128.0	6.60	423.67			
	6	-1034.13	.0	4.72	-300.69			
			128.0	4.72	303.14			
16	-----							
	1	-1438.08	.0	7.95	-492.65			
			127.9	7.95	524.03			
	2	-1403.30	.0	7.86	-487.28			
			127.9	7.86	518.17			
	3	-1291.04	.0	7.14	-442.48			
			127.9	7.14	470.60			
	4	-1287.18	.0	7.14	-442.56			
			127.9	7.14	470.70			
	5	-1285.42	.0	7.14	-442.60			
			127.9	7.14	470.75			
	6	-924.48	.0	5.11	-316.71			
			127.9	5.11	336.88			
17	-----							
	1	-1268.35	.0	6.91	-423.12			
			128.0	6.91	461.09			
	2	-1237.50	.0	6.84	-418.48			
			128.0	6.84	456.27			
	3	-1139.22	.0	6.21	-380.00			
			128.0	6.21	414.17			
	4	-1135.35	.0	6.21	-380.09			
			128.0	6.21	414.27			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b1.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
5	-1133.59		.0	6.21	-380.13			
			128.0	6.21	414.31			
6	-815.37		.0	4.44	-272.01			
			128.0	4.44	296.41			
-----								
1	-1099.86		.0	7.39	-477.88			
			127.9	7.39	467.53			
2	-1072.77		.0	7.31	-472.98			
			127.9	7.31	462.66			
3	-988.45		.0	6.64	-429.28			
			127.9	6.64	419.93			
4	-984.58		.0	6.64	-429.38			
			127.9	6.64	420.05			
5	-982.83		.0	6.64	-429.43			
			127.9	6.64	420.10			
6	-707.06		.0	4.75	-307.21			
			127.9	4.75	300.55			
-----								
1	-931.47		.0	7.11	-457.61			
			128.0	7.11	451.70			
2	-908.13		.0	7.03	-452.81			
			128.0	7.03	446.97			
3	-837.77		.0	6.38	-410.99			
			128.0	6.38	405.65			
4	-833.90		.0	6.38	-411.12			
			128.0	6.38	405.81			
5	-832.14		.0	6.39	-411.19			
			128.0	6.39	405.88			
6	-598.80		.0	4.57	-294.18			
			128.0	4.57	290.38			
-----								
1	-763.16		.0	7.36	-460.68			
			127.9	7.36	481.31			
2	-743.58		.0	7.28	-455.78			
			127.9	7.28	476.06			
3	-687.17		.0	6.61	-413.71			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b1.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			127.9	6.61	432.26			
4	-683.30		.0	6.61	-413.85			
			127.9	6.61	432.37			
5	-681.54		.0	6.61	-413.92			
			127.9	6.61	432.41			
6	-490.60		.0	4.73	-296.15			
			127.9	4.73	309.41			
-----								
21								
1	-595.30		.0	6.82	-422.68			
			128.0	6.82	450.51			
2	-579.41		.0	6.76	-418.32			
			128.0	6.76	446.35			
3	-536.95		.0	6.12	-379.46			
			128.0	6.12	404.19			
4	-533.08		.0	6.13	-379.72			
			128.0	6.13	404.78			
5	-531.32		.0	6.13	-379.84			
			128.0	6.13	405.05			
6	-382.69		.0	4.39	-271.72			
			128.0	4.39	289.62			
-----								
22								
1	-428.05		.0	7.22	-464.49			
			128.0	7.22	459.40			
2	-415.75		.0	7.13	-459.40			
			128.0	7.13	452.59			
3	-387.26		.0	6.50	-417.60			
			128.0	6.50	414.69			
4	-383.38		.0	6.49	-417.36			
			128.0	6.49	412.76			
5	-381.62		.0	6.48	-417.25			
			128.0	6.48	411.88			
6	-275.18		.0	4.64	-298.60			
			128.0	4.64	295.33			
-----								
23								
1	-260.84		.0	6.99	-451.14			
			128.0	6.99	442.81			



PROGRAM:SAP90/FILE:model2b1.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)

F R A M E    E L E M E N T    F O R C E S

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE SHEAR	PLANE MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	AXIAL MOMENT TORQ
2	-252.13				
	.0	7.02	-448.79		
	128.0	7.02	449.44		
3	-237.59				
	.0	6.17	-402.99		
	128.0	6.17	386.91		
4	-233.71				
	.0	6.28	-405.36		
	128.0	6.28	397.95		
5	-231.95				
	.0	6.33	-406.43		
	128.0	6.33	402.96		
6	-167.68				
	.0	4.49	-290.02		
	128.0	4.49	284.67		
-----					
24					
1	-93.65				
	.0	7.61	-464.70		
	128.0	7.61	508.60		
2	-88.54				
	.0	7.00	-448.58		
	128.0	7.00	446.52		
3	-87.96				
	.0	7.34	-428.23		
	128.0	7.34	511.52		
4	-84.07				
	.0	6.83	-417.41		
	128.0	6.83	456.46		
5	-82.30				
	.0	6.60	-412.49		
	128.0	6.60	431.43		
6	-60.21				
	.0	4.89	-298.74		
	128.0	4.89	326.96		
-----					
25					
1	-1951.03				
	.0	-3.64	168.04		
	157.5	-3.64	-405.04		
2	-1904.03				
	.0	-3.60	166.33		
	157.5	-3.60	-400.92		
3	-1749.79				
	.0	-3.27	150.99		
	157.5	-3.27	-363.95		
4	-1745.93				
	.0	-3.27	151.00		
	157.5	-3.27	-363.97		
5	-1744.17				
	.0	-3.27	151.00		
	157.5	-3.27	-363.97		
6	-1254.23				
	.0	-2.34	108.03		
	157.5	-2.34	-260.38		

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b1.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FCRCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	1-2 PLANE MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	1-3 PLANE MOMENT	AXIAL TORQ
26 -----								
1	-1779.32		.0	-8.65	593.37			
			127.9	-8.65	-513.40			
2	-1736.48		.0	-8.56	587.29			
			127.9	-8.56	-508.06			
3	-1596.25		.0	-7.77	533.15			
			127.9	-7.77	-461.25			
4	-1592.39		.0	-7.77	533.19			
			127.9	-7.77	-461.29			
5	-1590.63		.0	-7.77	533.20			
			127.9	-7.77	-461.31			
6	-1143.85		.0	-5.56	381.45			
			127.9	-5.56	-330.04			
27 -----								
1	-1608.65		.0	-7.34	467.74			
			128.0	-7.34	-471.55			
2	-1569.84		.0	-7.26	462.79			
			128.0	-7.26	-466.52			
3	-1443.60		.0	-6.59	420.18			
			128.0	-6.59	-423.58			
4	-1439.74		.0	-6.59	420.24			
			128.0	-6.59	-423.64			
5	-1437.98		.0	-6.60	420.26			
			128.0	-6.60	-423.67			
6	-1034.13		.0	-4.72	300.69			
			128.0	-4.72	-303.14			
28 -----								
1	-1438.08		.0	-7.95	492.65			
			127.9	-7.95	-524.03			
2	-1403.30		.0	-7.86	487.28			
			127.9	-7.86	-518.17			
3	-1291.04		.0	-7.14	442.48			
			127.9	-7.14	-470.60			
4	-1287.18		.0	-7.14	442.56			
			127.9	-7.14	-470.70			
5	-1285.42		.0	-7.14	442.60			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b1.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	AXIAL MOMENT TORQ
	127.9	-7.14	-470.75		
6 -924.48	.0	-5.11	316.71		
	127.9	-5.11	-336.88		
-----					
29					
1 -1268.35	.0	-6.91	423.12		
	128.0	-6.91	-461.09		
2 -1237.50	.0	-6.84	418.48		
	128.0	-6.84	-456.27		
3 -1139.22	.0	-6.21	380.00		
	128.0	-6.21	-414.17		
4 -1135.35	.0	-6.21	380.09		
	128.0	-6.21	-414.27		
5 -1133.59	.0	-6.21	380.13		
	128.0	-6.21	-414.31		
6 -815.37	.0	-4.44	272.01		
	128.0	-4.44	-296.41		
-----					
30					
1 -1099.86	.0	-7.39	477.88		
	127.9	-7.39	-467.53		
2 -1072.77	.0	-7.31	472.98		
	127.9	-7.31	-462.66		
3 -988.45	.0	-6.64	429.28		
	127.9	-6.64	-419.93		
4 -984.58	.0	-6.64	429.38		
	127.9	-6.64	-420.05		
5 -982.83	.0	-6.64	429.43		
	127.9	-6.64	-420.10		
6 -707.06	.0	-4.75	307.21		
	127.9	-4.75	-300.55		
-----					
31					
1 -931.47	.0	-7.11	457.61		
	128.0	-7.11	-451.70		
2 -908.13	.0	-7.03	452.81		
	128.0	-7.03	-446.97		
3 -837.77	.0	-6.38	410.99		
	128.0	-6.38	-405.65		

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b1.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

EL <sup>m</sup> ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
4	-833.90	.0		-6.38	411.12			
		128.0		-6.38	-405.81			
5	-832.14	.0		-6.39	411.19			
		128.0		-6.39	-405.88			
6	-598.80	.0		-4.57	294.18			
		128.0		-4.57	-290.38			
-----								
32								
1	-763.16	.0		-7.36	460.68			
		127.9		-7.36	-481.31			
2	-743.58	.0		-7.28	455.78			
		127.9		-7.28	-476.06			
3	-687.17	.0		-6.61	413.71			
		127.9		-6.61	-432.26			
4	-683.30	.0		-6.61	413.85			
		127.9		-6.61	-432.37			
5	-681.54	.0		-6.61	413.92			
		127.9		-6.61	-432.41			
6	-490.60	.0		-4.73	296.15			
		127.9		-4.73	-309.41			
-----								
33								
1	-595.30	.0		-6.82	422.68			
		128.0		-6.82	-450.51			
2	-579.41	.0		-6.76	418.32			
		128.0		-6.76	-446.35			
3	-536.95	.0		-6.12	379.46			
		128.0		-6.12	-404.19			
4	-533.08	.0		-6.13	379.72			
		128.0		-6.13	-404.78			
5	-531.32	.0		-6.13	379.84			
		128.0		-6.13	-405.05			
6	-382.69	.0		-4.39	271.72			
		128.0		-4.39	-289.62			
-----								
34								
1	-428.05	.0		-7.22	464.49			
		128.0		-7.22	-459.40			
2	-415.75	.0		-7.13	459.40			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2bi.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)

F R A M E    E L E M E N T    F O R C E S

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
	128.0	-7.13	-452.59			
3	-387.26					
	.0	-6.50	417.60			
	128.0	-6.50	-414.69			
4	-383.38					
	.0	-6.49	417.36			
	128.0	-6.49	-412.76			
5	-381.62					
	.0	-6.48	417.25			
	128.0	-6.48	-411.88			
6	-275.18					
	.0	-4.64	298.60			
	128.0	-4.64	-295.33			
35	-----					
1	-260.84					
	.0	-6.99	451.14			
	128.0	-6.99	-442.81			
2	-252.13					
	.0	-7.02	448.79			
	128.0	-7.02	-449.44			
3	-237.59					
	.0	-6.17	402.99			
	128.0	-6.17	-386.91			
4	-233.71					
	.0	-6.28	405.36			
	128.0	-6.28	-397.95			
5	-231.95					
	.0	-6.33	406.43			
	128.0	-6.33	-402.96			
6	-167.68					
	.0	-4.49	290.02			
	128.0	-4.49	-284.67			
36	-----					
1	-93.65					
	.0	-7.61	464.70			
	128.0	-7.61	-508.60			
2	-88.54					
	.0	-7.00	448.58			
	128.0	-7.00	-446.52			
3	-87.96					
	.0	-7.34	428.23			
	128.0	-7.34	-511.52			
4	-84.07					
	.0	-6.83	417.41			
	128.0	-6.83	-456.46			
5	-82.30					
	.0	-6.60	412.49			
	128.0	-6.60	-431.43			
6	-60.21					
	.0	-4.89	298.74			
	128.0	-4.89	-326.96			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2bl.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	AXIAL MOMENT TORQ
37 -----					
1	-1208.21				
	.0	8.53	-394.83		
	157.5	8.53	949.02		
2	-1164.91				
	.0	8.33	-387.65		
	157.5	8.38	931.77		
3	-1079.07				
	.0	7.65	-353.82		
	157.5	7.65	850.45		
4	-1076.75				
	.0	7.65	-353.81		
	157.5	7.65	850.43		
5	-1075.69				
	.0	7.65	-353.81		
	157.5	7.65	850.42		
6	-776.71				
	.0	5.49	-253.82		
	157.5	5.49	610.09		
38 -----					
1	-1101.78				
	.0	20.63	-1403.94		
	127.9	20.63	1235.79		
2	-1062.40				
	.0	20.26	-1378.49		
	127.9	20.26	1213.52		
3	-984.32				
	.0	18.49	-1258.15		
	127.9	18.49	1107.52		
4	-981.99				
	.0	18.49	-1258.11		
	127.9	18.49	1107.47		
5	-980.94				
	.0	18.49	-1258.10		
	127.9	18.49	1107.45		
6	-708.29				
	.0	13.26	-902.53		
	127.9	13.26	794.44		
39 -----					
1	-995.92				
	.0	18.17	-1149.71		
	128.0	18.17	1175.31		
2	-960.35				
	.0	17.85	-1129.15		
	128.0	17.85	1154.33		
3	-890.04				
	.0	16.29	-1030.44		
	128.0	16.29	1053.42		
4	-887.72				
	.0	16.28	-1030.39		
	128.0	16.28	1053.36		
5	-886.66				
	.0	16.28	-1030.36		

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b1.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT LOAD ID COMB	AXIAL DIST FORCE ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE	AXIAL
		SHEAR	MOMENT	SHEAR	TORQ
	128.0	16.28	1053.33		
6	-640.23				
	.0	11.68	-739.10		
	128.0	11.68	755.56		
40	-----				
1	-889.95				
	.0	19.61	-1225.53		
	127.9	19.61	1283.07		
2	-858.20				
	.0	19.25	-1203.78		
	127.9	19.26	1260.32		
3	-795.67				
	.0	17.57	-1098.48		
	127.9	17.57	1150.07		
4	-793.35				
	.0	17.57	-1098.40		
	127.9	17.57	1149.97		
5	-792.29				
	.0	17.57	-1098.36		
	127.9	17.57	1149.93		
6	-572.11				
	.0	12.60	-787.84		
	127.9	12.60	824.83		
41	-----				
1	-784.31				
	.0	18.10	-1129.25		
	128.0	18.10	1186.87		
2	-756.32				
	.0	17.79	-1109.51		
	128.0	17.79	1166.55		
3	-701.58				
	.0	16.23	-1012.29		
	128.0	16.23	1064.08		
4	-699.26				
	.0	16.23	-1012.20		
	128.0	16.23	1063.98		
5	-698.20				
	.0	16.23	-1012.16		
	128.0	16.23	1063.94		
6	-504.20				
	.0	11.64	-725.95		
	128.0	11.64	762.99		
42	-----				
1	-679.31				
	.0	19.05	-1220.14		
	127.9	19.05	1216.95		
2	-654.97				
	.0	18.72	-1199.50		
	127.9	18.72	1196.33		
3	-608.03				
	.0	17.08	-1094.00		
	127.9	17.08	1091.15		

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b1.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)

F R A M E    E L E M E N T    F O R C E S

ELT	LOAD	AXIAL	DIST	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL
ID	COMB	FORCE	ENDI	SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	TORQ
4	-605.71		.0	17.08	-1093.89			
			127.9	17.08	1091.02			
5	-604.66		.0	17.08	-1093.84			
			127.9	17.08	1090.96			
6	-436.70		.0	12.24	-784.38			
			127.9	12.24	782.32			
-----								
43								
1	-574.21		.0	18.71	-1205.05			
			128.0	18.71	1188.86			
2	-553.53		.0	18.39	-1184.67			
			128.0	18.39	1168.83			
3	-514.40		.0	16.77	-1080.49			
			128.0	16.77	1065.98			
4	-512.08		.0	16.77	-1080.36			
			128.0	16.77	1065.87			
5	-511.02		.0	16.77	-1080.31			
			128.0	16.77	1065.82			
6	-369.13		.0	12.03	-774.67			
			128.0	12.03	764.26			
-----								
44								
1	-469.02		.0	20.37	-1247.24			
			127.9	20.37	1358.85			
2	-452.01		.0	20.02	-1226.19			
			127.9	20.02	1335.76			
3	-420.68		.0	18.27	-1118.44			
			127.9	18.27	1218.69			
4	-418.36		.0	18.26	-1118.23			
			127.9	18.26	1218.30			
5	-417.31		.0	18.26	-1118.14			
			127.9	18.26	1218.12			
6	-301.51		.0	13.09	-801.80			
			127.9	13.09	873.55			
-----								
45								
1	-364.45		.0	17.65	-1078.31			
			128.0	17.65	1179.85			
2	-351.01		.0	17.36	-1060.45			



PROGRAM:SAP90/FILE:model2b1.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)

F R A M E    E L E M E N T    F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
			128.0	17.36	1161.12			
3	-327.50		.0	15.82	-966.78			
			128.0	15.82	1057.25			
4	-325.18		.0	15.82	-966.81			
			128.0	15.82	1057.91			
5	-324.13		.0	15.83	-966.83			
			128.0	15.83	1058.22			
6	-234.29		.0	11.35	-693.20			
			128.0	11.35	758.48			
-----								
46								
1	-260.77		.0	19.20	-1234.92			
			128.0	19.20	1222.16			
2	-250.78		.0	18.85	-1213.79			
			128.0	18.85	1198.03			
3	-235.08		.0	17.26	-1108.43			
			128.0	17.26	1100.49			
4	-232.76		.0	17.22	-1107.37			
			128.0	17.22	1095.99			
5	-231.71		.0	17.20	-1106.88			
			128.0	17.20	1093.95			
6	-167.64		.0	12.35	-793.88			
			128.0	12.35	785.67			
-----								
47								
1	-157.06		.0	18.53	-1198.31			
			128.0	18.53	1172.70			
2	-150.52		.0	18.42	-1182.84			
			128.0	18.42	1174.17			
3	-142.63		.0	16.40	-1070.06			
			128.0	16.40	1029.02			
4	-140.31		.0	16.61	-1074.42			
			128.0	16.61	1051.09			
5	-139.26		.0	16.70	-1076.40			
			128.0	16.70	1061.12			
6	-100.97		.0	11.91	-770.34			
			128.0	11.91	753.88			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b1.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP -INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	TORQ
48	-----							
1		-53.32						
			.0	20.80	-1253.10			
			128.0	20.80	1408.25			
2		-50.24						
			.0	19.45	-1210.49			
			128.0	19.45	1277.63			
3		-50.14						
			.0	19.76	-1148.02			
			128.0	19.76	1380.87			
4		-47.84						
			.0	18.67	-1124.17			
			128.0	18.67	1265.25			
5		-46.79						
			.0	18.18	-1113.32			
			128.0	18.18	1212.70			
6		-34.27						
			.0	13.37	-805.56			
			128.0	13.37	905.30			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORO
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
1 -----								
1	158.44		.0	38.81	-8850.03			
			157.5	38.81	-2738.05			
2	-158.26		.0	-38.49	8805.43			
			157.5	-38.49	2744.24			
3	-158.44		.0	-38.81	8850.03			
			157.5	-38.81	2738.05			
4	158.26		.0	38.49	-8805.43			
			157.5	38.49	-2744.24			
2 -----								
1	145.86		.0	33.44	-4729.93			
			127.9	33.44	-451.57			
2	-145.70		.0	-33.41	4731.04			
			127.9	-33.41	456.76			
3	-145.86		.0	-33.44	4729.93			
			127.9	-33.44	451.57			
4	145.70		.0	33.41	-4731.04			
			127.9	33.41	-456.76			
3 -----								
1	128.69		.0	30.44	-3168.03			
			128.0	30.44	726.86			
2	-128.56		.0	-30.45	3168.82			
			128.0	-30.45	-727.25			
3	-128.69		.0	-30.44	3168.03			
			128.0	-30.44	-726.86			
4	128.56		.0	30.45	-3168.82			
			128.0	30.45	727.25			
4 -----								
1	109.37		.0	27.02	-2329.74			
			127.9	27.02	1127.15			
2	-109.25		.0	-27.09	2324.99			
			127.9	-27.09	-1141.14			
3	-109.37		.0	-27.02	2329.74			
			127.9	-27.02	-1127.15			
4	109.25		.0	27.09	-2324.99			
			127.9	27.09	1141.14			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
5 -----								
1	89.09		.0	27.39	-2085.41			
			128.0	27.39	1419.45			
2	-89.01		.0	-27.12	2065.10			
			128.0	-27.12	-1404.50			
3	-89.09		.0	-27.39	2085.41			
			128.0	-27.39	-1419.45			
4	89.01		.0	27.12	-2065.10			
			128.0	27.12	1404.50			
6 -----								
1	72.18		.0	24.82	-1256.72			
			127.9	24.82	1919.05			
2	-72.14		.0	-24.85	1266.01			
			127.9	-24.85	-1913.77			
3	-72.18		.0	-24.82	1256.72			
			127.9	-24.82	-1919.05			
4	72.14		.0	24.85	-1266.01			
			127.9	24.85	1913.77			
7 -----								
1	55.87		.0	21.70	-664.20			
			128.0	21.70	2112.52			
2	-55.84		.0	-21.72	665.33			
			128.0	-21.72	-2113.93			
3	-55.87		.0	-21.70	664.20			
			128.0	-21.70	-2112.52			
4	55.84		.0	21.72	-665.33			
			128.0	21.72	2113.93			
8 -----								
1	40.81		.0	17.87	-271.84			
			127.9	17.87	2015.10			
2	-40.81		.0	-17.96	266.26			
			127.9	-17.96	-2032.08			
3	-40.81		.0	-17.87	271.84			
			127.9	-17.87	-2015.10			
4	40.81		.0	17.96	-266.26			
			127.9	17.96	2032.08			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	1-2 PLANE MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	1-3 PLANE MOMENT	AXIAL TORQ
9 -----								
1	27.31		.0	15.09	-125.40			
			128.0	15.09	1805.83			
2	-27.34		.0	-14.79	101.88			
			128.0	-14.79	-1790.38			
3	-27.31		.0	-15.09	125.40			
			128.0	-15.09	-1805.83			
4	27.34		.0	14.79	-101.88			
			128.0	14.79	1790.38			
10 -----								
1	17.53		.0	11.64	258.36			
			128.0	11.64	1747.08			
2	-17.59		.0	-11.62	-249.49			
			128.0	-11.62	-1736.68			
3	-17.53		.0	-11.64	-258.36			
			128.0	-11.64	-1747.08			
4	17.59		.0	11.62	249.49			
			128.0	11.62	1736.68			
11 -----								
1	9.84		.0	7.42	530.75			
			128.0	7.42	1480.18			
2	-9.93		.0	-6.97	-524.44			
			128.0	-6.97	-1416.24			
3	-9.84		.0	-7.42	-530.75			
			128.0	-7.42	-1480.18			
4	9.93		.0	6.97	524.44			
			128.0	6.97	1416.24			
12 -----								
1	4.22		.0	.61	592.59			
			128.0	.61	671.19			
2	-4.28		.0	-1.24	-523.87			
			128.0	-1.24	-682.97			
3	-4.22		.0	-.61	-592.59			
			128.0	-.61	-671.19			
4	4.28		.0	1.24	523.87			
			128.0	1.24	682.97			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
13 -----								
1	72.33	.0		55.44	-11357.18			
		157.5		55.44	-2626.95			
2	-72.52	.0		-55.32	11341.28			
		157.5		-55.32	2629.68			
3	-72.33	.0		-55.44	11357.18			
		157.5		-55.44	2626.95			
4	72.52	.0		55.32	-11341.28			
		157.5		55.32	-2629.68			
14 -----								
1	66.54	.0		59.09	-6949.14			
		127.9		59.09	612.07			
2	-66.70	.0		-59.06	6947.67			
		127.9		-59.06	-608.85			
3	-66.54	.0		-59.09	6949.14			
		127.9		-59.09	-612.07			
4	66.70	.0		59.06	-6947.67			
		127.9		59.06	608.85			
15 -----								
1	58.60	.0		59.29	-5292.41			
		128.0		59.29	2293.91			
2	-58.74	.0		-59.28	5291.96			
		128.0		-59.28	-2293.58			
3	-58.60	.0		-59.29	5292.41			
		128.0		-59.29	-2293.91			
4	58.74	.0		59.28	-5291.96			
		128.0		59.28	2293.58			
16 -----								
1	49.66	.0		58.66	-4353.79			
		127.9		58.66	3152.18			
2	-49.77	.0		-58.65	4350.47			
		127.9		-58.65	-3154.27			
3	-49.66	.0		-58.66	4353.79			
		127.9		-58.66	-3152.18			
4	49.77	.0		58.65	-4350.47			
		127.9		58.65	3154.27			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

E L T I D	L O A D C O M B	A X I A L F O R C E	D I S T E N D I	1-2 PLANE		1-3 PLANE		A X I A L T O R Q
				S H E A R	M O M E N T	S H E A R	M O M E N T	
17 -----								
1	40.42	.0	128.0	53.25	-3798.64			
				53.25	3014.73			
2	-40.50	.0	128.0	-53.15	3791.36			
				-53.15	-3009.25			
3	-40.42	.0	128.0	-53.25	3798.64			
				-53.25	-3014.73			
4	40.50	.0	128.0	53.15	-3791.36			
				53.15	3009.25			
18 -----								
1	32.69	.0	127.9	49.18	-2785.33			
				49.18	3507.72			
2	-32.74	.0	127.9	-49.17	2786.16			
				-49.17	-3504.54			
3	-32.69	.0	127.9	-49.18	2785.33			
				-49.18	-3507.72			
4	32.74	.0	127.9	49.17	-2786.16			
				49.17	3504.54			
19 -----								
1	25.25	.0	128.0	44.63	-2086.82			
				44.63	3623.47			
2	-25.28	.0	128.0	-44.62	2086.56			
				-44.62	-3623.38			
3	-25.25	.0	128.0	-44.63	2086.82			
				-44.63	-3623.47			
4	25.28	.0	128.0	44.62	-2086.56			
				44.62	3623.38			
20 -----								
1	18.40	.0	127.9	39.51	-1539.47			
				39.51	3515.53			
2	-18.40	.0	127.9	-39.51	1536.08			
				-39.51	-3518.82			
3	-18.40	.0	127.9	-39.51	1539.47			
				-39.51	-3515.53			
4	18.40	.0	127.9	39.51	-1536.08			
				39.51	3518.82			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
21 -----								
1		12.35						
			.0	32.40	-1099.99			
			128.0	32.40	3045.64			
2		-12.32						
			.0	-32.29	1091.30			
			128.0	-32.29	-3039.80			
3		-12.35						
			.0	-32.40	1099.99			
			128.0	-32.40	-3045.64			
4		12.32						
			.0	32.29	-1091.30			
			128.0	32.29	3039.80			
22 -----								
1		7.87						
			.0	24.37	-311.51			
			128.0	24.37	2806.66			
2		-7.81						
			.0	-24.32	311.90			
			128.0	-24.32	-2799.32			
3		-7.87						
			.0	-24.37	311.51			
			128.0	-24.37	-2806.66			
4		7.81						
			.0	24.32	-311.90			
			128.0	24.32	2799.32			
23 -----								
1		4.38						
			.0	16.30	171.83			
			128.0	16.30	2257.99			
2		-4.30						
			.0	-16.18	-167.79			
			128.0	-16.18	-2237.66			
3		-4.38						
			.0	-16.30	-171.83			
			128.0	-16.30	-2257.99			
4		4.30						
			.0	16.18	167.79			
			128.0	16.18	2237.66			
24 -----								
1		1.81						
			.0	8.61	328.31			
			128.0	8.61	1429.99			
2		-1.75						
			.0	-8.87	-303.98			
			128.0	-8.87	-1439.24			
3		-1.81						
			.0	-8.61	-328.31			
			128.0	-8.61	-1429.99			
4		1.75						
			.0	8.87	303.98			
			128.0	8.87	1439.24			



PROGRAM:SAP90/FILE:model2b2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	AXIAL MOMENT	TORQ
25 -----								
1		-72.52						
			.0	55.32	-11341.28			
2			157.5	55.32	-2629.68			
		72.33						
3			.0	-55.44	11357.18			
			157.5	-55.44	2626.95			
4		72.52						
			.0	-55.32	11341.28			
5			157.5	-55.32	2629.68			
		-72.33						
6			.0	55.44	-11357.18			
			157.5	55.44	-2626.95			
26 -----								
1		-66.70						
			.0	59.06	-6947.67			
2			127.9	59.06	608.85			
		66.54						
3			.0	-59.09	6949.14			
			127.9	-59.09	-612.07			
4		66.70						
			.0	-59.06	6947.67			
5			127.9	-59.06	-608.85			
		-66.54						
6			.0	59.09	-6949.14			
			127.9	59.09	612.07			
27 -----								
1		-58.74						
			.0	59.28	-5291.96			
2			128.0	59.28	2293.58			
		58.60						
3			.0	-59.29	5292.41			
			128.0	-59.29	-2293.91			
4		58.74						
			.0	-59.28	5291.96			
5			128.0	-59.28	-2293.58			
		-58.60						
6			.0	59.29	-5292.41			
			128.0	59.29	2293.91			
28 -----								
1		-49.77						
			.0	58.65	-4350.47			
2			127.9	58.65	3154.27			
		49.66						
3			.0	-58.66	4353.79			
			127.9	-58.66	-3152.18			
4		49.77						
			.0	-58.65	4350.47			
5			127.9	-58.65	-3154.27			
		-49.66						
6			.0	58.66	-4353.79			
			127.9	58.66	3152.18			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
29 -----								
1	-40.50	.0		53.15	-3791.36			
		128.0		53.15	3009.25			
2	40.42	.0		-53.25	3798.64			
		128.0		-53.25	-3014.73			
3	40.50	.0		-53.15	3791.36			
		128.0		-53.15	-3009.25			
4	-40.42	.0		53.25	-3798.64			
		128.0		53.25	3014.73			
30 -----								
1	-32.74	.0		49.17	-2786.16			
		127.9		49.17	3504.54			
2	32.69	.0		-49.18	2785.33			
		127.9		-49.18	-3507.72			
3	32.74	.0		-49.17	2786.16			
		127.9		-49.17	-3504.54			
4	-32.69	.0		49.18	-2785.33			
		127.9		49.18	3507.72			
31 -----								
1	-25.28	.0		44.62	-2086.56			
		128.0		44.62	3623.38			
2	25.25	.0		-44.63	2086.82			
		128.0		-44.63	-3623.47			
3	25.28	.0		-44.62	2086.56			
		128.0		-44.62	-3623.38			
4	-25.25	.0		44.63	-2086.82			
		128.0		44.63	3623.47			
32 -----								
1	-18.40	.0		39.51	-1536.08			
		127.9		39.51	3518.82			
2	18.40	.0		-39.51	1539.47			
		127.9		-39.51	-3515.53			
3	18.40	.0		-39.51	1536.08			
		127.9		-39.51	-3518.82			
4	-18.40	.0		39.51	-1539.47			
		127.9		39.51	3515.53			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
33 -----								
1	-12.32	.0		32.29	-1091.30			
		128.0		32.29	3039.80			
2	12.35	.0		-32.40	1099.99			
		128.0		-32.40	-3045.64			
3	12.32	.0		-32.29	1091.30			
		128.0		-32.29	-3039.80			
4	-12.35	.0		32.40	-1099.99			
		128.0		32.40	3045.64			
34 -----								
1	-7.81	.0		24.32	-311.90			
		128.0		24.32	2799.32			
2	7.87	.0		-24.37	311.51			
		128.0		-24.37	-2806.66			
3	7.81	.0		-24.32	311.90			
		128.0		-24.32	-2799.32			
4	-7.87	.0		24.37	-311.51			
		128.0		24.37	2806.66			
35 -----								
1	-4.30	.0		16.18	167.79			
		128.0		16.18	2237.66			
2	4.38	.0		-16.30	-171.83			
		128.0		-16.30	-2257.99			
3	4.30	.0		-16.18	-167.79			
		128.0		-16.18	-2237.66			
4	-4.38	.0		16.30	171.83			
		128.0		16.30	2257.99			
36 -----								
1	-1.75	.0		8.87	303.98			
		128.0		8.87	1439.24			
2	1.81	.0		-8.61	-328.31			
		128.0		-8.61	-1429.99			
3	1.75	.0		-8.87	-303.98			
		128.0		-8.87	-1439.24			
4	-1.81	.0		8.61	328.31			
		128.0		8.61	1429.99			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
37 -----								
1	-158.26		.0	38.49	-8805.43			
			157.5	38.49	-2744.24			
2	158.44		.0	-38.81	8850.03			
			157.5	-38.81	2738.05			
3	158.26		.0	-38.49	8805.43			
			157.5	-38.49	2744.24			
4	-158.44		.0	38.81	-8850.03			
			157.5	38.81	-2738.05			
38 -----								
1	-145.70		.0	33.41	-4731.04			
			127.9	33.41	-456.76			
2	145.86		.0	-33.44	4729.93			
			127.9	-33.44	451.57			
3	145.70		.0	-33.41	4731.04			
			127.9	-33.41	456.76			
4	-145.86		.0	33.44	-4729.93			
			127.9	33.44	-451.57			
39 -----								
1	-128.56		.0	30.45	-3168.82			
			128.0	30.45	727.25			
2	128.69		.0	-30.44	3168.03			
			128.0	-30.44	-726.86			
3	128.56		.0	-30.45	3168.82			
			128.0	-30.45	-727.25			
4	-128.69		.0	30.44	-3168.03			
			128.0	30.44	726.86			
40 -----								
1	-109.25		.0	27.09	-2324.99			
			127.9	27.09	1141.14			
2	109.37		.0	-27.02	2329.74			
			127.9	-27.02	-1127.15			
3	109.25		.0	-27.09	2324.99			
			127.9	-27.09	-1141.14			
4	-109.37		.0	27.02	-2329.74			
			127.9	27.02	1127.15			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
41 -----								
1	-89.01		.0	27.12	-2065.10			
			128.0	27.12	1404.50			
2	89.09		.0	-27.39	2085.41			
			128.0	-27.39	-1419.45			
3	89.01		.0	-27.12	2065.10			
			128.0	-27.12	-1404.50			
4	-89.09		.0	27.39	-2085.41			
			128.0	27.39	1419.45			
42 -----								
1	-72.14		.0	24.85	-1266.01			
			127.9	24.85	1913.77			
2	72.18		.0	-24.82	1256.72			
			127.9	-24.82	-1919.05			
3	72.14		.0	-24.85	1266.01			
			127.9	-24.85	-1913.77			
4	-72.18		.0	24.82	-1256.72			
			127.9	24.82	1919.05			
43 -----								
1	-55.84		.0	21.72	-665.33			
			128.0	21.72	2113.93			
2	55.87		.0	-21.70	664.20			
			128.0	-21.70	-2112.52			
3	55.84		.0	-21.72	665.33			
			128.0	-21.72	-2113.93			
4	-55.87		.0	21.70	-664.20			
			128.0	21.70	2112.52			
44 -----								
1	-40.81		.0	17.96	-266.26			
			127.9	17.96	2032.08			
2	40.81		.0	-17.87	271.84			
			127.9	-17.87	-2015.10			
3	40.81		.0	-17.96	266.26			
			127.9	-17.96	-2032.08			
4	-40.81		.0	17.87	-271.84			
			127.9	17.87	2015.10			

PROGRAM:SAP90/FILE:model2b2.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

FRAME ELEMENT FORCES

ELT ID	LOAD COMB	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE		1-3 PLANE		AXIAL TORQ
				SHEAR	MOMENT	SHEAR	MOMENT	
-----								
45	1	-27.34	.0	14.79	-101.88			
			128.0	14.79	1790.38			
	2	27.31	.0	-15.09	125.40			
			128.0	-15.09	-1805.83			
	3	27.34	.0	-14.79	101.88			
			128.0	-14.79	-1790.38			
	4	-27.31	.0	15.09	-125.40			
			128.0	15.09	1805.83			
-----								
46	1	-17.59	.0	11.62	249.49			
			128.0	11.62	1736.68			
	2	17.53	.0	-11.64	-258.36			
			128.0	-11.64	-1747.08			
	3	17.59	.0	-11.62	-249.49			
			128.0	-11.62	-1736.68			
	4	-17.53	.0	11.64	258.36			
			128.0	11.64	1747.08			
-----								
47	1	-9.93	.0	6.97	524.44			
			128.0	6.97	1416.24			
	2	9.84	.0	-7.42	-530.75			
			128.0	-7.42	-1480.18			
	3	9.93	.0	-6.97	-524.44			
			128.0	-6.97	-1416.24			
	4	-9.84	.0	7.42	530.75			
			128.0	7.42	1480.18			
-----								
48	1	-4.28	.0	1.24	523.87			
			128.0	1.24	682.97			
	2	4.22	.0	-.61	-592.59			
			128.0	-.61	-671.19			
	3	4.28	.0	-1.24	-523.87			
			128.0	-1.24	-682.97			
	4	-4.22	.0	.61	592.59			
			128.0	.61	671.19			

PROGRAM:SAP90/FILE:gylui.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COND	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
1	1	-54.18	.0	-.23	12.08			
			157.5	-.23	-23.90			
2	1	-48.14	.0	-.40	26.41			
			127.9	-.40	-24.29			
3	1	-42.62	.0	-.41	26.34			
			128.0	-.41	-25.60			
4	1	-37.10	.0	-.41	25.26			
			127.9	-.41	-27.04			
5	1	-31.88	.0	-.35	23.81			
			128.0	-.35	-21.48			
6	1	-27.14	.0	-.33	20.81			
			127.9	-.33	-21.33			
7	1	-22.39	.0	-.33	21.13			
			128.0	-.33	-21.57			
8	1	-17.64	.0	-.35	21.03			
			127.9	-.35	-23.28			
9	1	-13.35	.0	-.30	19.31			
			128.0	-.30	-18.60			
10	1	-9.63	.0	-.28	18.29			
			128.0	-.28	-18.02			
11	1	-5.92	.0	-.30	18.95			
			128.0	-.30	-19.89			
12	1	-2.20	.0	-.41	16.93			
			128.0	-.41	-34.99			
13	1	-68.77	.0	.06	-2.31			
			157.5	.06	6.48			

PROGRAM:SAP90/FILE:gylui.F3F

PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COND	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
14	1	-61.05	.0	.15	-10.71			
			127.9	.15	8.97			
15	1	-53.94	.0	.13	-8.16			
			128.0	.13	8.33			
16	1	-46.83	.0	.14	-8.60			
			127.9	.14	9.57			
17	1	-40.27	.0	.11	-7.18			
			128.0	.11	6.93			
18	1	-34.57	.0	.10	-6.55			
			127.9	.10	6.59			
19	1	-28.87	.0	.10	-6.68			
			128.0	.10	6.34			
20	1	-23.17	.0	.11	-6.80			
			127.9	.11	7.29			
21	1	-17.78	.0	.09	-5.72			
			128.0	.09	5.69			
22	1	-12.88	.0	.09	-5.45			
			128.0	.09	5.67			
23	1	-7.98	.0	.07	-5.38			
			128.0	.07	3.58			
24	1	-3.08	.0	.15	-7.74			
			128.0	.15	11.73			
25	1	-68.77	.0	-.06	2.31			
			157.5	-.06	-6.48			
26	1	-61.05	.0	-.15	10.71			
			127.9	-.15	-8.97			



PROGRAM:SAP90/FILE:gylui.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COND	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	AXIAL MOMENT	TORQ
27	1	-53.94	.0	-.13	8.16			
			128.0	-.13	-8.33			
28	1	-46.83	.0	-.14	8.60			
			127.9	-.14	-9.57			
29	1	-40.27	.0	-.11	7.18			
			128.0	-.11	-6.93			
30	1	-34.57	.0	-.10	6.55			
			127.9	-.10	-6.59			
31	1	-28.87	.0	-.10	6.68			
			128.0	-.10	-6.34			
32	1	-23.17	.0	-.11	6.80			
			127.9	-.11	-7.29			
33	1	-17.78	.0	-.09	5.72			
			128.0	-.09	-5.69			
34	1	-12.88	.0	-.09	5.45			
			128.0	-.09	-5.67			
35	1	-7.98	.0	-.07	5.38			
			128.0	-.07	-3.58			
36	1	-3.08	.0	-.15	7.74			
			128.0	-.15	-11.73			
37	1	-54.18	.0	.23	-12.08			
			157.5	.23	23.90			
38	1	-48.14	.0	.40	-26.41			
			127.9	.40	24.29			
39	1	-42.62	.0	.41	-26.34			
			128.0	.41	25.60			

PROGRAM:SAP90/FILE:gylui.F3F  
 PORTAL OPEN FRAME 12 STORY 3 BAY (SATUAN KIP - INCHI)

F R A M E   E L E M E N T   F O R C E S

ELT ID	LOAD COND	AXIAL FORCE	DIST ENDI	1-2 PLANE SHEAR	MOMENT	1-3 PLANE SHEAR	MOMENT	AXIAL TORQ
40	1	-37.10	.0	.41	-25.26			
			127.9	.41	27.04			
41	1	-31.68	.0	.35	-23.81			
			128.0	.35	21.48			
42	1	-27.14	.0	.33	-20.81			
			127.9	.33	21.33			
43	1	-22.39	.0	.33	-21.13			
			128.0	.33	21.57			
44	1	-17.64	.0	.35	-21.03			
			127.9	.35	23.28			
45	1	-13.35	.0	.30	-19.31			
			128.0	.30	18.60			
46	1	-9.63	.0	.28	-18.29			
			128.0	.28	18.02			
47	1	-5.92	.0	.30	-18.95			
			128.0	.30	19.89			
48	1	-2.20	.0	.41	-16.93			
			128.0	.41	34.99			

# LAMPIRAN 4

1. Perhitungan nilai faktor K dengan formula *Alignment Chart*.

Tabel Analisis Faktor K

Elemen	G <sub>A</sub>	G <sub>B</sub>	Kx	Elemen	G <sub>A</sub>	G <sub>B</sub>	Kx
1	36,99269	1	2,173	25	20,62817	1	2,076
2	40,81945	36,99269	5,723	26	22,76208	20,62817	4,317
3	40,81945	40,81945	5,865	27	22,76208	22,76208	4,422
4	37,23229	40,81945	5,732	28	19,69849	22,76208	4,268
5	41,84612	37,23229	5,766	29	20,68965	19,69849	4,175
6	41,84612	41,84612	5,937	30	20,68965	20,68965	4,225
7	41,84612	41,84612	5,937	31	20,68965	20,68965	4,225
8	35,69228	41,84612	5,703	32	18,7931	20,68965	4,127
9	34,94381	35,69228	5,466	33	19,98852	18,7931	4,095
10	34,94381	34,94381	5,438	34	19,98852	19,98852	4,156
11	34,94381	34,94381	5,438	35	19,98852	19,98852	4,156
12	17,47191	34,94381	4,499	36	9,99426	19,98852	3,469
13	20,62817	1	2,076	37	36,99269	1	2,173
14	22,76208	20,62817	4,317	38	40,81945	36,99269	5,723
15	22,76208	22,76208	4,422	39	40,81945	40,81945	5,865
16	19,69849	22,76208	4,268	40	37,23229	40,81945	5,732
17	20,68965	19,69849	4,175	41	41,84612	37,23229	5,766
18	20,68965	20,68965	4,225	42	41,84612	41,84612	5,937
19	20,68965	20,68965	4,225	43	41,84612	41,84612	5,937
20	18,7931	20,68965	4,127	44	35,69228	41,84612	5,703
21	19,98852	18,7931	4,095	45	34,94381	35,69228	5,466
22	19,98852	19,98852	4,156	46	34,94381	34,94381	5,438
23	19,98852	19,98852	4,156	47	34,94381	34,94381	5,438
24	9,99426	19,98852	3,469	48	17,47191	34,94381	4,499

**2. Perhitungan rasio interaksi balok-kolom dengan nilai faktor K formula  
Alignment chart**

Tabel Perhitungan Kekuatan Kolom

Elemen	K	Lx	KL/rx	$\phi_c F_{cr}$ (ksi)	$\phi_c P_n$	Pu (kip)	Ratio Pu/ $\phi_c P_n$
1	2,173	157,48	47,1269	27,22347	3402,9343	1233,74	0,3626
2	5,723	127,953	100,8661	17,91068	2238,8347	1126,43	0,5031
3	5,865	127,953	103,3683	17,43525	2179,4062	1015,04	0,4657
4	5,732	127,953	101,0313	17,87925	2234,9066	901,37	0,4033
5	5,766	127,953	104,3482	17,24942	1880,1871	787,04	0,4186
6	5,937	127,953	107,441	16,66474	1816,4572	679,1	0,3739
7	5,937	127,953	107,441	16,66474	1816,4572	574	0,3160
8	5,703	127,953	103,2174	17,46388	1903,5633	468,82	0,2463
9	5,466	127,953	102,9942	17,50626	1458,2713	364,25	0,2498
10	5,438	127,953	102,4675	17,60627	1466,6026	260,56	0,1777
11	5,438	127,953	102,4675	17,60628	1466,6031	156,84	0,1069
12	4,499	127,953	84,7884	20,95831	1745,8274	53,17	0,0305
13	2,076	157,48	43,6995	27,67329	4067,9739	1951,26	0,4797
14	4,317	127,953	73,845	22,96395	3375,7002	1779,56	0,5272
15	4,422	127,953	75,63594	22,64258	3328,4586	1608,85	0,4834
16	4,268	127,953	73,00088	23,11429	3397,8007	1438,28	0,4233
17	4,175	127,953	74,60951	22,82715	2670,7765	1268,56	0,4750
18	4,225	127,953	75,49473	22,66803	2652,1593	1100,07	0,4148
19	4,225	127,953	75,49473	22,66803	2652,1593	931,68	0,3513
20	4,127	127,953	73,75757	22,97955	2688,6077	763,36	0,2839
21	4,095	127,953	75,06006	22,74626	2297,3720	595,5	0,2592
22	4,156	127,953	76,18074	22,5442	2276,9640	428,27	0,1881
23	4,156	127,953	76,18074	22,5442	2276,9640	261,06	0,1147
24	3,469	127,953	63,59775	24,73132	2497,8633	93,8	0,0376
25	2,076	157,48	43,6995	27,67329	4067,9739	1951,26	0,4797
26	4,317	127,953	73,845	22,96395	3375,7002	1779,56	0,5272
27	4,422	127,953	75,63594	22,64258	3328,4586	1608,85	0,4834
28	4,268	127,953	73,00088	23,11429	3397,8007	1438,28	0,4233
29	4,175	127,953	74,60951	22,82715	2670,7765	1268,56	0,4750
30	4,225	127,953	75,49473	22,66803	2652,1593	1100,07	0,4148
31	4,225	127,953	75,49473	22,66803	2652,1593	931,68	0,3513
32	4,127	127,953	73,75757	22,97955	2688,6077	763,36	0,2839
33	4,095	127,953	75,06006	22,74626	2297,3720	595,5	0,2592
34	4,156	127,953	76,18074	22,5442	2276,9640	428,27	0,1881
35	4,156	127,953	76,18074	22,5442	2276,9640	261,06	0,1147

Lanjutan Tabel perhitungan kekuatan kolom

Elemen	K	Lx	KL/rx	$\phi_c F_{cr}$ (ksi)	$\phi_c P_n$	Pu (kip)	Ratio Pu/ $\phi_c P_n$
36	3,469	127,953	63,59775	24,73132	2497,8633	93,8	0,0376
37	2,173	157,48	47,1269	27,22347	3402,9343	1233,74	0,3626
38	5,723	127,953	100,8661	17,91068	2238,8347	1126,43	0,5031
39	5,865	127,953	103,3683	17,43525	2179,4062	1015,04	0,4657
40	5,732	127,953	101,0313	17,87925	2234,9066	901,37	0,4033
41	5,766	127,953	104,3482	17,24942	1880,1871	787,04	0,4186
42	5,937	127,953	107,441	16,66474	1816,4572	679,1	0,3739
43	5,937	127,953	107,441	16,66474	1816,4572	574	0,3160
44	5,703	127,953	103,2174	17,46388	1903,5633	468,82	0,2463
45	5,466	127,953	102,9942	17,50626	1458,2713	364,25	0,2498
46	5,438	127,953	102,4675	17,60627	1466,6026	260,56	0,1777
47	5,438	127,953	102,4675	17,60627	1466,6026	156,84	0,1069
48	4,499	127,953	84,7884	20,95831	1745,8274	53,17	0,0305

Tabel Perhitungan Efek Balok

Elemen	Lp	bf/2tf	hc/tw	Mp	(Mn = Mp)
1	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346,3
2	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346,3
3	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346,3
4	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346,3
5	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987,2
6	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987,2
7	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987,2
8	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987,2
9	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463,4
10	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463,4
11	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463,4
12	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463,4
13	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
14	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
15	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
16	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
17	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2162,7
18	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2162,7
19	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2162,7

Lanjutan tabel perhitungan efek balok

Elemen	Lp	bf/2tf	hc/tw	Mp	(Mn = Mp)
20	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2162,7
21	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814,4
22	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814,4
23	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814,4
24	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814,4
25	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
26	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
27	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
28	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
29	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2162,7
30	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2162,7
31	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2162,7
32	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2162,7
33	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814,4
34	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814,4
35	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814,4
36	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814,4
37	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346,3
38	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346,3
39	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346,3
40	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346,3
41	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987,2
42	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987,2
43	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987,2
44	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987,2
45	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463,4
46	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463,4
47	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463,4
48	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463,4

Tabel Perhitungan Pembesaran Momen

Elemen	KL/rx	Cm	Pe 1	B1	$\Sigma Pu$	Pe 2	$\Sigma Pe$	B2
1	21,69146	0,433584	76037,91	0,440735	6370,000	16109,05	76282,9380	1,091113
2	17,62438	0,247908	115180,8	0,250356	5811,980	3516,554	22464,4196	1,349017
3	17,62438	0,208713	115180,8	0,210568	5247,780	3348,367	21405,9224	1,324776

Lanjutan tabel perhitungan pembesaran momen

Elemen	KL/rx	Cm	Pe 1	B1	$\Sigma$ Pu	Pe 2	$\Sigma$ Pe	B2
4	17,62438	0,217938	115180,8	0,219657	4679,300	3505,062	22800,3691	1,258224
5	18,09802	0,219419	95249,37	0,221247	4111,200	2865,196	17762,0424	1,301168
6	18,09802	0,201046	95249,37	0,202489	3558,340	2702,615	17156,3799	1,26168
7	18,09802	0,205374	95249,37	0,206619	3011,360	2702,615	17156,3799	1,212892
8	18,09802	0,232854	95249,37	0,234006	2464,360	2928,319	18167,8361	1,156931
9	18,84433	0,234425	67140	0,235703	1919,500	2247,592	14757,1673	1,149521
10	18,84433	0,204133	67140	0,204928	1377,660	2270,757	14503,7926	1,104956
11	18,84433	0,208058	67140	0,208545	835,800	2270,758	14503,7939	1,06115
12	18,84433	0,244069	67140	0,244262	293,940	3316,422	20927,2350	1,014246
13	21,05348	0,434051	94922,13	0,443161	6370,000	22032,41	76282,9380	1,091113
14	17,10602	0,253909	143786,2	0,257091	5811,980	7715,656	22464,4196	1,349017
15	17,10602	0,203232	143786,2	0,205532	5247,780	7354,594	21405,9224	1,324776
16	17,10602	0,223953	143786,2	0,226216	4679,300	7895,123	22800,3691	1,258224
17	17,87053	0,232939	104859,7	0,235792	4111,200	6015,825	17762,0424	1,301168
18	17,87053	0,208663	104859,7	0,210876	3558,340	5875,575	17156,3799	1,26168
19	17,87053	0,205166	104859,7	0,207005	3011,360	5875,575	17156,3799	1,212892
20	17,87053	0,217145	104859,7	0,218737	2464,360	6155,599	18167,8361	1,156931
21	18,33138	0,22471	86025,86	0,226276	1919,500	5130,992	14757,1673	1,149521
22	18,33138	0,204383	86025,86	0,205406	1377,660	4981,14	14503,7926	1,104956
23	18,33138	0,201507	86025,86	0,202121	835,800	4981,14	14503,7939	1,06115
24	18,33138	0,236612	86025,86	0,236871	293,940	7147,195	20927,2350	1,014246
25	21,05348	0,434051	94922,13	0,443161	6370,000	22032,41	76282,9380	1,091113
26	17,10602	0,253909	143786,2	0,257091	5811,980	7715,656	22464,4196	1,349017
27	17,10602	0,203232	143786,2	0,205532	5247,780	7354,594	21405,9224	1,324776
28	17,10602	0,223953	143786,2	0,226216	4679,300	7895,123	22800,3691	1,258224
29	17,87053	0,232939	104859,7	0,235792	4111,200	6015,825	17762,0424	1,301168
30	17,87053	0,208663	104859,7	0,210876	3558,340	5875,575	17156,3799	1,26168
31	17,87053	0,205166	104859,7	0,207005	3011,360	5875,575	17156,3799	1,212892
32	17,87053	0,217145	104859,7	0,218737	2464,360	6155,599	18167,8361	1,156931
33	18,33138	0,22471	86025,86	0,226276	1919,500	5130,992	14757,1673	1,149521
34	18,33138	0,204383	86025,86	0,205406	1377,660	4981,14	14503,7926	1,104956
35	18,33138	0,201507	86025,86	0,202121	835,800	4981,14	14503,7939	1,06115
36	18,33138	0,236612	86025,86	0,236871	293,940	7147,195	20927,2350	1,014246
37	21,69146	0,433584	76037,91	0,440735	6370,000	16109,05	76282,9380	1,091113
38	17,62438	0,247908	115180,8	0,250356	5811,980	3516,554	22464,4196	1,349017
39	17,62438	0,208713	115180,8	0,210568	5247,780	3348,367	21405,9224	1,324776
40	17,62438	0,217938	115180,8	0,219657	4679,300	3505,062	22800,3691	1,258224
41	18,09802	0,219419	95249,37	0,221247	4111,200	2865,196	17762,0424	1,301168
42	18,09802	0,201046	95249,37	0,202489	3558,340	2702,615	17156,3799	1,26168



Lanjutan tabel perhitungan pembesaran momen

Elemen	KL/rx	Cm	Pe 1	B1	$\Sigma Pu$	Pe 2	$\Sigma Pe$	B2
43	18,09802	0,205374	95249,37	0,206619	3011,360	2702,615	17156,3799	1,212892
44	18,09802	0,232854	95249,37	0,234006	2464,360	2928,319	18167,8361	1,156931
45	18,84433	0,234425	67140	0,235703	1919,500	2247,592	14757,1673	1,149521
46	18,84433	0,204133	67140	0,204928	1377,660	2270,757	14503,7926	1,104956
47	18,84433	0,208058	67140	0,208545	835,800	2270,757	14503,7939	1,06115
48	18,84433	0,244069	67140	0,244262	293,940	3316,422	20927,2350	1,014246

Tabel Perhitungan Rasio Interaksi Balok-Kolom

Elemen	Mnt	Mlt	B1Mnt	B2Mlt	Mu	Kontrol ratio
1	79,085	737,5025	79,085	804,6988	883,7838	0,697371
2	116,995	394,2533	116,995	531,8543	648,8493	0,748947
3	97,9425	264,0683	97,9425	349,8314	447,7739	0,635379
4	106,9225	194,145	106,9225	244,278	351,2005	0,536366
5	98,90583	173,7842	98,90583	226,1224	325,0283	0,563984
6	101,6783	159,9208	101,6783	201,769	303,4473	0,509594
7	100,4208	176,1608	100,4208	213,664	314,0849	0,456492
8	113,2375	169,34	113,2375	195,9147	309,1522	0,384571
9	98,32083	150,4858	98,32083	172,9866	271,3074	0,414578
10	102,91	145,59	102,91	160,8705	263,7805	0,269083
11	99,85917	123,3483	99,85917	130,8911	230,7503	0,211151
12	117,3542	56,91417	117,3542	57,72496	175,0791	0,134866
13	33,75333	946,4317	33,75333	1032,664	1066,418	0,81403
14	49,4475	579,095	49,4475	781,2088	830,6563	0,787613
15	39,29583	441,0342	39,29583	584,2716	623,5674	0,678876
16	43,66917	362,8158	43,66917	456,5037	500,1729	0,580122
17	38,42417	316,5533	38,42417	411,8891	450,3133	0,660061
18	39,82333	292,31	39,82333	368,8018	408,6251	0,582731
19	38,13417	301,9558	38,13417	366,2398	404,3739	0,517492
20	40,10917	293,235	40,10917	339,2526	379,3618	0,439845
21	37,5425	253,8033	37,5425	291,7522	329,2947	0,420533
22	38,7075	233,8883	38,7075	258,4362	297,1437	0,257814
23	37,595	188,1658	37,595	199,6722	237,2672	0,188095
24	42,62667	119,9367	42,62667	121,6453	164,2719	0,109314
25	33,75333	946,4317	33,75333	1032,664	1066,418	0,81403
26	49,4475	579,095	49,4475	781,2088	830,6563	0,787613

Lanjutan tabel perhitungan rasio interaksi balok-kolom

Elemen	Mnt	Mlt	B1Mnt	B2Mlt	Mu	Kontrol ratio
27	39,29583	441,0342	39,29583	584,2716	623,5674	0,678876
28	43,66917	362,8158	43,66917	456,5037	500,1729	0,580122
29	38,42417	316,5533	38,42417	411,8891	450,3133	0,660061
30	39,82333	292,31	39,82333	368,8018	408,6251	0,582731
31	38,13417	301,9558	38,13417	366,2398	404,3739	0,517492
32	40,10917	293,235	40,10917	339,2526	379,3618	0,439845
33	37,5425	253,8033	37,5425	291,7522	329,2947	0,420533
34	38,7075	233,8883	38,7075	258,4362	297,1437	0,257814
35	37,595	188,1658	37,595	199,6722	237,2672	0,188095
36	42,62667	119,9367	42,62667	121,6453	164,2719	0,109314
37	79,085	737,5025	79,085	804,6988	883,7838	0,697371
38	116,995	394,2533	116,995	531,8543	648,8493	0,748947
39	97,9425	264,0683	97,9425	349,8314	447,7739	0,635379
40	106,9225	194,145	106,9225	244,278	351,2005	0,536366
41	98,90583	173,7842	98,90583	226,1224	325,0283	0,563984
42	101,6783	159,9208	101,6783	201,769	303,4473	0,509594
43	100,4208	176,1608	100,4208	213,664	314,0849	0,456492
44	113,2375	169,34	113,2375	195,9147	309,1522	0,384571
45	98,32083	150,4858	98,32083	172,9866	271,3074	0,414578
46	102,91	145,59	102,91	160,8705	263,7805	0,269083
47	99,85917	123,3483	99,85917	130,8911	230,7503	0,211151
48	117,3542	56,91417	117,3542	57,72496	175,0791	0,134866

# LAMPIRAN 5

# I. Perhitungan nilai faktor K dengan formula *LRFD - AISC*

Tabel Analisis Faktor K

Element	Inersia (Inchi <sup>4</sup> )	Pu (Kip)	ΣPu (Kip)	Σ <sup>1</sup> /K <sup>2</sup>	K
1	6,60E+03	1233,74	6370	6607,746	2,27093
2	6,60E+03	1126,43	5811,98	1284,113	5,14968
3	6,60E+03	1015,04	5247,78	1223,606	5,28077
4	6,60E+03	901,37	4679,3	1303,290	5,12732
5	5,44E+03	787,04	4111,2	1015,724	5,28929
6	5,44E+03	679,1	3558,34	981,103	5,39013
7	5,44E+03	574	3011,36	981,103	5,39346
8	5,44E+03	468,82	2464,36	1038,930	5,24633
9	3,84E+03	364,25	1919,5	841,616	4,90346
10	3,84E+03	260,56	1377,66	827,195	4,95426
11	3,84E+03	156,84	835,8	827,195	4,97376
12	3,84E+03	53,17	293,94	1193,561	4,21735
13	8,21E+03	1951,26	6370	6607,746	2,01399
14	8,21E+03	1779,56	5811,98	1284,113	4,56957
15	8,21E+03	1608,85	5247,78	1223,606	4,67822
16	8,21E+03	1438,28	4679,3	1303,290	4,52710
17	6,00E+03	1268,56	4111,2	1015,724	4,37539
18	6,00E+03	1100,07	3558,34	981,103	4,44766
19	6,00E+03	931,68	3011,36	981,103	4,44597
20	6,00E+03	763,36	2464,36	1038,930	4,31787
21	4,90E+03	595,5	1919,5	841,616	4,33206
22	4,90E+03	428,27	1377,66	827,195	4,36522
23	4,90E+03	261,06	835,8	827,195	4,35487
24	4,90E+03	93,8	293,94	1193,561	3,58677
25	8,21E+03	1951,26	6370	6607,746	2,01399
26	8,21E+03	1779,56	5811,98	1284,113	4,56957
27	8,21E+03	1608,85	5247,78	1223,606	4,67822
28	8,21E+03	1438,28	4679,3	1303,290	4,52710
29	6,00E+03	1268,56	4111,2	1015,724	4,37539
30	6,00E+03	1100,07	3558,34	981,103	4,44766
31	6,00E+03	931,68	3011,36	981,103	4,44597
32	6,00E+03	763,36	2464,36	1038,930	4,31787
33	4,90E+03	595,5	1919,5	841,616	4,33206
34	4,90E+03	428,27	1377,66	827,195	4,36522
35	4,90E+03	261,06	835,8	827,195	4,35487

Lanjutan tabel analisis faktor K

Element	Inersia (Inchi <sup>4</sup> )	Pu (Kip)	$\Sigma Pu$ (Kip)	$\Sigma I/K^2$	K
36	4,90E+03	93,8	293,94	1193,561	3,58677
37	6,60E+03	1233,74	6370	6607,746	2,27093
38	6,60E+03	1126,43	5811,98	1284,113	5,14968
39	6,60E+03	1015,04	5247,78	1223,606	5,28077
40	6,60E+03	901,37	4679,3	1303,290	5,12732
41	5,44E+03	787,04	4111,2	1015,724	5,28929
42	5,44E+03	679,1	3558,34	981,103	5,39013
43	5,44E+03	574	3011,36	981,103	5,39346
44	5,44E+03	468,82	2464,36	1038,930	5,24633
45	3,84E+03	364,25	1919,5	841,616	4,90346
46	3,84E+03	260,56	1377,66	827,195	4,95426
47	3,84E+03	156,84	835,8	827,195	4,97376
48	3,84E+03	53,17	293,94	1193,561	4,21735

**2. Perhitungan rasio interaksi balok-kolom dengan nilai faktor K formula LRFD  
- AISC**

Tabel Perhitungan Kekuatan Kolom

Elemen	K	Lx (Inchi)	KL/rx	$\phi_c F_{cr}$ (Ksi)	$\phi_c P_n$ (Kip)	Pu (kip)	Ratio Pu/ $\phi_c P_n$
1	2,270927	157,48	49,2597	26,93044	3366,305	1233,74	0,366497
2	5,149681	127,953	90,7599	19,83303	2479,128	1126,43	0,454365
3	5,280772	127,953	93,0703	19,3945	2424,312	1015,04	0,418692
4	5,127318	127,953	90,3658	19,9077	2488,463	901,37	0,36222
5	5,289292	127,953	95,7257	18,88933	2058,937	787,04	0,382255
6	5,390128	127,953	97,5506	18,54182	2021,059	679,1	0,336012
7	5,393462	127,953	97,611	18,53033	2019,806	574	0,284186
8	5,246327	127,953	94,9481	19,03735	2075,071	468,82	0,22593
9	4,903463	127,953	92,4025	19,52138	1626,131	364,25	0,223998
10	4,954261	127,953	93,3597	19,33949	1610,979	260,56	0,16174
11	4,973757	127,953	93,7271	19,26964	1605,161	156,84	0,09771
12	4,217346	127,953	79,4731	21,94413	1827,946	53,17	0,029087
13	2,013989	157,48	42,4015	27,83659	4091,979	1951,26	0,47685
14	4,569574	127,953	78,1672	22,18323	3260,935	1779,56	0,545721
15	4,678222	127,953	80,0257	21,84252	3210,851	1608,85	0,501067
16	4,527096	127,953	77,4406	22,31567	3280,403	1438,28	0,438446
17	4,375388	127,953	78,1905	22,17898	2594,94	1268,56	0,488859
18	4,447664	127,953	79,4821	21,94246	2567,268	1100,07	0,428498
19	4,445968	127,953	79,4518	21,94803	2567,919	931,68	0,362815
20	4,317874	127,953	77,1627	22,3662	2616,845	763,36	0,29171
21	4,332058	127,953	79,4126	21,95523	2217,478	595,5	0,268548
22	4,365223	127,953	80,0205	21,84348	2206,192	428,27	0,194122
23	4,35487	127,953	79,8308	21,8784	2209,718	261,06	0,118142
24	3,58677	127,953	65,7504	24,37144	2461,515	93,8	0,038107
25	2,013989	157,48	42,4015	27,83659	4091,979	1951,26	0,47685
26	4,569574	127,953	78,1672	22,18323	3260,935	1779,56	0,545721
27	4,678222	127,953	80,0257	21,84252	3210,851	1608,85	0,501067
28	4,527096	127,953	77,4406	22,31567	3280,403	1438,28	0,438446
29	4,375388	127,953	78,1905	22,17898	2594,94	1268,56	0,488859
30	4,447664	127,953	79,4821	21,94246	2567,268	1100,07	0,428498
31	4,445968	127,953	79,4518	21,94803	2567,919	931,68	0,362815
32	4,317874	127,953	77,1627	22,3662	2616,845	763,36	0,29171
33	4,332058	127,953	79,4126	21,95523	2217,478	595,5	0,268548
34	4,365223	127,953	80,0205	21,84348	2206,192	428,27	0,194122
35	4,35487	127,953	79,8308	21,8784	2209,718	261,06	0,118142

Lanjutan tabel perhitungan kekuatan kolom

Elemen	K	Lx (Inchi)	KL/rx	$\phi_c F_{cr}$ (Ksi)	$\phi_c P_n$ (Kip)	Pu (kip)	Ratio Pu/ $\phi_c P_n$
36	3,58677	127,953	65,7504	24,37144	2461,515	93,8	0,038107
37	2,270927	157,48	49,2597	26,93044	3366,305	1233,74	0,366497
38	5,149681	127,953	90,7599	19,83303	2479,128	1126,43	0,454365
39	5,280772	127,953	93,0703	19,3945	2424,312	1015,04	0,418692
40	5,127318	127,953	90,3658	19,9077	2488,463	901,37	0,36222
41	5,289292	127,953	95,7257	18,88933	2058,937	787,04	0,382255
42	5,390128	127,953	97,5506	18,54182	2021,059	679,1	0,336012
43	5,393462	127,953	97,611	18,53033	2019,806	574	0,284186
44	5,246327	127,953	94,9481	19,03735	2075,071	468,82	0,22593
45	4,903463	127,953	92,4025	19,52138	1626,131	364,25	0,223998
46	4,954261	127,953	93,3597	19,33949	1610,979	260,56	0,16174
47	4,973757	127,953	93,7271	19,26964	1605,161	156,84	0,09771
48	4,217346	127,953	79,4731	21,94413	1827,946	53,17	0,029087

Tabel Perhitungan Efek Balok

Elemen	Lp (ft)	bf/2tf	hc/tw	Mp (Kip-ft)	(Mn = Mp) (Kip-ft)
1	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
2	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
3	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
4	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
5	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
6	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
7	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
8	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
9	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
10	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
11	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
12	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
13	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
14	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
15	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
16	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
17	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
18	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
19	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163

Lanjutan tabel perhitungan efek balok

Elemen	Lp (ft)	bf/2tf	hc/tw	Mp (Kip-ft)	(Mn = Mp) (Kip-ft)
20	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
21	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
22	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
23	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
24	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
25	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
26	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
27	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
28	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
29	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
30	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
31	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
32	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
33	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
34	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
35	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
36	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
37	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
38	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
39	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
40	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
41	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
42	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
43	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
44	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
45	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
46	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
47	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
48	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463

Tabel Perhitungan Pembesaran Momen

Elemen	KL/rx	Cm	Pe 1 (Kip)	B1	$\Sigma Pu$ (Kip)	Pe 2 (Kip)	$\Sigma Pe$ (Kip)	B2
1	21,69146	0,433584	76037,91	0,440735	6370	14744,29	76292,62	1,091101
2	17,62438	0,247908	115180,8	0,250356	5811,98	4343,295	22458,55	1,34914
3	17,62438	0,208713	115180,8	0,210568	5247,78	4130,334	21400,37	1,324888



Lanjutan tabel perhitungan pembesaran momen

Elemen	KL/rx	Cm	Pe 1 (Kip)	B1	$\Sigma$ Pu (Kip)	Pe 2 (Kip)	$\Sigma$ Pe (Kip)	B2
4	17,62438	0,217938	115180,8	0,219657	4679,3	4381,265	22794,15	1,258313
5	18,09802	0,219419	95249,37	0,221247	4111,2	3404,608	17764,04	1,301124
6	18,09802	0,201046	95249,37	0,202489	3558,34	3278,416	17158,51	1,261639
7	18,09802	0,205374	95249,37	0,206619	3011,36	3274,364	17158,5	1,21286
8	18,09802	0,232854	95249,37	0,234006	2464,36	3460,6	18169,81	1,156911
9	18,84433	0,234425	67140	0,235703	1919,5	2792,386	14752,69	1,149573
10	18,84433	0,204133	67140	0,204928	1377,66	2735,417	14499,97	1,104986
11	18,84433	0,208058	67140	0,208545	835,8	2714,015	14500,15	1,061166
12	18,84433	0,244069	67140	0,244262	293,94	3774,877	20923,46	1,014249
13	21,05348	0,434051	94922,13	0,443161	6370	23402,02	76292,62	1,091101
14	17,10602	0,253909	143786,2	0,257091	5811,98	6885,981	22458,55	1,34914
15	17,10602	0,203232	143786,2	0,205532	5247,78	6569,853	21400,37	1,324888
16	17,10602	0,223953	143786,2	0,226216	4679,3	7015,811	22794,15	1,258313
17	17,87053	0,232939	104859,7	0,235792	4111,2	5477,413	17764,04	1,301124
18	17,87053	0,208663	104859,7	0,210876	3558,34	5300,842	17158,51	1,261639
19	17,87053	0,205166	104859,7	0,207005	3011,36	5304,886	17158,5	1,21286
20	17,87053	0,217145	104859,7	0,218737	2464,36	5624,305	18169,81	1,156911
21	18,33138	0,22471	86025,86	0,226276	1919,5	4583,957	14752,69	1,149573
22	18,33138	0,204383	86025,86	0,205406	1377,66	4514,568	14499,97	1,104986
23	18,33138	0,201507	86025,86	0,202121	835,8	4536,058	14500,15	1,061166
24	18,33138	0,236612	86025,86	0,236871	293,94	6686,854	20923,46	1,014249
25	21,05348	0,434051	94922,13	0,443161	6370	23402,02	76292,62	1,091101
26	17,10602	0,253909	143786,2	0,257091	5811,98	6885,981	22458,55	1,34914
27	17,10602	0,203232	143786,2	0,205532	5247,78	6569,853	21400,37	1,324888
28	17,10602	0,223953	143786,2	0,226216	4679,3	7015,811	22794,15	1,258313
29	17,87053	0,232939	104859,7	0,235792	4111,2	5477,413	17764,04	1,301124
30	17,87053	0,208663	104859,7	0,210876	3558,34	5300,842	17158,51	1,261639
31	17,87053	0,205166	104859,7	0,207005	3011,36	5304,886	17158,5	1,21286
32	17,87053	0,217145	104859,7	0,218737	2464,36	5624,305	18169,81	1,156911
33	18,33138	0,22471	86025,86	0,226276	1919,5	4583,957	14752,69	1,149573
34	18,33138	0,204383	86025,86	0,205406	1377,66	4514,568	14499,97	1,104986
35	18,33138	0,201507	86025,86	0,202121	835,8	4536,058	14500,15	1,061166
36	18,33138	0,236612	86025,86	0,236871	293,94	6686,854	20923,46	1,014249
37	21,69146	0,433504	76037,91	0,440735	6370	14744,29	76292,62	1,091101
38	17,62438	0,247908	115180,8	0,250356	5811,98	4343,295	22458,55	1,34914
39	17,62438	0,208713	115180,8	0,210568	5247,78	4150,334	21400,37	1,324888
40	17,62438	0,217938	115180,8	0,219657	4679,3	4381,265	22794,15	1,258313
41	18,09802	0,219419	95249,37	0,221247	4111,2	3404,608	17764,04	1,301124
42	18,09802	0,201046	95249,37	0,202489	3558,34	3278,416	17158,51	1,261639

Lanjutan tabel perhitungan pembesaran momen

Elemen	KL/rx	Cm	Pe 1 (Kip)	B1	$\Sigma$ Pu (Kip)	Pe 2 (Kip)	$\Sigma$ Pe (Kip)	B2
43	18,09802	0,205374	95249,37	0,206619	3011,36	3274,364	17158,5	1,21286
44	18,09802	0,232854	95249,37	0,234006	2464,36	3460,6	18169,81	1,156911
45	18,84433	0,234425	67140	0,235703	1919,5	2792,386	14752,69	1,149573
46	18,84433	0,204133	67140	0,204928	1377,66	2735,417	14499,97	1,104986
47	18,84433	0,208058	67140	0,208545	835,8	2714,015	14500,15	1,061166
48	18,84433	0,244069	67140	0,244262	293,94	3774,877	20923,46	1,014249

Tabel Perhitungan Rasio Interaksi Balok-Kolom

Elemen	Mnt (Kip-ft)	Mlt (Kip-ft)	B1Mnt (Kip-ft)	B2Mlt (Kip-ft)	Mu (Kip-ft)	Kontrol ratio
1	79,085	737,5025	79,085	804,6895	883,7745	0,701312
2	116,995	394,2533	116,995	531,9028	648,8978	0,700198
3	97,9425	264,0683	97,9425	349,8609	447,8034	0,588341
4	106,9225	194,145	106,9225	244,2952	351,2177	0,495277
5	98,90583	173,7842	98,90583	226,1148	325,0206	0,527639
6	101,6783	159,9208	101,6783	201,7624	303,4407	0,471743
7	100,4208	176,1608	100,4208	213,6584	314,0793	0,424676
8	113,2375	169,34	113,2375	195,9113	309,1488	0,364214
9	98,32083	150,4858	98,32083	172,9945	271,3153	0,388799
10	102,91	145,59	102,91	160,8749	263,7849	0,261125
11	99,85917	123,3483	99,85917	130,8931	230,7523	0,206537
12	117,3542	56,91417	117,3542	57,72511	175,0793	0,134182
13	33,75333	946,4317	33,75333	1032,652	1066,406	0,811212
14	49,4475	579,095	49,4475	781,2801	830,7276	0,806188
15	39,29583	441,0342	39,29583	584,3208	623,6166	0,696596
16	43,66917	362,8158	43,66917	456,5358	500,205	0,595281
17	38,42417	316,5533	38,42417	411,8752	450,2993	0,673936
18	39,82333	292,31	39,82333	368,7898	408,6131	0,596442
19	38,13417	301,9558	38,13417	366,2301	404,3643	0,529012
20	40,10917	293,235	40,10917	339,2468	379,353	0,447629
21	37,5425	253,8033	37,5425	291,7655	329,308	0,429879
22	38,7075	233,8883	38,7075	258,4434	297,1509	0,260835
23	37,595	188,1658	37,595	199,6753	237,2703	0,189842
24	42,62667	119,9367	42,62667	121,6456	164,2723	0,109591
25	33,75333	946,4317	33,75333	1032,652	1066,406	0,811212
26	49,4475	579,095	49,4475	781,2801	830,7276	0,806188

Lanjutan tabel perhitungan rasio interaksi balok-kolom

Elemen	Mnt (Kip-ft)	Mit (Kip-ft)	B1Mnt (Kip-ft)	B2Mit (Kip-ft)	Mu (Kip-ft)	Kontrol ratio
27	39,29583	441,0342	39,29583	584,3208	623,6166	0,696596
28	43,66917	362,8158	43,66917	456,5358	500,205	0,595281
29	38,42417	316,5533	38,42417	411,8752	450,2993	0,673936
30	39,82333	292,31	39,82333	368,7898	408,6131	0,596442
31	38,13417	301,9558	38,13417	366,2301	404,3643	0,529012
32	40,10917	293,235	40,10917	339,2468	379,356	0,447629
33	37,5425	253,8033	37,5425	291,7655	329,308	0,429879
34	38,7075	233,8883	38,7075	258,4434	297,1509	0,260835
35	37,595	188,1658	37,595	199,6753	237,2703	0,189842
36	42,62667	119,9367	42,62667	121,6456	164,2723	0,109591
37	79,085	737,5025	79,085	804,6895	883,7745	0,701312
38	116,995	394,2533	116,995	531,9028	648,8978	0,700198
39	97,9425	264,0683	97,9425	349,8609	447,8034	0,588341
40	106,9225	194,145	106,9225	244,2952	351,2177	0,495277
41	98,90583	173,7842	98,90583	226,1148	325,0206	0,527639
42	101,6783	159,9208	101,6783	201,7624	303,4407	0,471743
43	100,4208	176,1608	100,4208	213,6584	314,0793	0,424676
44	113,2375	169,34	113,2375	195,9113	309,1488	0,364214
45	98,32083	150,4858	98,32083	172,9945	271,3153	0,388799
46	102,91	145,59	102,91	160,8749	263,7849	0,261125
47	99,85917	123,3483	99,85917	130,8931	230,7523	0,206537
48	117,3542	56,91417	117,3542	57,72511	175,0793	0,134182

# LAMPIRAN 6

**1. Perhitungan nilai faktor K dengan formula *Le Messurier***

Tabel Analisis Faktor K

Elemen	Inersia (inchi <sup>4</sup> )	L (inchi)	$\beta$	CI	PI	Pu (kip)
1	6,60E+03	157,48	2,275914	0,08847	17564,95	1233,74
2	6,60E+03	127,953	0,301366	0,000132	3523,182	1126,43
3	6,60E+03	127,953	0,286948	0,000115	3354,624	1015,04
4	6,60E+03	127,953	0,300381	0,00013	3511,663	901,37
5	5,44E+03	127,953	0,296926	0,00013	2861,174	787,04
6	5,44E+03	127,953	0,280072	0,00011	2698,769	679,1
7	5,44E+03	127,953	0,280072	0,00011	2698,769	574
8	5,44E+03	127,953	0,303471	0,00014	2924,237	468,82
9	3,84E+03	127,953	0,330448	0,000153	2247,661	364,25
10	3,84E+03	127,953	0,333854	0,000157	2270,834	260,56
11	3,84E+03	127,953	0,333854	0,000156	2270,834	156,84
12	3,84E+03	127,953	0,487905	0,000799	3318,664	53,17
13	8,21E+03	157,48	2,478437	0,081891	23794,04	1951,26
14	8,21E+03	127,953	0,529824	0,000406	7704,987	1779,56
15	8,21E+03	127,953	0,505006	0,000359	7344,074	1608,85
16	8,21E+03	127,953	0,542166	0,00044	7884,469	1438,28
17	6,00E+03	127,953	0,566479	0,000455	6020,496	1268,56
18	6,00E+03	127,953	0,553259	0,000431	5879,996	1100,07
19	6,00E+03	127,953	0,553259	0,000431	5879,996	931,68
20	6,00E+03	127,953	0,579659	0,000486	6160,568	763,36
21	4,90E+03	127,953	0,588961	0,000494	5111,871	595,5
22	4,90E+03	127,953	0,571741	0,000461	4962,409	428,27
23	4,90E+03	127,953	0,571741	0,000461	4962,409	261,06
24	4,90E+03	127,953	0,821725	0,002121	7132,133	93,8
25	8,21E+03	157,48	2,478437	0,081891	23794,04	1951,26
26	8,21E+03	127,953	0,529824	0,000406	7704,987	1779,56
27	8,21E+03	127,953	0,505006	0,000359	7344,074	1608,85
28	8,21E+03	127,953	0,542166	0,00044	7884,469	1438,28
29	6,00E+03	127,953	0,566479	0,000455	6020,496	1268,56
30	6,00E+03	127,953	0,553259	0,000431	5879,996	1100,07
31	6,00E+03	127,953	0,553259	0,000431	5879,996	931,68
32	6,00E+03	127,953	0,579659	0,000486	6160,568	763,36
33	4,90E+03	127,953	0,588961	0,000494	5111,871	595,5
34	4,90E+03	127,953	0,571741	0,000461	4962,409	428,27
35	4,90E+03	127,953	0,571741	0,000461	4962,409	261,06
36	4,90E+03	127,953	0,821725	0,002121	7132,133	93,8
37	6,60E+03	157,48	2,275914	0,08847	17564,95	1233,74

Lanjutan tabel analisis faktor K

Elemen	Inersia (inchi <sup>4</sup> )	L (inchi)	$\beta$	CI	PI	Pu (kip)
38	6,60E+03	127,953	0,301366	0,000132	3523,182	1126,43
39	6,60E+03	127,953	0,286948	0,000115	3354,624	1015,04
40	6,60E+03	127,953	0,300381	0,00013	3511,663	901,37
41	5,44E+03	127,953	0,296926	0,00013	2861,174	787,04
42	5,44E+03	127,953	0,280072	0,00011	2698,769	679,1
43	5,44E+03	127,953	0,280072	0,00011	2698,769	574
44	5,44E+03	127,953	0,303471	0,00014	2924,237	468,82
45	3,84E+03	127,953	0,330448	0,000153	2247,661	364,25
46	3,84E+03	127,953	0,333854	0,000157	2270,834	260,56
47	3,84E+03	127,953	0,333854	0,000157	2270,834	156,84
48	3,84E+03	127,953	0,487905	0,000799	3318,664	53,17

Tabel Hasil Analisis Faktor K

Elemen	$\Sigma$ Pu (kip)	$\Sigma$ PI	$\Sigma$ CI.Pu	K
1	82717,98	6370	537,8774	2,27068
2	22456,34	5811,98	1,742423	5,149629
3	21397,4	5247,78	1,388123	5,280725
4	22792,26	4679,3	1,499201	5,127257
5	17763,34	4111,2	1,359661	5,28924
6	17157,53	3558,34	1,099024	5,39007
7	17157,53	3011,36	0,930541	5,393404
8	18169,61	2464,36	0,873322	5,246274
9	14719,06	1919,5	0,700748	4,903402
10	14466,49	1377,66	0,476251	4,954213
11	14466,49	835,8	0,289592	4,97371
12	20901,59	293,94	0,482743	4,217224
13	82717,98	6370	537,8774	2,01377
14	22456,34	5811,98	1,742423	4,569528
15	21397,4	5247,78	1,388123	4,678181
16	22792,26	4679,3	1,499201	4,527042
17	17763,34	4111,2	1,359661	4,375345
18	17157,53	3558,34	1,099024	4,447616
19	17157,53	3011,36	0,930541	4,44592
20	18169,61	2464,36	0,873322	4,31783
21	14719,06	1919,5	0,700748	4,332003
22	14466,49	1377,66	0,476251	4,36518
23	14466,49	835,8	0,289592	4,354829
24	20901,59	293,94	0,482743	3,586666

Lanjutan tabel hasil analisis faktor K

Elemen	$\Sigma P_u$ (kip)	$\Sigma P_I$	$\Sigma C.I.P_u$	K
25	82717,98	6370	537,8774	2,01377
26	22456,34	5811,98	1,742423	4,569528
27	21397,4	5247,78	1,388123	4,678181
28	22792,26	4679,3	1,499201	4,527042
29	17763,34	4111,2	1,359661	4,375345
30	17157,53	3558,34	1,099024	4,447616
31	17157,53	3011,36	0,930541	4,44592
32	18169,61	2464,36	0,873322	4,31783
33	14719,06	1919,5	0,700748	4,332003
34	14466,49	1377,66	0,476251	4,36518
35	14466,49	835,8	0,289592	4,354829
36	20901,59	293,94	0,482743	3,586666
37	82717,98	6370	537,8774	2,27068
38	22456,34	5811,98	1,742423	5,149629
39	21397,4	5247,78	1,388123	5,280725
40	22792,26	4679,3	1,499201	5,127257
41	17763,34	4111,2	1,359661	5,28924
42	17157,53	3558,34	1,099024	5,39007
43	17157,53	3011,36	0,930541	5,393404
44	18169,61	2464,36	0,873322	5,246274
45	14719,06	1919,5	0,700748	4,903402
46	14466,49	1377,66	0,476251	4,954213
47	14466,49	835,8	0,289592	4,97371
48	20901,59	293,94	0,482743	4,217224

**2. Perhitungan rasio interaksi balok-kolom dengan nilai faktor K formula *Le Messurier***

Tabel Perhitungan Kekuatan Kolom

Elemen	K	L (inchi)	KL/rx	$\phi_c F_{cr}$ (ksi)	$\phi_c P_n$ (kip)	Pu (kip)	Ratio Pu/ $\phi_c P_n$
1	2,27068	157,48	49,2544	26,93119	3366,398	1233,74	0,366487
2	5,149629	127,953	90,759	19,8332	2479,15	1126,43	0,454361
3	5,280725	127,953	93,0695	19,39465	2424,332	1015,04	0,418689
4	5,127257	127,953	90,3647	19,90791	2488,488	901,37	0,362216
5	5,28924	127,953	95,7248	18,88951	2058,957	787,04	0,382252
6	5,39007	127,953	97,5496	18,54202	2021,08	679,1	0,336008
7	5,393404	127,953	97,6099	18,53053	2019,828	574	0,284183
8	5,246274	127,953	94,9472	19,03753	2075,091	468,82	0,225927
9	4,903402	127,953	92,4013	19,5216	1626,149	364,25	0,223995
10	4,954213	127,953	93,3588	19,33966	1610,994	260,56	0,161739
11	4,97371	127,953	93,7262	19,2698	1605,175	156,84	0,097709
12	4,217224	127,953	79,4708	21,94455	1827,981	53,17	0,029087
13	2,01377	157,48	42,3969	27,83717	4092,063	1951,26	0,47684
14	4,569528	127,953	78,1664	22,18337	3260,956	1779,56	0,545717
15	4,678181	127,953	80,025	21,84266	3210,87	1608,85	0,501064
16	4,527042	127,953	77,4397	22,31584	3280,428	1438,28	0,438443
17	4,375345	127,953	78,1897	22,17912	2594,957	1268,56	0,488856
18	4,447616	127,953	79,4813	21,94262	2567,287	1100,07	0,428495
19	4,44592	127,953	79,451	21,94818	2567,938	931,68	0,362813
20	4,31783	127,953	77,1619	22,36634	2616,862	763,36	0,291708
21	4,332003	127,953	79,4116	21,95541	2217,497	595,5	0,268546
22	4,36518	127,953	80,0198	21,84363	2206,206	428,27	0,194121
23	4,354829	127,953	79,83	21,87853	2209,732	261,06	0,118141
24	3,586666	127,953	65,7485	24,37176	2461,548	93,8	0,038106
25	2,01377	157,48	42,3969	27,83717	4092,063	1951,26	0,47684
26	4,569528	127,953	78,1664	22,18337	3260,956	1779,56	0,545717
27	4,678181	127,953	80,025	21,84266	3210,87	1608,85	0,501064
28	4,527042	127,953	77,4397	22,31584	3280,428	1438,28	0,438443
29	4,375345	127,953	78,1897	22,17912	2594,957	1268,56	0,488856
30	4,447616	127,953	79,4813	21,94262	2567,287	1100,07	0,428495
31	4,44592	127,953	79,451	21,94818	2567,938	931,68	0,362813
32	4,31783	127,953	77,1619	22,36634	2616,862	763,36	0,291708
33	4,332003	127,953	79,4116	21,95541	2217,497	595,5	0,268546
34	4,36518	127,953	80,0198	21,84363	2206,206	428,27	0,194121
35	4,354829	127,953	79,83	21,87853	2209,732	261,06	0,118141



Lanjutan tabel perhitungan kekuatan kolom

Elemen	K	L (inchi)	KL/rx	$\phi_c F_{cr}$ (ksi)	$\phi_c P_n$ (kip)	Pu (kip)	Ratio Pu/ $\phi_c P_n$
36	3,586666	127,953	65,7485	24,37176	2461,548	93,8	0,038106
37	2,27068	157,48	49,2544	26,93119	3366,398	1233,74	0,366487
38	5,149629	127,953	90,759	19,8332	2479,15	1126,43	0,454361
39	5,280725	127,953	93,0695	19,39465	2424,332	1015,04	0,418689
40	5,127257	127,953	90,3647	19,90791	2488,488	901,37	0,362216
41	5,28924	127,953	95,7248	18,88951	2058,957	787,04	0,382252
42	5,39007	127,953	97,5496	18,54202	2021,08	679,1	0,336008
43	5,393404	127,953	97,6099	18,53053	2019,328	574	0,284183
44	5,246274	127,953	94,9472	19,03753	2075,091	468,82	0,225927
45	4,903402	127,953	92,4013	19,5216	1626,149	364,25	0,223995
46	4,954213	127,953	93,3588	19,33966	1610,994	260,56	0,161739
47	4,97371	127,953	93,7262	19,2698	1605,175	156,84	0,097709
48	4,217224	127,953	79,4708	21,94455	1827,981	53,17	0,029087

Tabel Perhitungan Efek Balok

Elemen	Lp (ft)	bf/2tf	hc/tw	Mp (kip-ft)	(Mn = Mp) (kip-ft)
1	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
2	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
3	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
4	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
5	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
6	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
7	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
8	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
9	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
10	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
11	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
12	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
13	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
14	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
15	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
16	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
17	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
18	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
19	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163

Lanjutan tabel perhitungan efek balok

Elemen	Lp (ft)	bf/2tf	hc/tw	Mp (kip-ft)	(Mn = Mp) (kip-ft)
20	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
21	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
22	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
23	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
24	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
25	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
26	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
27	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
28	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
29	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
30	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
31	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
32	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
33	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
34	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
35	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
36	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
37	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
38	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
39	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
40	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
41	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
42	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
43	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
44	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
45	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
46	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
47	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
48	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463

Tabel Perhitungan Pembesaran Momen

Elemen	KL/rx	Cm	Pe 1 (kip)	B1	$\Sigma$ Pu (kip)	Pe 2 (kip)	$\Sigma$ Pe (kip)	B2
1	21,69146	0,433584	76037,91	0,440735	6370	14747,5	76309,22	1,091079
2	17,62438	0,247908	115180,8	0,250356	5811,98	4343,383	22459,01	1,34913
3	17,62438	0,208713	115180,8	0,210568	5247,78	4130,408	21400,75	1,32488

Lanjutan tabel perhitungan pembesaran momen

Elemen	KL/rx	Cm	Pe 1 (kip)	B1	$\Sigma$ Pu (kip)	Pe 2 (kip)	$\Sigma$ Pe (kip)	B2
4	17,62438	0,217938	115180,8	0,219657	4679,3	4381,369	22794,7	1,258305
5	18,09802	0,219419	95249,37	0,221247	4111,2	3404,675	17764,39	1,301116
6	18,09802	0,201046	95249,37	0,202489	3558,34	3278,486	17158,88	1,261632
7	18,09802	0,205374	95249,37	0,206619	3011,36	3274,434	17158,87	1,212854
8	18,09802	0,232854	95249,37	0,234006	2464,36	3460,67	18170,18	1,156907
9	18,84433	0,234425	67140	0,235703	1919,5	2792,457	14753,06	1,149569
10	18,84433	0,204133	67140	0,204928	1377,66	2735,47	14500,25	1,104984
11	18,84433	0,208058	67140	0,208545	835,8	2714,066	14500,42	1,061165
12	18,84433	0,244069	67140	0,244262	293,94	3775,096	20924,68	1,014248
13	21,05348	0,434051	94922,13	0,443161	6370	23407,11	76309,22	1,091079
14	17,10602	0,253909	143786,2	0,257091	5811,98	6886,121	22459,01	1,34913
15	17,10602	0,203232	143786,2	0,205532	5247,78	6569,97	21400,75	1,32488
16	17,10602	0,223953	143786,2	0,226216	4679,3	7015,979	22794,7	1,258305
17	17,87053	0,232939	104859,7	0,235792	4111,2	5477,522	17764,39	1,301116
18	17,87053	0,208663	104859,7	0,210876	3558,34	5300,956	17158,88	1,261632
19	17,87053	0,205166	104859,7	0,207005	3011,36	5304,999	17158,87	1,212854
20	17,87053	0,217145	104859,7	0,218737	2464,36	5624,419	18170,18	1,156907
21	18,33138	0,22471	86025,86	0,226276	1919,5	4584,072	14753,06	1,149569
22	18,33138	0,204383	86025,86	0,205406	1377,66	4514,656	14500,25	1,104984
23	18,33138	0,201507	86025,86	0,202121	835,8	4536,143	14500,42	1,061165
24	18,33138	0,236612	86025,86	0,236871	293,94	6687,242	20924,68	1,014248
25	21,05348	0,434051	94922,13	0,443161	6370	23407,11	76309,22	1,091079
26	17,10602	0,253909	143786,2	0,257091	5811,98	6886,121	22459,01	1,34913
27	17,10602	0,203232	143786,2	0,205532	5247,78	6569,97	21400,75	1,32488
28	17,10602	0,223953	143786,2	0,226216	4679,3	7015,979	22794,7	1,258305
29	17,87053	0,232939	104859,7	0,235792	4111,2	5477,522	17764,39	1,301116
30	17,87053	0,208663	104859,7	0,210876	3558,34	5300,956	17158,88	1,261632
31	17,87053	0,205166	104859,7	0,207005	3011,36	5304,999	17158,87	1,212854
32	17,87053	0,217145	104859,7	0,218737	2464,36	5624,419	18170,18	1,156907
33	18,33138	0,22471	86025,86	0,226276	1919,5	4584,072	14753,06	1,149569
34	18,33138	0,204383	86025,86	0,205406	1377,66	4514,656	14500,25	1,104984
35	18,33138	0,201507	86025,86	0,202121	835,8	4536,143	14500,42	1,061165
36	18,33138	0,236612	86025,86	0,236871	293,94	6687,242	20924,68	1,014248
37	21,69146	0,433584	76037,91	0,440735	6370	14747,5	76309,22	1,091079
38	17,62438	0,247908	115180,8	0,250356	5811,98	4343,383	22459,01	1,34913
39	17,62438	0,208713	115180,8	0,210568	5247,78	4130,408	21400,75	1,32488
40	17,62438	0,217938	115180,8	0,219657	4679,3	4381,369	22794,7	1,258305
41	18,09802	0,219419	95249,37	0,221247	4111,2	3404,675	17764,39	1,301116
42	18,09802	0,201046	95249,37	0,202489	3558,34	3278,486	17158,88	1,261632

Lanjutan tabel perhitungan pembesaran momen

Elemen	KL/rx	Cm	Pe 1 (kip)	B1	$\Sigma P_u$ (kip)	Pe 2 (kip)	$\Sigma P_e$ (kip)	B2
43	18,09802	0,205374	95249,37	0,206619	3011,36	3274,434	17158,87	1,212854
44	18,09802	0,232854	95249,37	0,234006	2464,36	3460,67	18170,18	1,156907
45	18,84433	0,234425	67140	0,235703	1919,5	2792,457	14753,06	1,149569
46	18,84433	0,204133	67140	0,204928	1377,66	2735,47	14500,25	1,104984
47	18,84433	0,208058	67140	0,208545	835,8	2714,066	14500,42	1,061165
48	18,84433	0,244069	67140	0,244262	293,94	3775,096	20924,68	1,014248

Tabel Perhitungan Rasio Interaksi Balok-Kolom

Elemen	Mnt (kip-ft)	Mlt (kip-ft)	B1Mnt (kip-ft)	B2Mlt (kip-ft)	Mu (kip-ft)	Kontrol ratio
1	79,085	737,5025	79,085	804,6736	883,7586	0,701296
2	116,995	394,2533	116,995	531,8991	648,8941	0,700193
3	97,9425	264,0683	97,9425	349,8589	447,8014	0,588337
4	106,9225	194,145	106,9225	244,2937	351,2162	0,495273
5	98,90583	173,7842	98,90583	226,1134	325,0193	0,527635
6	101,6783	159,9208	101,6783	201,7613	303,4396	0,471739
7	100,4208	176,1608	100,4208	213,6575	314,0783	0,424672
8	113,2375	169,34	113,2375	195,9107	309,1482	0,364212
9	98,32083	150,4858	98,32083	172,9938	271,3147	0,388796
10	102,91	145,59	102,91	160,8746	263,7846	0,261124
11	99,85917	123,3483	99,85917	130,893	230,7521	0,206537
12	117,3542	56,91417	117,3542	57,72506	175,0792	0,134182
13	33,75333	946,4317	33,75333	1032,632	1066,385	0,811196
14	49,4475	579,095	49,4475	781,2745	830,722	0,806183
15	39,29583	441,0342	39,29583	584,3174	623,6132	0,696592
16	43,66917	362,8158	43,66917	456,533	500,2022	0,595277
17	38,42417	316,5533	38,42417	411,8727	450,2969	0,673932
18	39,82333	292,31	39,82333	368,7877	408,611	0,596438
19	38,13417	301,9558	38,13417	366,2285	404,3627	0,529009
20	40,10917	293,235	40,10917	339,2458	379,3549	0,447626
21	37,5425	253,8033	37,5425	291,7644	329,3069	0,429876
22	38,7075	233,8883	38,7075	258,4428	297,1503	0,260834
23	37,595	188,1658	37,595	199,675	237,27	0,189841
24	42,62667	119,9367	42,62667	121,6455	164,2722	0,109591
25	33,75333	946,4317	33,75333	1032,632	1066,385	0,811196
26	49,4475	579,095	49,4475	781,2745	830,722	0,806183

Lanjutan tabel perhitungan rasio interaksi balok-kolom

Elemen	Mnt (kip-ft)	Mlt (kip-ft)	B1Mnt (kip-ft)	B2Mlt (kip-ft)	Mu (kip-ft)	Kontrol ratio
27	39,29583	441,0342	39,29583	584,3174	623,6132	0,696592
28	43,66917	362,8158	43,66917	456,533	500,2022	0,595277
29	38,42417	316,5533	38,42417	411,8727	450,2969	0,673932
30	39,82333	292,31	39,82333	368,7877	408,611	0,596438
31	38,13417	301,9558	38,13417	366,2285	404,3627	0,529009
32	40,10917	293,235	40,10917	339,2458	379,3549	0,447626
33	37,5425	253,8033	37,5425	291,7644	329,3069	0,429876
34	38,7075	233,8883	38,7075	258,4428	297,1503	0,260834
35	37,595	188,1658	37,595	199,675	237,27	0,189841
36	42,62667	119,9367	42,62667	121,6455	164,2722	0,109591
37	79,085	737,5025	79,085	804,6736	883,7586	0,701296
38	116,995	394,2533	116,995	531,8991	648,8941	0,700193
39	97,9425	264,0683	97,9425	349,8589	447,8014	0,588337
40	106,9225	194,145	106,9225	244,2937	351,2162	0,495273
41	98,90583	173,7842	98,90583	226,1134	325,0193	0,527635
42	101,6783	159,9208	101,6783	201,7613	303,4396	0,471739
43	100,4208	176,1608	100,4208	213,6575	314,0783	0,424672
44	113,2375	169,34	113,2375	195,9107	309,1482	0,364212
45	98,32083	150,4858	98,32083	172,9938	271,3147	0,388796
46	102,91	145,59	102,91	160,8746	263,7846	0,261124
47	99,85917	123,3483	99,85917	130,893	230,7521	0,206537
48	117,3542	56,91417	117,3542	57,72506	175,0792	0,134182

# LAMPIRAN 7

**1. Perhitungan nilai faktor K dengan formula *Lui***

Tabel Analisa Faktor K

Elemen	Inersia (inchi <sup>4</sup> )	L (inchi)	Pu (kip)	P/L (kip/inch)	Ma (kip-inch)	Mb (kip-inch)	m	$\eta$
1	6,60E+03	157,48	54,18	0,344044	12,08	23,9	0,505439	318,5059
2	6,60E+03	127,953	48,14	0,376232	24,29	26,41	0,919727	1002,067
3	6,60E+03	127,953	42,62	0,333091	25,6	26,34	0,971906	1062,827
4	6,60E+03	127,953	37,1	0,28995	25,26	27,04	0,934172	1018,678
5	5,44E+03	127,953	31,88	0,249154	21,48	23,81	0,902142	809,4557
6	5,44E+03	127,953	27,14	0,212109	20,81	21,33	0,975621	879,6587
7	5,44E+03	127,953	22,39	0,174986	21,13	21,57	0,979601	883,5588
8	5,44E+03	127,953	17,64	0,137863	21,03	23,28	0,903351	810,5828
9	3,84E+03	127,953	13,35	0,104335	18,6	19,31	0,963231	612,4108
10	3,84E+03	127,953	9,63	0,075262	18,02	18,29	0,985238	627,5995
11	3,84E+03	127,953	5,92	0,046267	18,95	19,89	0,95274	605,2458
12	3,84E+03	127,953	2,2	0,017194	16,93	34,99	0,483853	335,2091
13	8,21E+03	157,48	68,77	0,43669	2,31	6,48	0,356481	319,7403
14	8,21E+03	127,953	61,05	0,477128	8,97	10,71	0,837535	1132,725
15	8,21E+03	127,953	53,94	0,421561	8,16	8,33	0,979592	1333,445
16	8,21E+03	127,953	46,83	0,365994	8,6	9,57	0,898642	1216,705
17	6,00E+03	127,953	40,27	0,314725	6,93	7,18	0,965181	958,9808
18	6,00E+03	127,953	34,57	0,270177	6,55	6,59	0,99393	990,0914
19	6,00E+03	127,953	28,87	0,22563	6,34	6,68	0,949102	941,8322
20	6,00E+03	127,953	23,17	0,181082	6,8	7,29	0,932785	924,6143
21	4,90E+03	127,953	17,78	0,138957	5,69	5,72	0,994755	809,3108
22	4,90E+03	127,953	12,88	0,100662	5,45	5,67	0,961199	779,6859
23	4,90E+03	127,953	7,98	0,062367	3,58	5,38	0,665428	546,3145
24	4,90E+03	127,953	3,08	0,024071	7,74	11,73	0,659847	542,3902
25	8,21E+03	157,48	68,77	0,43669	2,31	6,48	0,356481	319,7403
26	8,21E+03	127,953	61,05	0,477128	8,97	10,71	0,837535	1132,725
27	8,21E+03	127,953	53,94	0,421561	8,16	8,33	0,979592	1333,445
28	8,21E+03	127,953	46,83	0,365994	8,6	9,57	0,898642	1216,705
29	6,00E+03	127,953	40,27	0,314725	6,93	7,18	0,965181	958,9808
30	6,00E+03	127,953	34,57	0,270177	6,55	6,59	0,99393	990,0914
31	6,00E+03	127,953	28,87	0,22563	6,34	6,68	0,949102	941,8322
32	6,00E+03	127,953	23,17	0,181082	6,8	7,29	0,932785	924,6143
33	4,90E+03	127,953	17,78	0,138957	5,69	5,72	0,994755	809,3108
34	4,90E+03	127,953	12,88	0,100662	5,45	5,67	0,961199	779,6859
35	4,90E+03	127,953	7,98	0,062367	3,58	5,38	0,665428	546,3145

Lanjutan tabel analisis faktor K

Elemen	Inersia (inchi <sup>4</sup> )	L (inchi)	Pu (kip)	P/L (kip/inch)	Ma (kip-inch)	Mb (kip-inch)	m	$\eta$
36	4,90E+03	127,953	3,08	0,024071	7,74	11,73	0,659847	542,3902
37	6,60E+03	157,48	54,18	0,344044	12,08	23,9	0,505439	318,5059
38	6,60E+03	127,953	48,14	0,376232	24,29	26,41	0,919727	1002,067
39	6,60E+03	127,953	42,62	0,333091	25,6	26,34	0,971906	1062,827
40	6,60E+03	127,953	37,1	0,28995	25,26	27,04	0,934172	1018,678
41	5,44E+03	127,953	31,88	0,249154	21,48	23,81	0,902142	809,4557
42	5,44E+03	127,953	27,14	0,212109	20,81	21,33	0,975621	879,6587
43	5,44E+03	127,953	22,39	0,174986	21,13	21,57	0,979601	883,5588
44	5,44E+03	127,953	17,64	0,137863	21,03	23,28	0,903351	810,5828
45	3,84E+03	127,953	13,35	0,104335	18,6	19,31	0,963231	612,4108
46	3,84E+03	127,953	9,63	0,075262	18,02	18,29	0,985238	627,5995
47	3,84E+03	127,953	5,92	0,046267	18,95	19,89	0,95274	605,2458
48	3,84E+03	127,953	2,2	0,017194	18,95	19,89	0,95274	605,2458

Tabel Hasil Analisis Faktor K

Elemen	$\Sigma\eta$	H (kip)	$\Delta H$ (inchi)	$\Sigma H$ (kip)	$\Delta h$ (inchi)	$\Sigma P/L$ (kip/inch)	K
1	1276,492	2,03910476	0,457017	125,3704	0,457017	1,561468	2,8890118
2	4269,585	3,69587738	1,219233	123,3313	0,762216	1,70672	5,0470842
3	4792,544	5,35264999	2,14081	119,6354	0,921577	1,509304	5,6255004
4	4470,765	7,00942261	3,13599	114,2828	0,99518	1,311888	5,9759217
5	3536,873	8,59262303	4,181573	107,2733	1,045583	1,127758	5,7429642
6	3739,5	10,2353304	5,223411	98,68073	1,041838	0,964573	5,9888252
7	3650,782	11,8780377	6,205909	88,4454	0,982498	0,801232	6,1637688
8	3470,394	13,5207451	7,09981	76,56736	0,893901	0,63789	6,352048
9	2843,443	15,0835364	7,891714	63,04661	0,791904	0,486585	5,5593073
10	2814,571	16,7175862	8,540892	47,96308	0,649178	0,351848	5,7768861
11	2303,121	18,351636	9,033644	31,24549	0,492752	0,217267	6,2504787
12	2025,235	12,8938543	9,391712	12,89385	0,358068	0,08253	8,377638
13	1276,492	2,03910476	0,458171	125,3704	0,457017	1,561468	2,860019
14	4269,585	3,69587738	1,217965	123,3313	0,762216	1,70672	4,9986229
15	4792,544	5,35264999	2,138514	119,6354	0,921577	1,509304	5,5771461
16	4470,765	7,00942261	3,130565	114,2828	0,99518	1,311888	5,9323858
17	3536,873	8,59262303	4,175314	107,2733	1,045583	1,127758	5,3663701
18	3739,5	10,2353304	5,215989	98,68073	1,041838	0,964573	5,5727947
19	3650,782	11,8780377	6,19742	88,4454	0,982498	0,801232	5,7006735



Lanjutan tabel hasil analisis faktor K

Elemen	$\Sigma\eta$	H (kip)	$\Delta H$ (inchi)	$\Sigma H$ (kip)	$\Delta h$ (inchi)	$\Sigma P/L$ (kip/inch)	K
20	3470,394	13,5207451	7,089192	76,56736	0,893901	0,63789	5,8207135
21	2843,443	15,0835364	7,87837	63,04661	0,791904	0,486585	5,4416157
22	2814,571	16,7175862	8,526369	47,96308	0,649178	0,351848	5,6426283
23	2303,121	18,351636	9,019218	31,24549	0,492752	0,217267	6,0814216
24	2025,235	12,8938543	9,378675	12,89385	0,358068	0,08253	7,9981584
25	1276,492	2,03910476	0,457627	125,3704	0,457017	1,561468	2,860019
26	4269,585	3,69587738	1,216858	123,3313	0,762216	1,70672	4,9986229
27	4792,544	5,35264999	2,136901	119,6354	0,921577	1,509304	5,5771461
28	4470,765	7,00942261	3,128348	114,2828	0,99518	1,311888	5,9323858
29	3536,873	8,59262303	4,172232	107,2733	1,045583	1,127758	5,3663701
30	3739,5	10,2353304	5,212205	98,68073	1,041838	0,964573	5,5727947
31	3650,782	11,8780377	6,193046	88,4454	0,982498	0,801232	5,7006735
32	3470,394	13,5207451	7,084068	76,56736	0,893901	0,63789	5,8207135
33	2843,443	15,0835364	7,87207	63,04661	0,791904	0,486585	5,4416157
34	2814,571	16,7175862	8,519132	47,96308	0,649178	0,351848	5,6426283
35	2303,121	18,351636	9,011848	31,24549	0,492752	0,217267	6,0814216
36	2025,235	12,8938543	9,372952	12,89385	0,358068	0,08253	7,9981584
37	1276,492	2,03910476	0,455095	125,3704	0,457017	1,561468	2,8890118
38	4269,585	3,69587738	1,215384	123,3313	0,762216	1,70672	5,0470842
39	4792,544	5,35264999	2,135228	119,6354	0,921577	1,509304	5,6255004
40	4470,765	7,00942261	3,128362	114,2828	0,99518	1,311888	5,9759217
41	3536,873	8,59262303	4,170858	107,2733	1,045583	1,127758	5,7429642
42	3739,5	10,2353304	5,210305	98,68073	1,041838	0,964573	5,9888252
43	3650,782	11,8780377	6,190766	88,4454	0,982498	0,801232	6,1637688
44	3470,394	13,5207451	7,082142	76,56736	0,893901	0,63789	6,352048
45	2843,443	15,0835364	7,869866	63,04661	0,791904	0,486585	5,5593073
46	2814,571	16,7175862	8,515892	47,96308	0,649178	0,351848	5,7768861
47	2303,121	18,351636	9,007861	31,24549	0,492752	0,217267	6,2504787
48	2025,235	12,8938543	9,372952	12,89385	0,358068	0,08253	8,377638

## 2. Perhitungan rasio interaksi balok-kolom dengan nilai faktor K formula *Lui*

Tabel Perhitungan Kekuatan Kolom

Elemen	K	L (inchi)	KL/rx	$\phi_c F_{cr}$ (ksi)	$\phi_c P_n$ (kip)	Pu (kip)	Ratio Pu/ $\phi_c P_n$
1	2,889012	157,48	62,6669	24,88482	3110,603	1233,74	0,396624
2	5,047084	127,953	88,9517	20,17523	2521,904	1126,43	0,446659
3	5,6255	127,953	99,146	18,23804	2279,755	1015,04	0,445241
4	5,975922	127,953	105,322	17,06502	2133,128	901,37	0,422558
5	5,742964	127,953	103,936	17,32751	1888,698	787,04	0,41671
6	5,988825	127,953	108,386	16,48679	1797,06	679,1	0,377895
7	6,163769	127,953	111,552	15,89335	1732,375	574	0,331337
8	6,352048	127,953	114,959	15,2605	1663,394	468,82	0,281845
9	5,559307	127,953	104,761	17,17113	1430,355	364,25	0,254657
10	5,776886	127,953	108,862	16,39734	1365,899	260,56	0,190761
11	6,250479	127,953	117,786	14,74102	1227,927	156,84	0,127727
12	8,377638	127,953	157,871	8,560747	713,1103	53,17	0,074561
13	2,860019	157,48	60,2133	25,28294	3716,592	1951,26	0,525013
14	4,998623	127,953	85,5065	20,82382	3061,101	1779,56	0,581346
15	5,577146	127,953	95,4028	18,95082	2785,77	1608,85	0,577524
16	5,932386	127,953	101,479	17,79403	2615,723	1438,28	0,54986
17	5,36637	127,953	95,8999	18,85617	2206,172	1268,56	0,575005
18	5,572795	127,953	99,5888	18,15373	2123,987	1100,07	0,517927
19	5,700674	127,953	101,874	17,71903	2073,126	931,68	0,449408
20	5,820713	127,953	104,019	17,31178	2025,478	763,36	0,376879
21	5,441616	127,953	99,7523	18,12261	1830,384	595,5	0,325342
22	5,642628	127,953	103,437	17,42219	1759,641	428,27	0,243385
23	6,081422	127,953	111,481	15,90664	1606,57	261,06	0,162495
24	7,998158	127,953	146,617	9,925357	1002,461	93,8	0,09357
25	2,860019	157,48	60,2133	25,28294	3716,592	1951,26	0,525013
26	4,998623	127,953	85,5065	20,82382	3061,101	1779,56	0,581346
27	5,577146	127,953	95,4028	18,95082	2785,77	1608,85	0,577524
28	5,932386	127,953	101,479	17,79403	2615,723	1438,28	0,54986
29	5,36637	127,953	95,8999	18,85617	2206,172	1268,56	0,575005
30	5,572795	127,953	99,5888	18,15373	2123,987	1100,07	0,517927
31	5,700674	127,953	101,874	17,71903	2073,126	931,68	0,449408
32	5,820713	127,953	104,019	17,31178	2025,478	763,36	0,376879
33	5,441616	127,953	99,7523	18,12261	1830,384	595,5	0,325342
34	5,642628	127,953	103,437	17,42219	1759,641	428,27	0,243385
35	6,081422	127,953	111,481	15,90664	1606,57	261,06	0,162495

Lanjutan tabel perhitungan kekuatan kolom

Elemen	K	L (inchi)	KL/rx	$\phi_c F_{cr}$ (ksi)	$\phi_c P_n$ (kip)	Pu (kip)	Ratio Pu/ $\phi_c P_n$
36	7,998158	127,953	146,617	9,925357	1002,461	93,8	0,09357
37	2,889012	157,48	62,5669	24,88482	3110,603	1233,74	0,396624
38	5,047084	127,953	88,9517	20,17523	2521,904	1126,43	0,446659
39	5,6255	127,953	99,146	18,23804	2279,755	1015,04	0,445241
40	5,975922	127,953	105,322	17,06502	2133,128	901,37	0,422558
41	5,742964	127,953	103,936	17,32751	1888,698	787,04	0,41671
42	5,988825	127,953	108,386	16,48679	1797,06	679,1	0,377895
43	6,163769	127,953	111,552	15,89335	1732,375	574	0,331337
44	6,352048	127,953	114,959	15,2605	1663,394	468,82	0,281845
45	5,559307	127,953	104,761	17,17113	1430,355	364,25	0,254657
46	5,776886	127,953	108,862	16,39734	1365,899	260,56	0,190761
47	6,250479	127,953	117,786	14,74102	1227,927	156,84	0,127727
48	8,377638	127,953	157,871	8,560747	713,1103	53,17	0,074561

Tabel Perhitungan Efek Balok

Elemen	Lp (ft)	bf/2tf	hc/tw	Mp (kip-ft)	(Mn = Mp) (kip-ft)
1	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
2	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
3	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
4	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
5	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
6	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
7	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
8	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
9	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
10	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
11	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
12	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
13	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
14	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
15	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
16	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
17	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
18	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
19	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163

Lanjutan tabel perhitungan efek balok

Elemen	Lp (ft)	bf/2tf	hc/tw	Mp (kip-ft)	(Mn = Mp) (kip-ft)
20	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
21	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
22	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
23	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
24	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
25	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
26	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
27	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
28	18,45833	2,43	8,949772	3150	2835
29	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
30	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
31	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
32	18,08333	2,915641	10,33333	2403	2163
33	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
34	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
35	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
36	17,66667	3,311741	11,38961	2016	1814
37	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
38	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
39	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
40	18,08333	2,799835	9,957333	2607	2346
41	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
42	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
43	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
44	17,79167	3,096805	10,82779	2208	1987
45	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
46	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
47	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463
48	17,375	3,891304	12,97674	1626	1463

Tabel Perhitungan Pembesaran Momen

Elemen	KL/rx	Cm	Pe 1 (kip)	B1	$\Sigma$ Pu (kip)	Pe 2 (kip)	$\Sigma$ Pe (kip)	B2
1	21,69146	0,433584	76037,91	0,440735	6370	9110,276	41429,72	1,18169
2	17,62438	0,247908	115180,8	0,250356	5811,98	4521,671	20552,58	1,394284
3	17,62438	0,208713	115180,8	0,210568	5247,78	3639,634	16524,62	1,465359

Lanjutan tabel perhitungan pembesaran momen

Elemen	KL/rx	Cm	Pe 1 (kip)	B1	$\Sigma$ Pu (kip)	Pe 2 (kip)	$\Sigma$ Pe (kip)	B2
4	17,62438	0,217938	115180,8	0,219657	4679,3	3225,301	14621,85	1,470634
5	18,09802	0,219419	95249,37	0,221247	4111,2	2887,952	13058,35	1,459498
6	18,09802	0,201046	95249,37	0,202489	3558,34	2655,699	12064,33	1,418333
7	18,09802	0,205374	95249,37	0,206619	3011,36	2507,087	11467,54	1,356113
8	18,09802	0,232854	95249,37	0,234006	2464,36	2360,666	10911,27	1,291747
9	18,84433	0,234425	67140	0,235703	1919,5	2172,401	10155,17	1,233072
10	18,84433	0,204133	67140	0,204928	1377,66	2011,841	9427,444	1,171142
11	18,84433	0,208058	67140	0,208545	835,8	1718,521	8089,139	1,11523
12	18,84433	0,244069	67140	0,244262	293,94	956,6172	4602,78	1,068218
13	21,05348	0,434051	94922,13	0,443161	6370	11604,59	41429,72	1,18169
14	17,10602	0,253909	143786,2	0,257091	5811,98	5754,619	20552,58	1,394284
15	17,10602	0,203232	143786,2	0,205532	5247,78	4622,674	16524,62	1,465359
16	17,10602	0,223953	143786,2	0,226216	4679,3	4085,626	14621,85	1,470634
17	17,87053	0,232939	104859,7	0,235792	4111,2	3641,224	13058,35	1,459498
18	17,87053	0,208663	104859,7	0,210876	3558,34	3376,468	12064,33	1,418333
19	17,87053	0,205166	104859,7	0,207005	3011,36	3226,683	11467,54	1,356113
20	17,87053	0,217145	104859,7	0,218737	2464,36	3094,969	10911,27	1,291747
21	18,33138	0,22471	86025,86	0,226276	1919,5	2905,182	10155,17	1,233072
22	18,33138	0,204383	86025,86	0,205406	1377,66	2701,88	9427,444	1,171142
23	18,33138	0,201507	86025,86	0,202121	835,8	2326,049	8089,139	1,11523
24	18,33138	0,236612	86025,86	0,236871	293,94	1344,773	4602,78	1,068218
25	21,05348	0,434051	94922,13	0,443161	6370	11604,59	41429,72	1,18169
26	17,10602	0,253909	143786,2	0,257091	5811,98	5754,619	20552,58	1,394284
27	17,10602	0,203232	143786,2	0,205532	5247,78	4622,674	16524,62	1,465359
28	17,10602	0,223953	143786,2	0,226216	4679,3	4085,626	14621,85	1,470634
29	17,87053	0,232939	104859,7	0,235792	4111,2	3641,224	13058,35	1,459498
30	17,87053	0,208663	104859,7	0,210876	3558,34	3376,468	12064,33	1,418333
31	17,87053	0,205166	104859,7	0,207005	3011,36	3226,683	11467,54	1,356113
32	17,87053	0,217145	104859,7	0,218737	2464,36	3094,969	10911,27	1,291747
33	18,33138	0,22471	86025,86	0,226276	1919,5	2905,182	10155,17	1,233072
34	18,33138	0,204383	86025,86	0,205406	1377,66	2701,88	9427,444	1,171142
35	18,33138	0,201507	86025,86	0,202121	835,8	2326,049	8089,139	1,11523
36	18,33138	0,236612	86025,86	0,236871	293,94	1344,773	4602,78	1,068218
37	21,69146	0,433584	76037,91	0,440735	6370	9110,276	41429,72	1,18169
38	17,62438	0,247908	115180,8	0,250356	5811,98	4521,671	20552,58	1,394284
39	17,62438	0,208713	115180,8	0,210568	5247,78	3639,634	16524,62	1,465359
40	17,62438	0,217938	115180,8	0,219657	4679,3	3225,301	14621,85	1,470634
41	18,09802	0,219419	95249,37	0,221247	4111,2	2887,952	13058,35	1,459498
42	18,09802	0,201046	95249,37	0,202489	3558,34	2655,699	12064,33	1,418333

Lanjutan tabel perhitungan pembesaran momen

Elemen	KL/rx	Cm	Pe 1 (kip)	B1	$\Sigma Pu$ (kip)	Pe 2 (kip)	$\Sigma Pe$ (kip)	B2
43	18,09802	0,205374	95249,37	0,206619	3011,36	2507,087	11467,54	1,356113
44	18,09802	0,232854	95249,37	0,234006	2464,36	2360,666	10911,27	1,291747
45	18,84433	0,234425	67140	0,235703	1919,5	2172,401	10155,17	1,233072
46	18,84433	0,204133	67140	0,204928	1377,66	2011,841	9427,444	1,171142
47	18,84433	0,208058	67140	0,208545	835,8	1718,521	8089,139	1,11523
48	18,84433	0,244069	67140	0,244262	293,94	956,6172	4602,78	1,068218

Tabel Perhitungan Rasio Interaksi Balok-Kolom

Elemen	Mnt (kip-ft)	Mlt (kip-ft)	B1Mnt (kip-ft)	B2Mlt (kip-ft)	Mu (kip-ft)	Kontrol ratio
1	79,085	737,5025	79,085	871,4993	950,5843	0,75675
2	116,995	394,2533	116,995	549,701	666,696	0,699234
3	97,9425	264,0683	97,9425	386,955	484,8975	0,628943
4	106,9225	194,145	106,9225	285,5162	392,4387	0,571232
5	98,90583	173,7842	98,90583	253,6377	352,5435	0,574406
6	101,6783	159,9208	101,6783	226,821	328,4994	0,524835
7	100,4208	176,1608	100,4208	238,8941	339,3149	0,483115
8	113,2375	169,34	113,2375	218,7444	331,9819	0,430343
9	98,32083	150,4858	98,32083	185,5598	283,8806	0,42709
10	102,91	145,59	102,91	170,5066	273,4166	0,282217
11	99,85917	123,3483	99,85917	137,5617	237,4209	0,226103
12	117,3542	56,91417	117,3542	60,79673	178,1509	0,159018
13	33,75333	946,4317	33,75333	1118,389	1152,142	0,886257
14	49,4475	579,095	49,4475	807,4228	856,8703	0,85001
15	39,29583	441,0342	39,29583	646,2735	685,5693	0,792478
16	43,66917	362,8158	43,66917	533,5692	577,2383	0,730847
17	38,42417	316,5533	38,42417	462,009	500,4332	0,780687
18	39,82333	292,31	39,82333	414,593	454,4163	0,704696
19	38,13417	301,9558	38,13417	409,4864	447,6205	0,633384
20	40,10917	293,235	40,10917	378,7854	418,8946	0,549048
21	37,5425	253,8033	37,5425	312,9577	350,5002	0,497054
22	38,7075	233,8883	38,7075	273,9166	312,6241	0,396542
23	37,595	188,1658	37,595	209,8481	247,4431	0,217625
24	42,62667	119,9367	42,62667	128,1185	170,7452	0,14089
25	33,75333	946,4317	33,75333	1118,389	1152,142	0,886257
26	49,4475	579,095	49,4475	807,4228	856,8703	0,85001

Tabel perhitungan rasio interaksi balok-kolom

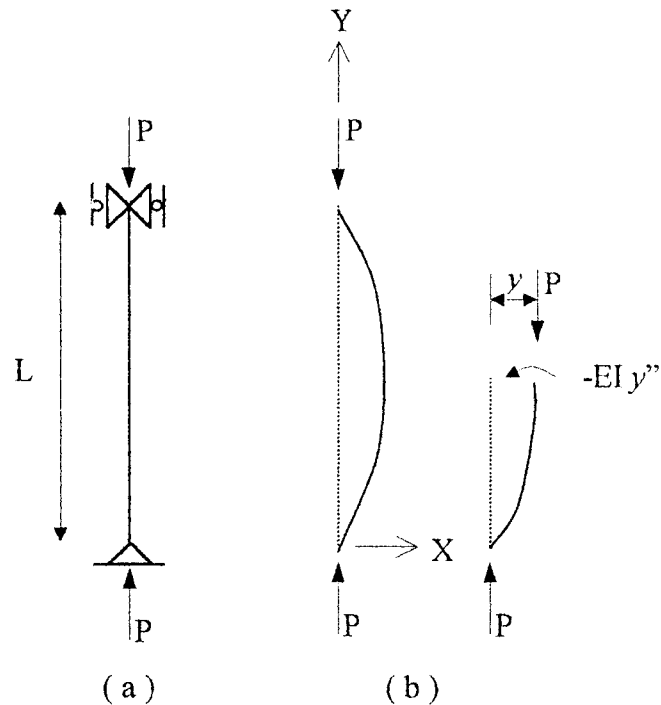
Elemen	Mnt (kip-ft)	Mlt (kip-ft)	B1Mnt (kip-ft)	B2Mlt (kip-ft)	Mu (kip-ft)	Kontrol ratio
27	39,29583	441,0342	39,29583	646,2735	685,5693	0,792478
28	43,66917	362,8158	43,66917	533,5692	577,2383	0,730847
29	38,42417	316,5533	38,42417	462,009	500,4332	0,780687
30	39,82333	292,31	39,82333	414,593	454,4163	0,704696
31	38,13417	301,9558	38,13417	409,4864	447,6205	0,633384
32	40,10917	293,235	40,10917	378,7854	418,8946	0,549048
33	37,5425	253,8033	37,5425	312,9577	350,5002	0,497054
34	38,7075	233,8883	38,7075	273,9166	312,6241	0,396542
35	37,595	188,1658	37,595	209,8481	247,4431	0,217625
36	42,62667	119,9367	42,62667	128,1185	170,7452	0,14089
37	79,085	737,5025	79,085	871,4993	950,5843	0,75675
38	116,995	394,2533	116,995	549,701	666,696	0,699234
39	97,9425	264,0683	97,9425	386,955	484,8975	0,628943
40	106,9225	194,145	106,9225	285,5162	392,4387	0,571232
41	98,90583	173,7842	98,90583	253,6377	352,5435	0,574406
42	101,6783	159,9208	101,6783	226,821	328,4994	0,524835
43	100,4208	176,1608	100,4208	238,8941	339,3149	0,483115
44	113,2375	169,34	113,2375	218,7444	331,9819	0,430343
45	98,32083	150,4858	98,32083	185,5598	283,8806	0,42709
46	102,91	145,59	102,91	170,5066	273,4166	0,282217
47	99,85917	123,3483	99,85917	137,5617	237,4209	0,226103
48	117,3542	56,91417	117,3542	60,79673	178,1509	0,159018

# LAMPIRAN 8



## Beban Kritis Kolom Euler

Untuk mengetahui nilai kurva defleksi dapat diuraikan dari kolom ideal yaitu kasus kolom Euler. Beban aksial dikenakan sesuai gambar (1.1)



Gambar 1.1

Batang yang dikenai beban aksial seperti tergambar diasumsikan mempunyai luas penampang yang tetap dan terbuat dari material yang homogen. Sebagai tambahan asumsi lain yang digunakan yaitu :

1. Ujung-ujung batang diberi kekangan / sokongan sederhana. Ujung bawah diberi kekangan sendi dan ujung atas diberi kekangan rol sehingga hanya dapat berotasi dan bergerak secara vertikal saja.
2. Batang dalam keadaan lurus sempurna dan beban tepat berada pada sumbunya.
3. Sifat material mengikuti hukum Hooke.
4. deformasi yang terjadi pada batang cukup kecil sehingga bentuk  $(y')^2$  tidak berarti dibandingkan dengan persamaan bentuk untuk kurva  $y''/[1+(y')^2]^{3/2}$  oleh karena itu kurva dapat diperkirakan dengan  $y''$ .

Jika koordinat sumbu seperti tergambar (gambar 1.1.b) maka momen tahanan dalam pada sembarang tempat pada jarak sejauh  $x$  dari asalnya adalah :

$$M_x = -EI y''$$

Dengan adanya momen luar akibat lentur,  $Py$  memberikan bentuk :

$$EI y'' + Py = 0 \quad (1.1)$$

Persamaan (1.1) adalah persamaan differensial linear dengan koefisien konstan. Penyelesaian persamaan (1.1) akan didapatkan, dengan menggunakan notasi

$$k^2 = \frac{P}{EI} \quad (1.2)$$

persamaan (1.1) berubah menjadi

$$y'' + k^2 y = 0 \quad (1.3)$$

penyelesaian dari persamaan differensial linear homogen dengan koefisien konstan selalu mempunyai bentuk  $y = e^{mx}$ . Substitusi bentuk ini kedalam persamaan (1.3) akan menghasilkan nilai  $m = \pm ik$ . Oleh karena itu penyelesaian umum untuk persamaan (1.3) adalah

$$y = C_1 e^{ikx} + C_2 e^{-ikx}$$

dari hubungan tersebut didapat

$$e^{\pm ikx} = \cos kx \pm i \sin kx$$

Dengan hasil akar-akarnya yang nyata dan imajiner dari persamaan yang kompleks yang sesuai dengan persamaan (1.3) maka penyelesaian umum dapat ditulis dalam bentuk

$$y = A \sin kx + B \cos kx \quad (1.4)$$

Untuk mencari nilai konstanta sembarang A dan B, maka dibuat kondisi batasan

$$\begin{aligned} 1. y &= 0 & \text{pada } x &= 0 \\ 2. y &= 0 & \text{pada } x &= l \end{aligned} \quad (1.5)$$

dengan memasukkan persyaratan kondisi batas yang pertama pada persamaan (1.4) akan dihasilkan nilai

$$B = 0$$

dan akibatnya

$$y = A \sin kx \quad (1.6)$$

dari kondisi batasan yang kedua akan didapatkan

$$A \sin kl = 0$$

Hubungan ini dapat diselesaikan dengan dua kemungkinan cara :

$$A = 0$$

atau

$$\sin kl = 0$$

Jika  $A = 0$ , nilai  $k$  dan  $P$  sebagai akibatnya dapat bernilai banyak. Hasil ini disebut sebagai penyelesaian yang tidak berarti, karena hanya menegaskan apa yang telah diketahui, bahwa kolom berada pada keseimbangannya dibawah beban aksial  $P$  sepanjang batang tetap pada keadaan lurus sempurna. Jika  $\sin kl = 0$  maka

$$kl = n\pi$$

Dimana nilai  $n = 1, 2, 3, \dots$ . Substitusikan bentuk ini dalam persamaan (1.2) dan (1.6) akan menghasilkan

$$P = \frac{n^2 \cdot \pi^2 \cdot EI}{l^2} \quad (1.7)$$

dan

$$y = A \sin \frac{n \cdot \pi \cdot x}{l} \quad (1.8)$$

Persamaan (1.8) memberikan bentuk kurva defleksi, dengan nilai amplitudo yang tak tentu karena nilai  $A$  dapat bernilai berapa saja ketika  $\sin kl = 0$ .

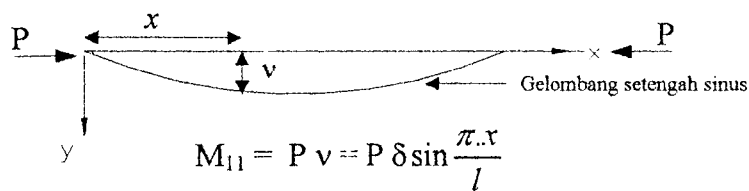
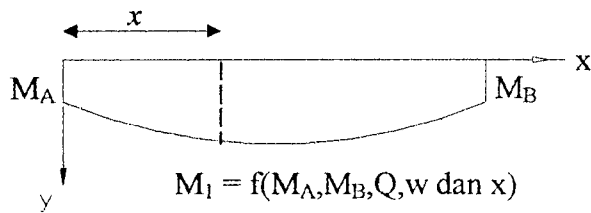
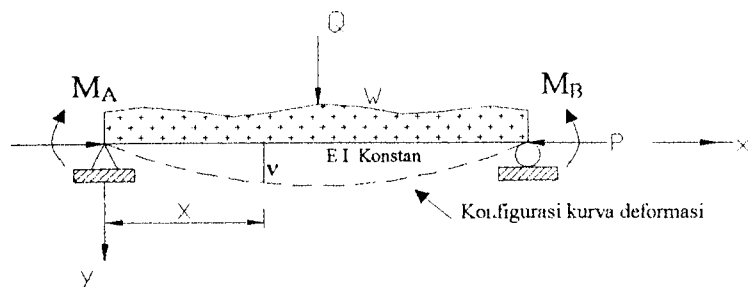
Nilai dari  $P$  diperoleh dengan memberikan nilai  $n = 1$  sehingga didapat nilai  $P_{euler}$

$$P = \frac{\pi^2 \cdot EI}{l^2}$$

dan

$$y = A \sin \frac{\pi \cdot x}{l}$$

## Aplikasi pada Balok-Kolom



Gambar 1.2 Efek P- $\delta$

$M_I$  merupakan momen primer yang dihasilkan dari beban transversal atau momen-momen ujung.

$M_{II}$  adalah momen sekunder hasil dari perkalian gaya aksial  $P$  dengan lendutan (defleksi)  $v$ .

Dengan menggunakan persamaan kesimbangan momen pada titik sejauh  $x$  didapat

$$M_x = M_I + M_{II}$$

Dimana nilai momen sekunder ( $M_{II}$ ) diperoleh dari gaya  $P$  dikalikan dengan jaraknya  $v$  ( $\delta \sin \frac{\pi \cdot x}{l}$ ) yang merupakan fungsi dari persamaan kurva defleksi

$y = A \sin \frac{\pi \cdot x}{l}$  sehingga persamaan untuk momen sekunder adalah

$$M_{II} = P \cdot v = P \cdot \delta \sin \frac{\pi x}{L}$$

